

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Validasi metode adalah suatu cara untuk menentukan suatu metode yang belum baku sehingga menjadi baku dan bisa digunakan dalam analisis rutin. Suatu metode harus di validkan untuk menghasilkan hasil analisis yang valid dan dapat dipertanggung jawabkan. Metode yang belum baku bisaanya didapat dari pengembangan suatu metode untuk keperluan analisis yang dibutuhkan berdasarkan sampel yang akan di analisis. Dalam pelaksanaanya validasi metode bisa secara konvensional ataupun instrument. Validasi yang akan dilakukan adalah penentuan sulfur dalam *Produk tin stabilizer* secara titrasi iodimetri, dimana metode yang digunakan untuk penentuan sulfur ini belum baku akan tetapi sudah digunakan dalam analisis rutin.

4.1 Analisis Kadar Sulfur Dalam Sampel

Penentuan kadar sulfur dalam produk menggunakan titrasi iodimetri, prinsip dari analisis ini adalah terjadinya reaksi antara sulfur dalam produk dengan titran berupa iodine sehingga terjadi reaksi redok dan mengalami perubahan dari tidak berwarna menjadi warna kuning pucat pada titik akhir titrasi. Dalam titrasi digunakan 2-propanol sebagai pelarut sampel, hal ini dilakukan karena sifat dari sampel tersebut bersifat nonpolar sehingga diperlukan pelarut organik untuk digunakan sebagai pelarut.

Analisis diawali dengan menyiapkan sampel, sampel diambil dan ditimbang sebanyak 0,1 g menggunakan erlenmeyer kemudian sampel dilarutkan menggunakan 2-propanol agar sampel tersebut larut, sampel dititrasi menggunakan iodine sebagai titran dengan hasil akhir berupa kuning pucat pada awal titik akhir titrasi. Dimana sampel bereaksi dengan titran, ketika tirasi sudah mencapai titik ekuivalen maka titrat akan berubah warna menjadi kuning pucat pada titik akhir titrasi. Baku mutu produk untuk parameter sulfur yang ditetapkan berada pada angka $12\% \pm 0,5$. Hasil pengujian yang dilakukan sebanyak 7 kali pengulangan didapat hasil rata rata-kadar sulfur dalam produk sebesar 11,56% hasil ini masih diperbolehkan perusahaan dengan rentang kadar yang dipersyaratkan adalah $12\% \pm 0,5$.

4.2 Validasi Metode Penentuan Sulfur

Validasi penentuan kadar sulfur bertujuan untuk validasi metode penentuan sulfur dan menentukan kadar sulfur dalam sampel dengan parameter LOD, LOQ, linieritas, akurasi presisi, uji ketangguhan meliputi (uji t dan stabilitas), dan ketidakpastian. Validasi yang dilakukan di PT. Timah Industri dilakukan karena metode yang digunakan untuk penentuan sulfur belum pernah di validasi, hal ini karena metode yang digunakan terbilang baru dan pengembangan dari metode yang belum baku, berdasarkan standar 2-mercaptoethanol yang digunakan, maka sulfur yang terbaca dalam standar adalah sebagai S_2O_2

