

ANALISIS KANDUNGAN LOGAM As, Cd, DAN Pb DALAM MINYAK SUMBAWA A, B, C, DAN D

Lelyani Herly
Fakultas Farmasi
131z.herly@gmail.com

Abstrak - Telah dilakukan analisis logam kandungan logam arsen (As), kadmium (Cd), merkuri (Hg), timbal (Pb), dan timah (Sn) dalam minyak Sumbawa A, B, C, dan D yang merupakan obat tradisional khas Sumbawa. Sampel A dan B merupakan minyak Sumbawa berizin, sedangkan sampel C dan D merupakan minyak Sumbawa tak berizin. Persiapan sampel dilakukan dengan metode destruksi basah menggunakan HNO₃ pekat dan dengan prinsip ekstraksi menggunakan vorteks. Keberadaan logam dalam sampel dianalisis dengan instrument *Inductively Coupled Plasma Spectrophotometer* (ICPS) Fisons ARL-3410+. Sebelum dilakukan analisis, dilakukan validasi metode terlebih dahulu dengan melihat parameter selektivitas, linieritas, akurasi, presisi, serta batas deteksi dan batas kuantitasi. λ untuk analisis logam As = 228,812 nm, Cd = 228,802 nm, Hg = 253,626 nm, Pb = 283,306 nm, dan Sn = 283,999 nm. Nilai r untuk masing-masing logam berkisar antara 0,9988-0,9999 dan V_{x_0} berkisar antara 0,96%-4,78%. % *recovery* berkisar antara 80,81%-97,29% dan KV berkisar antara 0,51-1,95%. LOD dan LOQ berturut-turut untuk logam As = 0,1012 ppm dan 0,3374 ppm, Cd = 0,0851 ppm dan 0,2836 ppm, Hg = 0,4255 ppm dan 1,4183 ppm, Pb = 0,3057 ppm dan 1,0190 ppm, serta Sn = 0,2811 ppm dan 0,9369 ppm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sampel A, B, C, dan D tidak mengandung logam As, Cd, Hg, Pb, dan Sn. Hal tersebut menunjukkan bahwa sampel A, B, C, dan D memenuhi syarat yang ditetapkan oleh SNI dan BPOM, yaitu $\leq 0,1$ mg/kg untuk As, $\leq 0,3$ ppm untuk Cd, $\leq 0,05$ mg/kg untuk Hg, $\leq 10,0$ ppm untuk Pb, dan ≤ 40 mg/kg untuk Sn.

Kata kunci: Logam berat, arsen (As), kadmium (Cd), merkuri (Hg), timbal (Pb), timah (Sn), minyak Sumbawa, validasi metode

PENDAHULUAN

Dewasa ini minat masyarakat terhadap obat tradisional mengalami peningkatan. Faktor yang mendorong masyarakat untuk mendayagunakan obat bahan alam antara lain mahalnya harga obat modern/sintetis dan banyaknya efek samping. Selain itu faktor promosi melalui media masa juga ikut berperan dalam meningkatkan penggunaan obat bahan alam (Dewoto, 2007).

Salah satunya contoh obat tradisional adalah minyak Sumbawa yang berasal dari Pulau Sumbawa. Minyak ini sudah menjadi warisan turun temurun dalam masyarakat Sumbawa dan dipercaya mampu menyembuhkan berbagai macam penyakit, seperti gangguan otot dan sendi, luka, bengkak, bentol akibat gigitan serangga, dan lain-lain. Penggunaannya adalah dengan cara digosok pada kulit dan bisa pula dengan cara diminum.

Minyak Sumbawa biasanya dibuat oleh industri rumah tangga. Tidak ada pabrik yang khusus membuat minyak ini. Maraknya penggunaan obat tradisional menyebabkan praktek pembuatan minyak Sumbawa meningkat. Yang menjadi masalah adalah minimnya pengawasan dan jaminan terhadap mutu dan kualitas produk yang dihasilkan. Terdapat industri rumah tangga yang tidak mendaftarkan produk mereka ke BPOM atau Dinas Kesehatan. Di pasaran terdapat pula produk minyak Sumbawa yang tak mempunyai merk, segel, label maupun izin dan hanya dikemas dalam botol minuman bekas.

