

Tersedia online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/btla>

## PERHITUNGAN KETIDAKPASTIAN PENGUKURAN KESADAHAN TOTAL AIR PERMUKAAN DI BALAI RISET PEMULIAAN IKAN

Dina Sri Wardhani dan Inna Nurbayanti

Balai Riset Pemuliaan Ikan  
Jl. Raya 2 Sukamandi, Patokbeusi, Subang, Jawa Barat 41263  
E-mail: [publikasi.bppi@gmail.com](mailto:publikasi.bppi@gmail.com)

### ABSTRAK

Salah satu metode rutin yang akan diajukan untuk penambahan ruang lingkup akreditasi di Laboratorium Pengujian Balai Riset Pemuliaan Ikan (LP-BRPI) Sukamandi adalah analisis kesadahan total dalam air permukaan yang mengacu pada metode standar SNI 06-6989.12-2004. Oleh karena itu, unjuk kerja metode tersebut harus divalidasi agar memperoleh derajat ketelitian melalui perhitungan (estimasi) ketidakpastian pengukuran. Komponen-komponen yang diidentifikasi dapat mempengaruhi ketidakpastian hasil pengukuran kesadahan total air permukaan adalah kemurnian larutan  $\text{CaCO}_3$ , bobot penimbangan bobot molekul  $\text{CaCO}_3$ , volume labu takar  $\text{CaCO}_3$ , volume  $\text{CaCO}_3$  yang dititrasi, volume EDTA untuk titrasi  $\text{CaCO}_3$ , volume EDTA untuk titrasi sampel, volume sampel air dan presisi metode. Nilai ketidakpastian baku masing-masing komponen tersebut dihitung berdasarkan nilai simpangan bakunya, kemudian digabungkan menjadi ketidakpastian baku gabungan dan ketidakpastian baku yang diperluas. Hasil perhitungan dalam kegiatan ini menunjukkan bahwa nilai ketidakpastian baku masing-masing komponen tersebut pada tingkat kepercayaan 95% berturut-turut sebesar 0,57735%; 0,00072 g; 0,00241 g/mol; 0,37149 mL; 0,05807 mL; 0,04391 mL; 0,04391 mL; 0,03540 mL; dan 2,77952 mg  $\text{CaCO}_3/\text{L}$ , dengan nilai ketidakpastian gabungan sebesar 3,71 mg  $\text{CaCO}_3/\text{L}$  dan ketidakpastian baku diperluas sebesar 7,42 mg  $\text{CaCO}_3/\text{L}$ . Hasil pengukuran kesadahan total sampel air permukaan di LP-BPPI Sukamandi menunjukkan nilai rata-rata sebesar 91,37 mg  $\text{CaCO}_3/\text{L}$ , dengan tingkat presisi (3,04%) yang dapat diterima. Dengan demikian, nilai kesadahan total air permukaan di LP-BPPI Sukamandi yang dituliskan dalam laporan hasil uji sebesar  $91,37 \pm 7,42$  mg  $\text{CaCO}_3/\text{L}$ .

**KATA KUNCI:** air permukaan; kesadahan total; ketidakpastian baku

### PENDAHULUAN

Laboratorium pengujian yang telah diakreditasi, baik oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN) sesuai pedoman ISO/IEC 17025:2008 maupun oleh Komite Nasional Akreditasi Pranata Penelitian dan Pengembangan (KNAPPP) sesuai pedoman KNAPPP 02:2007, harus mampu memberikan jaminan mutu hasil uji yang telah dilakukan secara konsisten melalui penerapan prosedur perhitungan estimasi ketidakpastian pengukuran sesuai butir 5.4.6 standar ISO/IEC 17025:2008. Laboratorium harus mengidentifikasi semua komponen ketidakpastian dan membuat suatu estimasi yang wajar serta melaporkan hasil uji dalam bentuk nilai hasil pengukuran dan nilai ketidakpastiannya (Faisal & Samin, 2007).