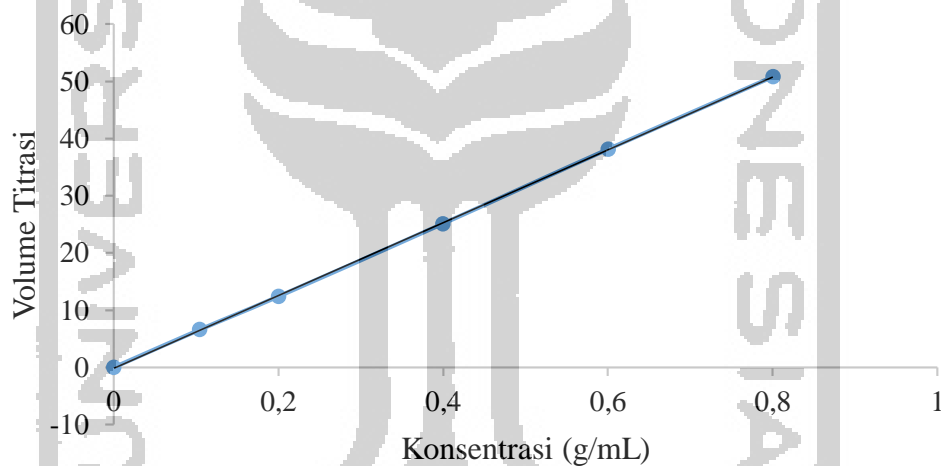
4.3.1 Penentuan linieritas

Linieritas digunakan untuk menunjukkan dan mengetahui respon dari suatu metode analisis. Dalam metode ini dilakukan penimbangan deret massa sentandar, digunakan deret massa standar dengan varian 0,05, 0,1, 0,2, 0,3 dan 0,4 g. deret masa kemudian dikonversi dengan volume pelarut agar data bisa dimasukkan kedalam perhitungan penentuan LOD dan LOQ. Semakin besar masa yang di timbang semakin besar juga konsentrasi yang dihasilkan. Semakin besar konsentrasi, semakin banyak juga volume titran yang diperlukan. Dari hasil deret standar dibuat perbandingan antara deret konsentrasi standar dengan volume titrasi, hasil ditunjukkan pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Tabel Antara konsentrasi Standar Dengan Volume Titrasi

Konsentrasi (g/mL)	Volume (mL)
0	0
0,1042	6,5870
0,2000	12,4080
0,3996	25,1140
0,6004	38,1620
0,8004	50,8000

Berdasarkan Tabel 4.1 didapat data hubungan antara konsentrasi dengan volume titrasi dimana semakin besar konsentrasi maka semakin banyak juga volume titrasi yang diperlukan. Dari data tersebut dibuat grafik linieritas, dari hubunga antara konsentrasi dengan volume titrasi didapat persamaan $y= ax+b$. Nilai y merupakan respon dari metode, a merupakan *slope* (Kemiringan) dan b adalah intersep, intersep adalah titik perpotongan pada garis $y=0$. Koefisien korelasi (r) menjelaskan hubungan linier antara sumbu x dan sumbu y. nilai r bisa positif atupun negatif tergantung kurfa linier yang terbentuk, jika kurva dari bawah ke atas maka nilai r adalah positif (+), sedangkan jika kurva dari atas ke bawah maka nilia r bernilai negativ (-). Nilai positif dan negativ tidak berpengaruh terhadap korelasi jika nilai koefisien korelasi mendekati ± 1 .



Gambar 4.1 Kurva Kalibrasi Penentuan Sulfur

Semakin banyak massa yang digunakan semakin banyak volume titrasi yang digunakan. Persamaan garis dari kurva kalibrasi diperoleh adalah $y = 63,577x - 0,1221$ dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9999 dan koefisien korelasi sebesar 0,99995. Dapat diartikan bahwa hasil kurva menunjukkan hasil yang linier antara massa dengan volume titrasi, hasil dari linieritas memenuhi baku mutu dengan batas minimal adalah 0.997 (Chan,2004). Nilai $r = 0,9999$ menunjukkan bahwa ada korelasi yang sangat kuat antara konsentrasi dengan volume titrasi.

4.3.2 *Limit of Detection (LOD)* dan *Limit of Quantitation (LOQ)*

Nilai LOD dan LOQ diperoleh dari persamaan kurva kalibrasi, nilai LOD dan LOQ didapat dari nilai *slope*. LOD ditentukan untuk mengetahui jumlah analit atau sampel terkecil dalam sampel yang masih memberikan respon signifikan terhadap metode, penentuan LOQ berfungsi untuk mengetahui kadar terkecil atau konsentrasi terkecil sulfur dalam *tin stabilizer* yang masih dapat dikuantifikasi untuk penentuan akurasi dan presisi. Nilai LOD dan LOQ ada pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Nilai LOD dan LOQ

Konsentrasi (g/mL)	Volume (mL)	Yc	yi-yc	(yi-yc) ²
0	0	-0,1221	0,1221	0,0149
0,1042	6,5870	6,5026	0,0843	0,0071
0,2000	12,4080	12,5933	-0,1853	0,0343
0,3996	25,1140	25,2832	-0,1692	0,0286
0,6004	38,1620	38,0495	0,1124	0,0126
0,8004	50,8000	50,7649	0,0350	0,0012
			Jumlah	0,0988
			sy/x	0,1572
			LOD	0,4717
			LOQ	1,5723