Salah satu bahaya yang mengancam adalah kandungan logam berat yang kemungkinan terdapat dalam produk minyak Sumbawa. SNI menetapkan 5 jenis logam berat yang tidak boleh ada dalam makanan yaitu arsen (As), kadmium (Cd), merkuri (Hg), timah (Sn), dan timbal (Pb) (Badan Standarisasi Nasional, 2009). Sementara itu BPOM juga menetapkan 3 jenis logam yang persyaratannya harus dipenuhi dalam obat tradisional yaitu arsen (As), kadmium (Cd), dan timbal (Pb) (BPOM, 2008). Hal ini sehubungan dengan cara penggunaan minyak Sumbawa dengan cara diminum.

Berdasarkan SNI, batas maksimum cemaran logam dalam minyak nabati merkuri (Hg) adalah 0,05 mg/kg (Badan Standarisasi Nasional, 2009) dan batas maksimum cemaran logam dalam dalam minyak jagung sebagai minyak makan untuk Sn adalah 40 mg/kg (Badan Standarisasi Nasional, 1998). Berdasarkan BPOM persyaratan kandungan logam berat yang harus dipenuhi dalam obat

tradisional untuk arsen (As) $\leq 10,0$ ppm, kadmium (Cd) $\leq 0,3$ ppm, dan timbal (Pb) $\leq 10,0$ ppm (BPOM, 2008).

METODE PENELITIAN

Bahan yang akan diteliti adalah minyak Sumbawa A dan B yang mempunyai izin dari lembaga kesehatan serta C dan D yang tidak mempunyai izin dari lembaga kesehatan. Bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini adalah HNO_3 pekat (Merck), aquadem, serta larutan As, Hg, Cd, Pb, dan Sn 1000 bpj (Merck) sebagai pembanding.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat-alat gelas laboratorium, pipet tetes, timbangan analitik (*Santorius*), vorteks (*Thermolyne*), kertas saring, *aluminium foil*, mikropipet, *hot plate* (*Thermolyne*), serta ICPS (*ARL-Fisons 3410+*).

Preparasi sampel dilakukan dengan metode destruksi basah menggunakan HNO_3 pekat dan dengan prinsip ekstraksi menggunakan vorteks. Sampel ditimbang 10 g dan dimasukkan *beaker glass*. Sampel ditambahkan 10 ml HNO_3 pekat dan divorteks dengan frekuensi 50 Hz selama 60 detik sampai lapisannya tercampur sempurna. *Beaker glass* ditutup dengan *aluminium foil* dan dipanaskan di atas *hot plate* pada suhu 70°C selama 2 jam sambil divorteks setiap 30 menit. Campuran ini kemudian dibiarkan dingin. Lapisan asam yang berada di bagian bawah dipipet, dimasukkan ke dalam labu ukur, dan diencerkan dengan HNO_3 2% sampai garis tanda. Partikulat dan sisa minyak yang tertinggal disaring menggunakan kertas saring. Setelah itu dilakukan analisis menggunakan ICPS dan dihitung kadarnya logam As, Cd, Hg, Pb, dan Sn di dalamnya (Pehlivan, 2014; AOAC, 2005).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum dilakukan analisis, sampel terlebih dahulu diberikan perlakuan (*pretreatment*) dengan destruksi basah. Destruksi ini dimaksudkan untuk menghilangkan komponen organik dari sampel dengan prinsip oksidasi. Destruksi

kering tidak digunakan karena logam yang ingin dianalisis mudah menguap seperti As dan Hg. Destruksi basah dilakukan menggunakan HNO₃ pekat. HNO₃ dipilih karena tidak bersifat eksplosif seperti asam perklorat dan tidak membentuk garam yang sukar larut air seperti asam sulfat. Selama proses destruksi basah, lapisan asam dan minyak tidak saling campur. Karena itu digunakan pula prinsip ekstraksi dengan menggunakan vorteks.

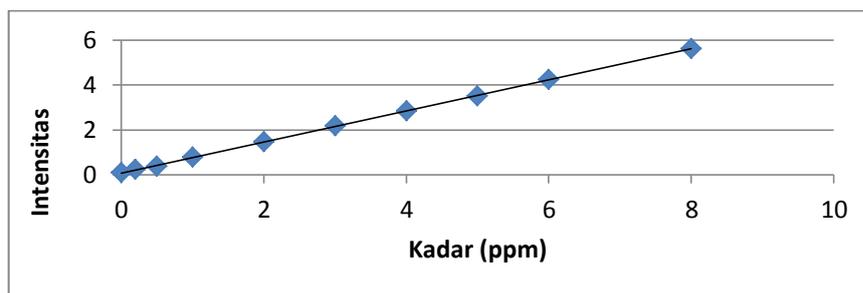
Sebelum dilakukan analisis terhadap kandungan logam As, Cd, Hg, Pb, dan Sn, dilakukan validasi metode terlebih dahulu terhadap beberapa parameter, yaitu selektivitas (spesifisitas), linieritas, sensitifitas, serta kecermatan (akurasi) dan keseksamaan (presisi), serta untuk membuktikan bahwa parameter-parameter ini memenuhi persyaratan untuk penggunaannya (Harmita, 2004).