Ketidakpastian pengukuran menggabungkan semua kesalahan dari komponen-komponen yang berkontribusi menjadi rentang tunggal (Mulyani, 2009). Secara umum, urutan dalam menentukan

ketidakpastian pengukuran meliputi penyusunan suatu model langkah pengerjaan, inventarisasi semua komponen kesalahan dan mengelompokkannya ke dalam kategori ketidakpastian, melakukan estimasi masing-masing komponen ketidakpastian, sehingga ekuivalen dengan simpangan baku dan menggabungkan komponen ketidakpastian baku untuk menghasilkan ketidakpastian gabungan serta memperluas nilai ketidakpastian untuk memberikan suatu rentang di mana nilai yang diukur diperkirakan berada pada tingkat kepercayaan tertentu (Tuning & Supriyanto, 2010).

Salah satu metode rutin yang akan diajukan untuk penambahan ruang lingkup akreditasi di Laboratorium Pengujian Balai Penelitian Pemuliaan Ikan (LP-BPPI) Sukamandi adalah analisis kesadahan total dalam air permukaan yang mengacu pada metode yang standar sesuai SNI 06-6989.12-2004 (BSN, 2004). Oleh karena itu, unjuk kerja metode tersebut harus divalidasi agar memperoleh derajat ketelitian yang dihitung melalui

estimasi ketidakpastian pengukuran. Tujuan kegiatan perhitungan ketidakpastian pengukuran ini adalah untuk memberikan jaminan mutu bahwa metode SNI 06-6989.12-2004 dalam pengukuran kesadahan total dalam air permukaan di LP-BPPI Sukamandi menghasilkan data yang berada pada rentang nilai terukur yang berupa nilai hasil uji dan nilai ketidakpastian.

## BAHAN DAN METODE

### Standardisasi EDTA 0,01M

Sebanyak 10 mL larutan standar primer  $\text{CaCO}_3$  0,01 M dimasukkan ke dalam erlenmeyer, kemudian ditambahkan 10 mL larutan penyangga pH ( $10 \pm 0,1$ ), lalu ditambah sedikit indikator EBT (*eriochrom black T*), kemudian dititrasi dengan larutan baku  $\text{Na}_2\text{EDTA} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  0,01M (EDTA) sampai titik akhir titrasi berwarna biru. Titrasi dilakukan minimal sebanyak dua kali. Selanjutnya, molaritas dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (BSN, 2004):

$$\text{MEDTA} = \frac{M \text{CaCO}_3 \times V \text{CaCO}_3}{V \text{EDTA}} \text{ mmol/L}$$

di mana:

- M EDTA = molaritas larutan baku Na
- V EDTA = volume rata-rata larutan baku Na
- V  $\text{CaCO}_3$  = volume larutan  $\text{CaCO}_3$
- M  $\text{CaCO}_3$  = molaritas larutan  $\text{CaCO}_3$

### Uji Presisi Kesadahan Total

Proses pengukuran kesadahan total sampel air permukaan ini dilakukan sebanyak tujuh ulangan. Pengukuran kesadahan total dilakukan dengan cara mengambil sebanyak 25 mL sampel air campuran dengan matriks yang homogen menggunakan pipet, dimasukkan ke dalam erlenmeyer, kemudian ditambah 1-2 mL larutan penyangga pH ( $10 \pm 0,1$ ), lalu ditambah sedikit indikator EBT, kemudian dititrasi dengan EDTA 0,01M sampai titik akhir titrasi berwarna biru. Kesadahan total (KT) dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (BSN, 2004):

$$\text{KT}(\text{mgCaCO}_3/\text{L}) = \frac{1.000}{V_{c.u.}} \times V \text{EDTA} \times \text{MEDTA} \times 100$$

di mana:

- $V_{c.u.}$  = volume sampel (mL)
- V EDTA = volume rata-rata larutan baku  $\text{Na}_2\text{EDTA}$  untuk titrasi kesadahan total (mL)
- M EDTA = molaritas larutan baku  $\text{Na}_2\text{EDTA}$  untuk titrasi (mmol/mL)
- 100 = massa relatif  $\text{CaCO}_3$

Nilai presisi hasil pengukuran kesadahan total sampel air permukaan dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (BSN, 2004):

$$\% \text{RSD} = \frac{\text{SD}}{x} \times 100\%$$

di mana:

- % RSD = simpangan baku relatif
- SD = simpangan baku
- x = rata-rata

Selanjutnya, nilai % RSD yang diperoleh dibandingkan dengan nilai koefisien variasi CV Horwitz sebagai kurva yang menghubungkan nilai presisi dengan konsentrasi analit. Presisi suatu metode dinyatakan memenuhi syarat apabila % RSD yang diperoleh lebih kecil dari 5% dan lebih kecil dari  $\frac{2}{3} \text{CV}$  Horwitz (Riyanto, 2014). CV Horwitz dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (AKA, 2016):

$$\text{CV Horwitz} = 2^{(1-0,5 \log C)}$$

di mana:

- CV Horwitz = koefisien variasi Horwitz
- C = fraksi konsentrasi analit dalam sampel

### Perhitungan Ketidakpastian Pengukuran

Proses perhitungan ketidakpastian pengukuran diawali dengan mengidentifikasi komponen-komponen yang dapat memberikan kontribusi terhadap ketidakpastian pengukuran. Dalam metode pengukuran kesadahan total air permukaan sesuai SNI 06-6989.12-2004 ini komponen-komponen yang mempengaruhi ketidakpastian hasil pengukuran ditunjukkan pada Tabel 1. Selanjutnya, dilakukan perhitungan nilai ketidakpastian baku dari masing-masing komponen tersebut.

Tabel 1. Formulasi komponen-komponen yang mempengaruhi ketidakpastian pengukuran kesadahan total sesuai metode SNI 06-6989.12-2004

Komponen-komponen ketidakpastian pengukuran	Simbol	Satuan
Kemurnian larutan standar primer $\text{CaCO}_3$	P	%
Bobot penimbangan	M	g
Bobot molekul larutan standar primer $\text{CaCO}_3$	BM	g/mol
Volume labu takar larutan standar primer	$V_1$	mL
Volume larutan $\text{CaCO}_3$ yang dititrasi (standardisasi)	$V_2$	mL
Volume larutan EDTA untuk titrasi larutan standar primer	$V_{T1}$	mL
Volume sampel air yang diukur	$V_3$	mL
Volume larutan EDTA untuk titrasi sampel	$V_{T2}$	mL
Presisi metode	PM	mg/L

- Ketidakpastian baku kemurnian larutan standar primer  $\text{CaCO}_3$  ( $\mu\text{P}$ )

Informasi kemurnian larutan standar primer  $\text{CaCO}_3$  terdapat pada kemasan, yaitu 99%, dengan nilai ketidakpastian ( $Q\mu$ ) sebesar 1%. Sedangkan, nilai konstanta ( $k$ ) yang telah ditetapkan sebesar 1,73205. Selanjutnya, nilai ketidakpastian bakunya ( $\mu\text{P}$ ) dihitung dengan rumus (AKA, 2016):

$$\mu\text{P} = \frac{Q\mu}{k}$$

- Ketidakpastian baku bobot penimbangan ( $\mu\text{M}$ )

Ketidakpastian baku bobot penimbangan diperoleh dari data kalibrasi, sensitivitas dan ripitabilitas. Sensitivitas penimbangan dapat diabaikan karena penimbangan dilakukan pada timbangan yang sama dan perbedaan nilai yang kecil dari selisih penimbangan. Ripitabilitas digabungkan karena termasuk kedalam presisi metode (Dida, 2007). Informasi ketidakpastian baku ( $\mu\text{M}$ ) bobot penimbangan dalam metode pengukuran kesadahan total air permukaan ini diperoleh dari informasi kalibrasi neraca yang telah dilakukan sebanyak dua kali, dengan nilai ketidakpastian neraca ( $Q\mu$ ) sebesar 0,0001 dan nilai  $k = 1,96$ . Nilai ketidakpastian baku kalibrasi neraca ( $\mu$  kalibrasi) dihitung dengan rumus (AKA, 2016):

$$\mu \text{ kalibrasi} = \frac{Q\mu}{k}$$

Selanjutnya, nilai ketidakpastian baku bobot penimbangan dari kalibrasi neraca ( $\mu\text{M}$ ) dihitung dari gabungan ketidakpastian kedua proses kalibrasi dengan rumus (AKA, 2016):

$$\mu\text{M} = \sqrt{(\mu \text{ kalibrasi } 1)^2 + (\mu \text{ kalibrasi } 2)^2}$$