Berdasarkan tabel 4.2, didapatkan nilai LOD sebesar 0,4717 %, menunjukkan bahwa metode ini mampu mendeteksi kadar dalam analit sebesar 0,4717%. Apabila dalam sampel kadar sulfur kurang dari atau dibawah dari 0.4717%, maka metode ini tidak bisa mendeteksi sampel dan memiliki hasil kesalahan yang tinggi. Nilai LOQ yang diperoleh 1,5723 %, ini menunjukkan bahwa nilai dari analit yang masih bisa di kuantifikasi secara presisi adalah di atas 1,5723 % nilai LOQ dikatakan baik karena nilai konsentrasi sampel yang di uji berada diatas dari nilai LOQ, sehingga dapat diterima dalam akurasi dan presisi.

4.3.3 **Penentuan Presisi**

Metode analisis dikatakan presisi jika memberikan nilai standar deviasi relative (RSD) yang dihitung sebagai presentase dengan melakukan pembagian antara standar deviasi dengan nilai rata-rata pengulangan hasil dari sampel penentuan

presisi pada persen sulfur, dilakukan pengulangan sebanyak 7 kali untuk mewakili hasil analisis. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Hasil Presisi Pengujian

Pengulangan	Massa (g)	Volume titrasi (mL)	Volume blanko (mL)	Volume sebenarnya (mL)	Kadar sulfur (% b/b)
1	0,1029	3,7560	0,0420	3,7140	11,5729
2	0,1025	3,7440	0,0420	3,7020	11,5805
3	0,1005	3,6700	0,0420	3,6280	11,5749
4	0,1029	3,7540	0,0420	3,7120	11,5667
5	0,1026	3,7340	0,0420	3,6920	11,5380
6	0,1032	3,7560	0,0420	3,7140	11,5393
7	0,1006	3,6720	0,0420	3,6300	11,5698
Rata-rata	0,1022	3,7270			11,5631
		SD			0,0172
		% RSD			0,1495

Metode analisis bisa dikatakan memberikan presisi yang baik ketika nilai simpangan baku relatifnya (RSD) kurang dari $\leq 2\%$. Berdasarkan hasil dari presisi pengujian, nilai RSD yang diperoleh adalah sebesar 0,1495 % nilai pengukuran masih dibawah angka batas yang dipersyaratkan. Di bandingkan juga dengan CV Horwitz, didapat nilai RSD masih dibawah nilai CV Horwitz dengan nilai 2,7672 %. Hasil menunjukan bahwa metode analisis memiliki presisi yang baik yang dibuktikan dengan pengulangan yang dilakukan tidak memberikan perbedaan yang signifikan antara tiap pengulangan.

4.3.4 Penentuan akurasi

Penentuan akurasi pada validasi sulfur menggunakan teknik spike, dimana sampel ditambahkan dengan bahan lain yang sudah diketahui kadar sulfurnya, nilai akurasi bisa diterima dengan cara membandingkan hasil uji dengan baku mutu yang telah ditetapkan berdasarkan AOAC tahun 2002. Penentuan akurasi menggunakan nilai *recovery* atau nilai temu balik. Dalam perlakuaannya, sampel dan suatu bahan yang sudah diketahui kadarnya dicampurkan pada wadah dan pelarut yang sama

dengan perbandingan 90% : 10% dimana 90 % masa sampel dan 10% adalah masa dari standar yang sudah diketahui kadarnya. Kedua campuran dititrasi menggunakan iodine dan didapat hasil pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Tabel Perhitungan Akurasi Pengujian

Pengulangan	Massa total (g)	Massa standar (g)	Volume titrasi (mL)	Blanko (mL)	Volume sebenarnya (mL)	Kadar sulfur (% b/b)
1	0,1001	0,0103	4,5080	0,0420	4,4660	14,3054
2	0,1001	0,0102	4,5140	0,0420	4,4720	14,3247
3	0,1028	0,0101	4,7240	0,0420	4,6820	14,6034
4	0,1005	0,0105	4,6180	0,0420	4,5760	14,5994
5	0,1002	0,0107	4,6220	0,0420	4,5800	14,6560
6	0,1007	0,0104	4,4850	0,0420	4,4430	14,1470
7	0,1003	0,0102	4,5500	0,0420	4,5080	14,4112
Rata rata	0,1007	0,0103				14,4353