Analisis ICPS untuk penetapan kadar logam As dilakukan pada panjang gelombang 228,812 nm, logam Cd pada panjang gelombang 228,802 nm, logam Hg pada panjang gelombang 253,626 nm, logam Pb pada panjang gelombang 283,306 nm, dan logam Sn pada panjang gelombang 283,999 nm. Panjang gelombang ini dipilih karena mempunyai sensitivitas yang besar. Selain itu pada panjang gelombang ini, masing-masing logam tidak saling berinterferensi satu sama lain.

Dari kurva baku untuk logam As, didapatkan persamaan garis $y = 0,6920x + 0,0863$, $r = 0,9999$, $V_{x0} = 1,14\%$, $LOD = 0,1012$ ppm, dan $LOQ = 0,3374$ ppm.

Tabel 1. Intensitas Baku Kerja Logam As

Kadar (ppm)	Intensitas
0,00	0,103
0,20	0,241
0,50	0,389
1,00	0,783
2,00	1,475
3,00	2,177
4,00	2,855
5,00	3,510
6,00	4,257
8,00	5,626

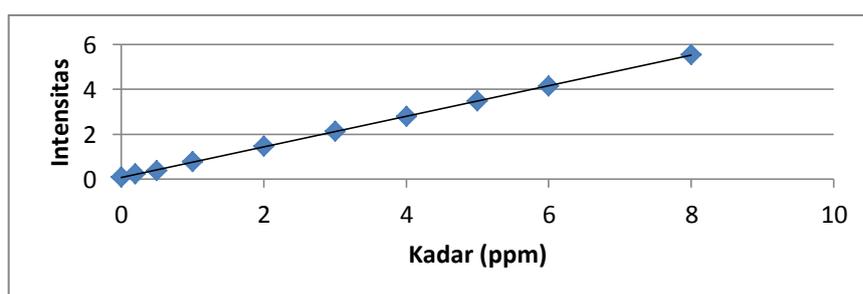


Gambar 1. Kurva Hubungan Kadar dan Intensitas dari Baku Logam As

Dari kurva baku untuk logam Cd, didapatkan persamaan garis $y = 0,6806x + 0,0877$, $r = 0,9999$, $V_{x0} = 0,96\%$, $LOD = 0,0851$ ppm, dan $LOQ = 0,2836$ ppm.

Tabel 2. Intensitas Baku Kerja Logam Cd

Kadar (ppm)	Intensitas
0,00	0,098
0,20	0,236
0,50	0,387
1,00	0,781
2,00	1,466
3,00	2,136
4,00	2,797
5,00	3,484
6,00	4,159
8,00	5,546

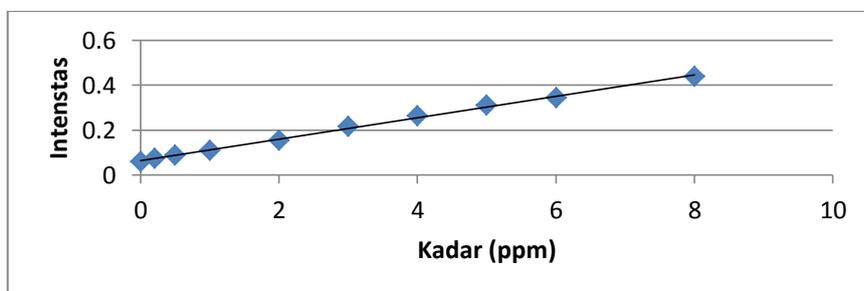


Gambar 4.2 Kurva Hubungan Kadar dan Intensitas dari Baku Logam Cd

Dari kurva baku untuk logam Hg, didapatkan persamaan garis $y = 0,0475x + 0,0650$, $r = 0,9988$, $V_{x0} = 4,78\%$, $LOD = 0,4255$ ppm, dan $LOQ = 1,4183$ ppm.