- Ketidakpastian baku bobot molekul larutan standar primer  $\text{CaCO}_3$  ( $\mu\text{BM}$ )

Informasi ketidakpastian baku bobot molekul standar primer  $\text{CaCO}_3$  dalam metode pengukuran kesadahan total air permukaan ini diperoleh dari informasi simpangan baku ( $Q\mu$ ) berat atom Ca (berat atom 40,078 g/mol), yaitu sebesar 0,004 g/mol, berat untuk atom C (berat atom 12,0107 g/mol) sebesar 0,0008 g/mol dan atom O (berat atom 15,9995 g/mol) sebesar 0,0003 g/mol, dengan nilai  $k = 3$ . Nilai ketidakpastian baku masing-masing berat atom ( $\mu$  berat atom) dihitung berdasarkan jumlah masing-masing atom ( $n$ ) dalam molekul  $\text{CaCO}_3$  dengan rumus (AKA, 2016):

$$\mu \text{ berat atom} = n \times \frac{Q\mu}{\sqrt{k}}$$

Selanjutnya, ketidakpastian baku bobot molekul ( $\mu\text{BM}$ ) dihitung dari gabungan masing-masing ketidakpastian baku berat atom dengan rumus (AKA, 2016):

$$\mu\text{BM} = \sqrt{(\mu \text{ berat atom Ca})^2 + (\mu \text{ berat atom C})^2 + (\mu \text{ berat atom O})^2}$$

- Ketidakpastian baku volume labu takar standar primer ( $\mu\text{V}1$ )

Informasi ketidakpastian baku volume labu takar standar primer  $\text{CaCO}_3$  dalam metode pengukuran kesadahan total air permukaan ini diperoleh dari informasi ketidakpastian ( $Q\mu$ ) spesifikasi volume ( $V$ ) labu takar 1.000 mL, yaitu sebesar 0,4 mL, dengan nilai  $k = 3$  serta efek temperatur terhadap volume labu erlenmeyer 1.000 mL, dengan nilai gradien temperatur ( $\Delta T$ ) sebesar 2,4°C dan koefisien muai air sebesar 0,00021 mL/°C. Nilai ketidakpastian baku spesifikasi labu takar ( $\mu$  spesifikasi) dan efek temperatur ( $\mu$  temperatur) dihitung dengan rumus (AKA, 2016):

$$\mu \text{ spesifikasi} = \frac{Q\mu}{\sqrt{k}}$$

$$\mu \text{ temperatur} = V \times \frac{\Delta T}{\sqrt{k}} \times \text{koefisien muai air}$$

Selanjutnya, ketidakpastian baku volume labu takar standar primer ( $\mu\text{V}1$ ) dihitung dari gabungan ketidakpastian baku spesifikasi labu takar ( $\mu$  spesifikasi) dan efek temperatur ( $\mu$  temperatur) dengan rumus (AKA, 2016):

$$\mu \text{ V}1 = \sqrt{(\mu \text{ spesifikasi } i)^2 + (\mu \text{ temperatur } r)^2}$$

- Ketidakpastian volume larutan  $\text{CaCO}_3$  yang dititrasi ( $\mu\text{V}2$ )

Informasi ketidakpastian baku volume larutan  $\text{CaCO}_3$  yang dititrasi dalam metode pengukuran kesadahan total air permukaan ini diperoleh dari informasi ketidakpastian ( $Q\mu$ ) spesifikasi volume ( $V$ ) pipet tetes 10 mL, yaitu sebesar 0,1 mL, dengan nilai  $k = 3$  serta efek temperatur terhadap volume pipet tetes 10 mL, dengan nilai gradien temperatur ( $\Delta T$ ) sebesar 2,4°C dan koefisien muai air sebesar 0,00021 mL/°C. Nilai ketidakpastian baku spesifikasi pipet tetes ( $\mu$  spesifikasi) dan efek temperatur ( $\mu$  temperatur) serta ketidakpastian baku volume larutan  $\text{CaCO}_3$  yang dititrasi ( $\mu\text{V}2$ ) dihitung dengan rumus yang sama dengan perhitungan ketidakpastian baku volume labu takar standar primer ( $\mu\text{V}1$ ).