$$\text{Recovery (\%)} = \frac{C(\text{sampel} + \text{standar}) - C(\text{sampel} \times \text{konversi})}{C(\text{Standar} \times \text{konversi})} \times 100\%$$

$$\text{Recovery (\%)} = \frac{14,43534 - (11,563194 \times 0,897261)}{(38,81498208 \times 0,102739)} \times 100\%$$

$$\text{Recovery (\%)} = 101,8137 \%$$

Dalam perhitungan dikalikan dengan konversi kadar sebenarnya, karena dalam penimbangan tidak memungkinkan mendapatkan angka yang kita inginkan dengan ketelitian yang tinggi jika menimbang suatu cairan, angka yang mendekati dan bisa mempresentasikan saja yang digunakan untuk menentukan kadar sebenarnya dari penambahan sampel dan standar. Syarat keberterimaan untuk berdasarkan rentang penambahan analit 10 % adalah 98-102 % (AOAC.2002). Hasil konsentrasi yang didapat memenuhi masuk rentang keberterimaan dengan nilai 101,8137 %, sehingga nilai akurasi sudah terpenuhi.

4.3.5 Uji ketangguhan dan ketegaran

Perlu dilakukan uji ketangguhan dan ketegaran terhadap metode untuk melihat kekuatan dari suatu metode dengan memberikan perubahan dengan skala kecil atau besar untuk melihat respon efek dari akurasi dan presisi (Harmita, 2004). Ketangguhan dan ketegaran metode adalah derajat ketertiruan hasil uji yang diperoleh dalam analisis menggunakan sampel yang sama dalam keadaan normal, pengujian dilakukan untuk mengetahui kesetabilan metode analisis. uji ini dilakukan

pada waktu yang berbeda, analisis yang berbeda, volume pelarut yang berbeda. Tujuan dari uji ini adalah untuk menyatakan bahwa tidak ada pengaruh perbedaan hasil uji dari metode yang telah digunakan. Dalam pengujian dilakukan juga beberapa uji, salah satunya adalah uji t. Uji t digunakan untuk menguji perbedaan dalam proses analisis dengan cara dibandingkan antara hasil analisis yang satu dengan yang lainnya. Prinsipnya adalah membandingkan antara dua data serta selang nilai kepercayaannya. Pada penelitian ini digunakan perbandingan pelarut antara pelarut 25 mL dan 75 mL 2-propanol, hasil ini digunakan untuk mengetahui apakah ada pengaruh dari perbedaan volume pelarut. Hasil penelitian ditunjukkan pada Tabel 4.5 dan 4.6

Tabel 4.5 Tabel Hasil Pelarut 25 mL

Pengulangan	Masa (g)	Volume titrasi (mL)	Volume blanko (mL)	Volume sebenarnya (mL)	Kadar sulfur (% b/b)
1	0,1005	3,7140	0,0700	3,6440	11,6259
2	0,1005	3,6900	0,0700	3,6200	11,5494
3	0,1003	3,6780	0,0700	3,6080	11,5340
4	0,1003	3,6800	0,0700	3,6100	11,5404
5	0,1002	3,7180	0,0700	3,6480	11,6736
6	0,1005	3,6960	0,0700	3,6260	11,5685
7	0,1002	3,6940	0,0700	3,6240	11,5968
Rata-rata					11,5841
SD					0,0512

Tabel 4.6 Tabel Hasil Pelarut 75 mL

Pengulangan	Masa (g)	Volume titrasi (mL)	Volume blanko (mL)	Volume sebenarnya (mL)	Kadar sulfur (% b/b)
1	0,1000	3,6760	0,0700	3,6060	11,5622
2	0,1003	3,6960	0,0700	3,6260	11,5916
3	0,1004	3,6940	0,0700	3,6240	11,5736
4	0,1003	3,6860	0,0700	3,6160	11,5596
5	0,1003	3,7140	0,0700	3,6440	11,6491
6	0,1001	3,6720	0,0700	3,6020	11,5379
7	0,1004	3,6780	0,0700	3,6080	11,5640
Rata-rata					11,5769
SD					0,0356