Tabel 3. Intensitas Baku Kerja Logam Hg

Kadar (ppm)	Intensitas
0,00	0,06
0,20	0,075
0,50	0,089
1,00	0,109
2,00	0,155
3,00	0,215
4,00	0,264
5,00	0,312
6,00	0,345
8,00	0,438

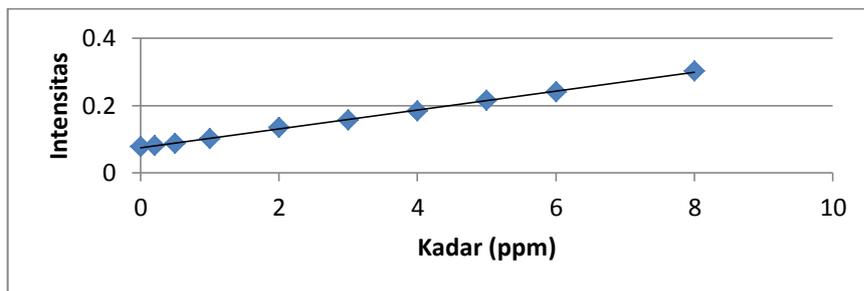


Gambar 3. Kurva Hubungan Kadar dan Intensitas dari Baku Logam Hg

Dari kurva baku untuk logam Pb, didapatkan persamaan garis $y = 0,0279x + 0,0751$, $r = 0,9994$, $V_{x0} = 3,43\%$, $LOD = 0,3057$ ppm, dan $LOQ = 1,0190$ ppm.

Tabel 4. Intensitas Baku Kerja Logam Pb

Kadar (ppm)	Intensitas
0,00	0,078
0,20	0,081
0,50	0,088
1,00	0,102
2,00	0,135
3,00	0,156
4,00	0,183
5,00	0,215
6,00	0,241
8,00	0,302

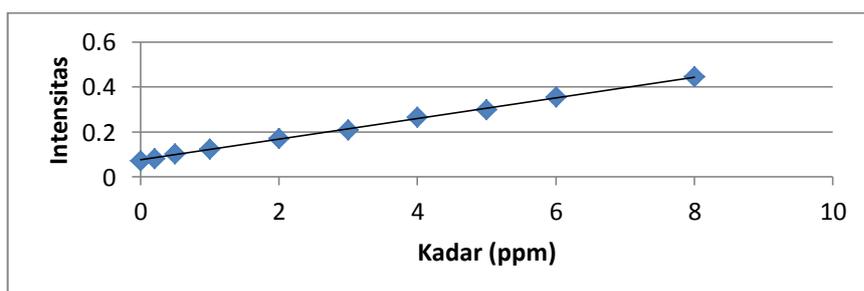


Gambar 4.4 Kurva Hubungan Kadar dan Intensitas dari Baku Logam Pb

Dari kurva baku untuk logam Sn, didapatkan persamaan garis $y = 0,0462x + 0,0753$, $r = 0,9994$, $V_{x0} = 3,15\%$, $LOD = 0,2811$ ppm, dan $LOQ = 0,9369$ ppm.

Tabel 5. Intensitas Baku Kerja Logam Sn

Kadar (ppm)	Intensitas
0,00	0,072
0,20	0,082
0,50	0,102
1,00	0,123
2,00	0,172
3,00	0,210
4,00	0,265
5,00	0,299
6,00	0,355
8,00	0,445



Gambar 5. Kurva Hubungan Kadar dan Intensitas dari Baku Logam Sn

Uji akurasi dalam penelitian ini dilakukan dengan menambahkan masing-masing baku logam sebanyak 5 ppm ke dalam matriks minyak Sumbawa. Dilakukan pula replikasi sebanyak enam kali untuk menentukan kepresisiannya. Keempat minyak Sumbawa mempunyai komposisi utama yang sama yaitu

minyak kelapa. Karena itu hanya dipilih 2 minyak Sumbawa, yaitu merk B dan D untuk dilakukan uji akurasi dan presisi. Minyak Sumbawa B dan D dipilih sebagai perwakilan masing-masing sampel yang berizin dan tak berizin.

Tabel 6. Penentuan Akurasi Logam Arsen (As) dalam Matriks Minyak Sumbawa

Mat-riks	Kadar Adisi (ppm)	Rep-likasi	Bobot (gram)	Inten-sitas mat-riks	Inten-sitas	Inten-sitas sebe-narnya	Kadar yang ditemu-kan (ppm)	% reco-very
B	5	1	10	0.0421	3.081	3.0389	4.3275	86.55
		2	9.9939		3.086	3.0439	4.3347	86.69
		3	10.0024		3.069	3.0269	4.3101	86.20
		4	9.9947		3.108	3.0659	4.3665	87.33
		5	9.9956		3.109	3.0669	4.3679	87.36
		6	10.0058		3.092	3.0499	4.3434	86.87
D	5	1	9.9965	0.0398	3.207	3.1672	4.5096	90.19
		2	9.9926		3.172	3.1322	4.4590	89.18
		3	9.9936		3.204	3.1642	4.5052	90.10
		4	9.9929		3.176	3.1362	4.4648	89.30
		5	9.9976		3.178	3.1382	4.4677	89.35
		6	9.9947		3.24	3.2002	4.5572	91.14