- Ketidakpastian baku volume larutan EDTA untuk titrasi standar primer ( $\mu VT_1$ ) atau volume EDTA untuk titrasi sampel ( $\mu VT_2$ )

Informasi ketidakpastian baku volume EDTA titrasi standar primer atau titrasi sampel dalam metode pengukuran kesadahan total air permukaan ini diperoleh dari informasi ketidakpastian ( $Q\mu$ ) spesifikasi volume ( $V$ ) buret 25 mL, yaitu sebesar 0,075 mL, dengan nilai  $k = 3$  serta efek temperatur terhadap volume buret 25 mL, dengan nilai gradien temperatur ( $\Delta T$ ) sebesar 2,4°C dan koefisien muai air sebesar 0,00021 mL/°C. Nilai ketidakpastian baku spesifikasi buret ( $\mu$  spesifikasi) dan efek temperatur ( $\mu$  temperatur) serta ketidakpastian baku titrasi standar primer ( $\mu VT_1$ ) atau volume titrasi sampel ( $\mu VT_2$ ) dihitung dengan rumus yang sama dengan perhitungan ketidakpastian baku volume labu takar standar primer ( $\mu V_1$ ) sebelumnya.

- Ketidakpastian baku volume sampel ( $\mu V_3$ )

Informasi ketidakpastian baku volume sampel dalam metode pengukuran kesadahan total air permukaan ini diperoleh dari informasi ketidakpastian ( $Q\mu$ ) spesifikasi volume ( $V$ ) pipet volumetri 25 mL, yaitu sebesar 0,06 mL, dengan nilai  $k = 3$  serta efek temperatur terhadap volume pipet volumetri 25 mL, dengan nilai gradien temperatur ( $\Delta T$ ) sebesar 2,4°C dan koefisien muai air sebesar 0,00021 mL/°C. Nilai ketidakpastian baku spesifikasi pipet volumetri ( $\mu$  spesifikasi) dan efek temperatur ( $\mu$  temperatur) serta ketidakpastian baku volume sampel ( $\mu V_3$ ) dihitung dengan rumus yang sama dengan perhitungan ketidakpastian baku volume labu takar standar primer ( $\mu V_1$ ).

- Ketidakpastian baku presisi metode pengukuran kesadahan total air permukaan ( $\mu PM$ )

Informasi ketidakpastian baku presisi metode pengukuran kesadahan total air permukaan ( $\mu PM$ ) ini diperoleh dari nilai simpangan baku data hasil pengukuran.

- Perhitungan gabungan ketidakpastian baku pengukuran kesadahan total air permukaan ( $\mu Cs$ )

Ketidakpastian baku gabungan dalam pengukuran kesadahan total air permukaan ( $\mu Cs$ ) ini diperoleh dari gabungan seluruh nilai ketidakpastian baku komponen-komponen yang mempengaruhi ketidakpastian pengukuran kesadahan total sesuai metode SNI 06-6989.12-2004 yang telah dihitung. Agar dapat digabungkan, nilai-nilai ketidakpastian baku dari semua komponen ( $\mu$  komponen) yang memiliki satuan berbeda-beda tersebut disamakan dengan cara masing-masing dihitung sebagai nilai relatif terhadap nilai rata-ratanya ( $x$ ), kemudian digabungkan dengan menggunakan rumus:

$$\frac{\mu Cs}{Cs} = \sqrt{\left(\frac{\mu \text{komponen1}}{x \text{komponen1}}\right)^2 + \left(\frac{\mu \text{komponen2}}{x \text{komponen2}}\right)^2 + \dots + \left(\frac{\mu \text{komponenn}}{x \text{komponenn}}\right)^2}$$