Dari data perbandingan pelarut berdasarkan volume, rata-rata yang didapat ternyata memiliki perbedaan hasil kadar sulfur, dimana volume dari pelarut 25 mL memiliki kadar yang lebih tinggi sebesar 11,58413537% sedangkan volume 75 mL sebesar 11,5769181%, karena memiliki perbedaan maka perlu dilakukan uji t. data diolah untuk mengetahui apakah perbandingan pelarut memiliki pengaruh yang signifikan, dari olah data berdasarkan perbandingan pelarut, hasil *output* ditunjukkan pada tabel 4.7

Tabel 4.7 Hasil Uji t Tabel dan t Hitung

	<i>Pelarut 25 mL</i>	<i>Pelarut 75 mL</i>
<i>Mean</i>	11,58413537	11,57691809
<i>Variance</i>	0,002629008	0,001274376
<i>Observations</i>	7	7
<i>Pooled Variance</i>	0,001951692	
<i>Hypothesized Mean Difference</i>	0	
<i>Df</i>	12	
<i>t Stat</i>	0,305634094	t hitung
<i>P(T<=t) one-tail</i>	0,382560127	
<i>t Critical one-tail</i>	1,782287556	
<i>P(T<=t) two-tail</i>	0,765120254	
<i>t Critical two-tail</i>	2,17881283	t table

Berdasarkan hasil *output* uji t yang ditunjukkan pada Tabel 4.7 dapat dijelaskan bahwa uji t hitung sebesar 0,305634094 sedangkan t tabel 2,17881283. Dapat dinyatakan bahwa hipotesis H_0 di terima, karena $t \text{ hitung} \leq t \text{ tabel}$, dengan angka $0,305634094 \leq 2,17881283$. Dapat disimpulkan bahwa data 1 dan data 2 tidak berbeda secara signifikan, yang menggambarkan bahwa pelarut 25 mL dan 75 mL jika digunakan sebagai pelarut tidak memberikan pengaruh yang signifikan. Kesimpulan yang bisa didapat adalah tidak ada pengaruh terhadap hasil kadar sulfur jika kita menggunakan pelarut 25 mL ataupun 75 mL.

4.3.6 Uji Stabilitas

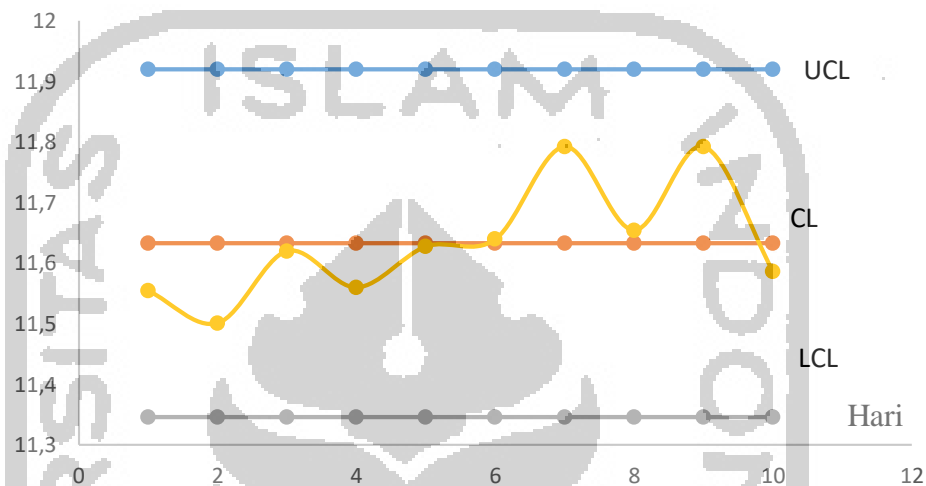
Uji stabilitas dilakukan untuk menguji dan mengetahui perubahan konsentrasi sampel dari masa kemasa, uji stabilitas dilakukan dalam kurun waktu kurang lebih 30 hari. Uji stabilitas dilakukan untuk mengetahui ada atau tidaknya penyimpangan selama dilakukan pengujian dengan membandingkan hasil uji secara berkala. Pengukuran hasil ditunjukkan pada Tabel 4.8

Tabel 4.8 Tabel Penentuan Stabilitas Pengujian

Data	Massa (g)	Volume titrasi (mL)	Kadar sulfur (% b/b)
1	0,1002	3,6120	11,5545
2	0,1005	3,6073	11,5013
3	0,1002	3,6313	11,6201
4	0,1003	3,6173	11,5601
5	0,1004	3,6433	11,6276
6	0,1007	3,6580	11,6397
7	0,1004	3,6950	11,7926
8	0,1004	3,6590	11,6545
9	0,1006	3,7266	11,7926
10	0,1012	3,6570	11,5867
	Rata		11,6300
	SD		0,0957
	LCL		11,9200
	LC		11,6300
	UCL		11,3400