Besarnya nilai relatif ketidakpastian baku gabungan ( $\mu Cs/Cs$ ) dari pengukuran kesadahan total air permukaan tersebut digunakan untuk menghitung besarnya nilai ketidakpastian dari rata-rata hasil pengukuran kesadahan total ( $Cs$ ) dengan rumus (AKA, 2016):

$$\mu Cs = Cs \times \frac{\mu Cs}{Cs}$$

Selanjutnya, nilai ketidakpastian gabungan ( $\mu Cs$ ) tersebut digunakan untuk menghitung nilai ketidakpastian gabungan yang diperluas dari pengukuran kesadahan total air permukaan sebagai nilai ketidakpastian yang dicantumkan dalam laporan hasil pengukuran, dengan rumus (AKA, 2016):

$$\mu Cs = 2 \times \mu Cs$$

## HASIL DAN BAHASAN

### Molaritas EDTA 0,01 M

Hasil standardisasi molaritas larutan baku EDTA 0,01 M yang dilakukan sebanyak tujuh kali pengulangan diperoleh nilai molaritas EDTA sebesar 0,0130 M (Tabel 2). Hal tersebut menunjukkan bahwa nilai molaritas EDTA yang diperoleh dari kegiatan standarisasi molaritas ini mendekati nilai yang seharusnya.

### Presisi Pengukuran Kesadahan Total Air Permukaan

Uji presisi yang dilakukan terhadap tujuh pengulangan pengukuran kesadahan total sampel air permukaan yang diambil dari campuran sampel dengan matriks yang homogen menunjukkan hasil yang memenuhi syarat keberterimaan (Tabel 3). Nilai relatif (persentase) simpangan baku terhadap nilai rata-ratan (% RSD) yang diperoleh (sebesar 3,04%) lebih kecil dari 5% dan lebih kecil dari  $2/\sqrt{3}$  CV Horwitz (sebesar 5,41%).

### Ketidakpastian Baku Pengukuran Kesadahan Total Air Permukaan

Hasil perhitungan ketidakpastian baku komponen-komponen yang mempengaruhi hasil pengukuran kesadahan total air permukaan di LP-BPPI Sukamandi berdasarkan rumus-rumus perhitungan diringkas dalam Tabel 4. Hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai ketidakpastian baku hasil pengukuran kesadahan total air permukaan di LP-BPPI Sukamandi dari gabungan komponen-komponen yang mempengaruhinya

Tabel 2. Hasil standardisasi Na<sub>2</sub>EDTA 0,01 M pada validasi metode SNI 06-6989.12-2004 pengukuran kesadahan total air permukaan di Laboratorium Pengujian Balai Penelitian Pemuliaan Ikan (LP-BPPI), Sukamandi

Ulangan ke-	Bobot CaCO <sub>3</sub> (g)	Bobot molekul CaCO <sub>3</sub> (g/mol)	Volume EDTA (mL)	Faktor pengenceran	Molaritas EDTA (M)
1	10,009	100	7,70	100	0,0130
2	10,009	100	7,75	100	0,0129
3	10,009	100	7,65	100	0,0131
4	10,009	100	7,65	100	0,0131
5	10,009	100	7,65	100	0,0131
6	10,009	100	7,65	100	0,0131
7	10,009	100	7,65	100	0,0131
<b>Rata-rata</b>					<b>0,0130</b>

Tabel 3. Hasil uji presisi pada validasi metode SNI 06-6989.12-2004 pengukuran kesadahan total air permukaan di Laboratorium Pengujian Balai Penelitian Pemuliaan Ikan (LP-BPPI), Sukamandi

Ulangan ke-	Volume sampel (mL)	Volume EDTA (mL)	Molaritas EDTA (M)	Kadar CaCO <sub>3</sub> (mg/L)
1	25	1,70	0,0130	88,40
2	25	1,80	0,0130	93,60
3	25	1,70	0,0130	88,40
4	25	1,70	0,0130	88,40
5	25	1,80	0,0130	93,60
6	25	1,80	0,0130	93,60
7	25	1,80	0,0130	93,60
Rata-rata				91,37
Simpangan baku				2,77
% RSD				3,04
<sup>2</sup> / <sub>3</sub> CV Horwith				5,41

Tabel 4. Nilai ketidakpastian baku komponen-komponen yang mempengaruhi hasil pengukuran kesadahan total air permukaan di Laboratorium Pengujian Balai Penelitian Pemuliaan Ikan (LP-BPPI) Sukamandi