Pembanding untuk menentukan batas terima menggunakan batas kendali meliputi UCL (*Upper Control Limit*) CL (*Center line*) LCL (*Lower Control Limit*). UCL menggambarkan batas maksimal atas kendali, jika pengukuran hasilnya diatas nilai ULC maka perlu di lakukan penelusuran dan olah data kembali untuk menentukan apakah data tersebut bisa diterima dan diolah kembali atau data tersebut dapat dihapus. Data yang baik adalah data yang menyinggung dari nilai CL, dan tidak melewati garis UCL dan LCL, sehingga data stabilitas masih masuk kedalam rentang keberterimaan untuk stabilitas. Tabel 4.8 didapat dengan

melakukan pengujian berdasarkan selang waktu tertentu, data didapat berdasarkan pengujian setiap 3 hari sekali dengan melakukan 3 kali pengulangan dan diambil nilai rata-rata pengukuran, sehingga didapat hasil *control chart* seperti Gambar 4.2



Gambar 4.2 Control Chart stabilitas pengujian sulfur

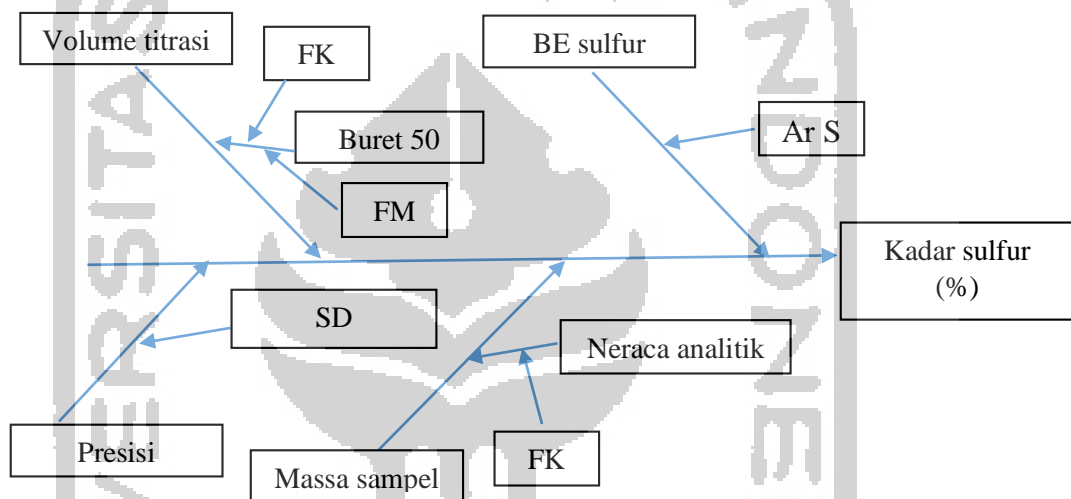
Berdasarkan Gambar 4.2, pengujian mengalami kenaikan dan penurunan grafik setiap pengambilan data diantara garis CL, akan tetapi hasil tidak melebihi garis UCL dan LCL, pada sampel pengulangan ke 2 dan 4 mengalami penurunan mendekati UCL akan tetapi masih bisa di terima karena pada hari selanjutnya mendekati garis CL. Pada pengulangan ke 7 dan 9 sampel mengalami kenaikan akan tetapi masih dibawah UCL, sehingga masih bisa di terima karena pada hari selanjutnya sampel mendekati garis CL kembali.

4.3.7 Estimasi Ketidakpastian

Setiap pengukuran pasti memiliki penyimpangan, untuk menghasilkan hasil yang bisa dipercaya maka harus tertelusur dan memiliki rekaman jejak yang baik dari setiap perlakuan, alat, dan juga lingkungan. Ketertelusuran dari sebuah pengujian bisa dihubungkan atau dikaitkan dengan nilai ketidakpastian. Ketertelusuran hasil pengujian bisa dihubungkan dengan nilai benar yang berasal dari bahan acuan, sedangkan ketidakpastian menyatakan sebaran nilai kuantitatif yang diperoleh dari hasil pengujian berdasarkan informasi yang digunakan, sehingga ketidakpastian merupakan nilai rentang dimana nilai benar itu berada

(Sa'diyah, 2014). Ketidakpastian ditelusuri untuk mengetahui nilai benar dari validasi metode penentuan sulfur sehingga diharapkan memberikan metode dengan hasil yang valid.

Langkah menentukan nilai ketidakpastian diawali menelusuri penyumbang ketidakpastian dengan cara menggambar diagram tulang ikannya, dari diagram tersebut bisa kita tentukan faktor apa saja yang menyebabkan dan menyumbang nilai ketidakpastian, diagram tulang ikan ditunjukkan pada Gambar 4.3



Gambar 4.3 Diagram Tulang Ikan

Mengacu pada diagram tulang ikan pada Gambar 4.3, menunjukkan nilai ketidakpastian berasal dari beberapa faktor, diantaranya adalah presisi, penimbangan sampel, volume titrasi dan BE sulfur, diagram tulang ikan bisa dibuat dengan mengacu pada rumus penentuan kadar sulfur dalam sampel. Semua penyumbang ketidakpastian digunakan untuk menentukan nilai ketidakpastian baku hingga ketidakpastian gabungan. sumber dari penyumbang nilai ketidakpastian berdasarkan sumber-sumber nilai ketidakpastian dapat dilihat pada Tabel 4.9

Tabel 4.9 Sumber-Sumber Penyumbang Nilai Ketidakpastian

Ketidakpastian asal	Nilai (x)	Satuan	Ketidakpastian baku (μx)	Ketidakpastian baku relatif ($\mu x/x$)
be Sulfur	32,046	G/mol	0,0029	$8,18014 \times 10^{-9}$
Presisi	7			0.001910108
v titrasi	3,68	mL	0,0735	0,000398914
masa sampel	0,102175	G	0,00005	$2,39493 \times 10^{-7}$
Ketidakpastian gabungan				0,5555 % b/b
Ketidakpastian diperluas				1.1110 % b/b

Berdasarkan Tabel 4.9 penyumbang nilai ketidakpastian terbesar berada pada presisi pengujian, hal ini bisa disebabkan oleh faktor nilai standar deviasi, faktor lingkungan dan faktor peralatan yang digunakan dalam pengujian. Berdasarkan rumus didapat juga nilai ketidakpastian gabungan yang diperoleh adalah sebesar 0,5555, tahap terakhir adalah menentukan nilai ketidakpastian diperluas, cara menentukannya adalah dengan mengkalikan nilai dari ketidakpastian gabungan dengan nilai cakupannya (K). dalam penentuan ada dua cara yaitu nilai cakupan atau nilai kepercayaan 95% dan nilai cakupan 99%, untuk nilai cakupan (k) 95% maka nilai k sendiri adalah 2 atau 1,96, sedangkan untuk nilai cakupan 99% maka nilai k nya adalah 3. Pada penelitian ini, nilai cakupan yang digunakan adalah dengan nilai kepercayaan 95% sehingga nilai k nya adalah 2, didapat nilai ketidakpastian diperluasnya adalah 1,1110 %

Tabel 4.10 Tabel penyumbang ketidakpastian kepercayaan 95%

Ketidakpastian asal	Presentasi nilai (%)
BE Sulfur	0,0004
Presisi	82,7148
Volume Titrasi	17,2744
Massa Sampel	0,0103
Total	100

Nilai ketidakpastian bisa digunakan untuk menentukan faktor apakah yang memberikan pengaruh terbesar dalam penentuan nilai ketidakpastian, berdasarkan rumus dan nilai ketidakpastian baku, bisa ditentukan faktor apakah yang memberikan pengaruh terbesar penyumbang ketidakpastian, nilai tersebut ditunjukkan pada Tabel 4.10

Berdasarkan Tabel 4.10 ditunjukkan bahwa penyumbang nilai ketidakpastian terbesar ada pada presisi dengan nilai penyumbang sebesar 82,7148%, menunjukkan bahwa presisi memberikan nilai yang besar terhadap penyumbang nilai ketidakpastian. dengan sumber yang dimungkinkan berasal dari faktor standar deviasi, faktor analis dan faktor suhu dan lingkungan.