Komponen ketidakpastian	Simbol	Rata-rata	Ketidakpastian baku	Ketidakpastian baku relatif
Kemurnian CaCO <sub>3</sub>	P	0,99	0,00577	0,00577
Bobot penimbangan	M	10,009	0,00072	0,00072
Bobot molekul CaCO <sub>3</sub>	BM	100	0,00241	0,00002
Volume labu takar	V <sub>1</sub>	1000	0,37149	0,00037
Volume CaCO <sub>3</sub> yang dititrasi	V <sub>2</sub>	10	0,05807	0,00581
Volume EDTA titrasi CaCO <sub>3</sub>	VT <sub>1</sub>	7,67	0,04391	0,00572
Volume EDTA titrasi sampel	VT <sub>2</sub>	1,76	0,04391	0,02495
Volume sampel air	V <sub>3</sub>	25	0,03540	0,00142
Presisi metode	PM	91,37	277,952	0,03042
Gabungan	Cs	91,37	3,71	0,04062

sebesar 3,71 mg/L. Selanjutnya, nilai ketidakpastian baku yang diperluas sebagai nilai ketidakpastian hasil pengukuran kesadahan total air permukaan di LP-BPPI Sukamandi yang disampaikan dalam laporan hasil uji sebesar 7,42 mg/L. Dengan demikian, laporan hasil uji pengukuran kesadahan total air permukaan di LP-BPPI Sukamandi yang disampaikan dalam laporan hasil uji sebesar  $91,37 \pm 7,42$  mg/L.

#### KESIMPULAN

Perhitungan ketidakpastian pengukuran kesadahan total air permukaan di LP-BPPI Sukamandi sesuai metode SNI 06-6989.12-2004 sebagai bentuk penerapan jaminan mutu hasil pengukuran kesadahan total menghasilkan nilai dalam laporan hasil uji sebesar  $91,37 \pm 7,42$  mg  $\text{CaCO}_3$ /L.

#### DAFTAR ACUAN

- AKA. (2016). Validasi Metode Uji dan Estimasi Ketidakpastian Pengukuran. Penetapan Kesadahan dan Alkalinitas. Modul Pelatihan. Laboratorium Uji-Akademi Kimia Analisis (AKA). Bogor, 17 hlm.
- BSN. (2004). SNI 06-6989.12-2004. Air dan air limbah-Bagian 12: Cara uji kesadahan total kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) dengan metode titrimetri. Badan Standardisasi Nasional (BSN). Jakarta, 11 hlm.
- Dida, E.N. (2007). Validasi dan Estimasi Ketidakpastian Metode Penetapan Kalsium Dapat Ditukar dalam Contoh Tanah Secara Spektrofotometri Serapan Atom. Departemen Perindustrian. Pusat Pendidikan Pelatihan Industri. Akademi Kimia Analisis. Bogor, hlm. 32-43.
- Faisal, W. & Samin. (2007). Estimasi ketidakpastian analisis Hg dalam cuplikan ikan dan udang dengan metoda SS-AAS. Prosiding PPI-PDIPTN 2007. Pustek Akselerator dan Proses Bahan-BATAN. Yogyakarta, hlm. 101-106.
- Mulyani, S. (2009). Perhitungan ketidakpastian pengukuran Studi Kasus: Perbedaan tingkat ketengikan minyak kelapa yang disebabkan oleh perbedaan warna botol penyimpanan. Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia. PMIPA FKIP UNS. Surakarta, hlm. 551-567
- Riyanto. (2014). Validasi dan Verifikasi Metode Uji Sesuai dengan ISO/IEC 17025 Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi (Edisi 1 Cetakan 1). Deepublish. Yogyakarta, 154 hlm.
- Tuning, S.S. & Supriyanto, C. (2010). Estimasi ketidakpastian hasil pengujian Cu, Cr dan Fe dalam contoh sedimen dengan metode F-AAS. Prosiding PPI-PDIPTN 2010. Pustek Akselerator dan Proses Bahan-BATAN. Yogyakarta, hlm. 139-146.