Tabel 7. Penentuan Akurasi Logam Kadmium (Cd) dalam Matriks Minyak Sumbawa

Mat-riks	Kadar Adisi (ppm)	Rep-likasi	Bobot (gram)	Inten-sitas mat-riks	Inten-sitas	Inten-sitas sebe-narnya	Kadar yang ditemu-kan (ppm)	% reco-very
B	5	1	10	0.0427	3.086	3.0433	4.4055	88.11
		2	9.9939		3.14	3.0973	4.4849	89.70
		3	10.0024		3.144	3.1013	4.4907	89.81
		4	9.9947		3.127	3.0843	4.4658	89.32
		5	9.9956		3.151	3.1083	4.5010	90.02
		6	10.0058		3.136	3.0933	4.4790	89.58
D	5	1	9.9965	0.0410	3.17	3.129	4.5290	90.58
		2	9.9926		3.154	3.113	4.5054	90.11
		3	9.9936		3.216	3.175	4.5965	91.93
		4	9.9929		3.143	3.102	4.4893	89.79
		5	9.9976		3.186	3.145	4.5525	91.05
		6	9.9947		3.208	3.167	4.5848	91.70

Tabel 8. Penentuan Akurasi Logam Merkuri (Hg) dalam Matriks Minyak Sumbawa

Mat-riks	Kadar Adisi (ppm)	Rep-likasi	Bobot (gram)	Inten-sitas mat-riks	Inten-sitas	Inten-sitas sebe-narnya	Kadar yang ditemu-kan (ppm)	% reco-very
B	5	1	10	0.0625	0.268	0.2055	4.2698	85.40
		2	9.9939		0.272	0.2095	4.3540	87.08
		3	10.0024		0.265	0.2025	4.2067	84.13
		4	9.9947		0.271	0.2085	4.3329	86.66
		5	9.9956		0.265	0.2025	4.2067	84.13
		6	10.0058		0.264	0.2015	4.1857	83.71
D	5	1	9.9965	0.0597	0.273	0.2133	4.3750	87.50
		2	9.9926		0.266	0.2063	4.2278	84.56
		3	9.9936		0.268	0.2083	4.2698	85.40
		4	9.9929		0.271	0.2113	4.3329	86.66
		5	9.9976		0.269	0.2093	4.2909	85.82
		6	9.9947		0.275	0.2153	4.4171	88.34

Tabel 9. Penentuan Akurasi Logam Timbal (Pb) dalam Matriks Minyak Sumbawa

Mat-riks	Kadar Adisi (ppm)	Rep-likasi	Bobot (gram)	Inten-sitas mat-riks	Inten-sitas	Inten-sitas sebe-narnya	Kadar yang ditemu-kan (ppm)	% reco-very
B	5	1	10	0.0678	0.193	0.1252	4.2195	84.39
		2	9.9939		0.194	0.1262	4.2553	85.11
		3	10.0024		0.196	0.1282	4.3269	86.54
		4	9.9947		0.191	0.1232	4.1479	82.96
		5	9.9956		0.192	0.1242	4.1837	83.67
		6	10.0058		0.189	0.1212	4.0763	81.53
D	5	1	9.9965	0.068	0.19	0.122	4.1121	82.24
		2	9.9926		0.189	0.121	4.0763	81.53
		3	9.9936		0.189	0.121	4.0763	81.53
		4	9.9929		0.191	0.123	4.1479	82.96
		5	9.9976		0.188	0.12	4.0405	80.81
		6	9.9947		0.19	0.122	4.1121	82.24

Tabel 10. Penentuan Akurasi Logam Timah (Sn) dalam Matriks Minyak Sumbawa

Mat-riks	Kadar Adisi (ppm)	Rep-likasi	Bobot (gram)	Inten-sitas mat-riks	Inten-sitas	Inten-sitas sebe-narnya	Kadar yang ditemu-kan (ppm)	% reco-very
B	5	1	10	0.0658	0.29	0.2242	4.6480	92.96
		2	9.9939		0.286	0.2202	4.5614	91.23
		3	10.0024		0.288	0.2222	4.6047	92.09
		4	9.9947		0.286	0.2202	4.5614	91.23
		5	9.9956		0.288	0.2222	4.6047	92.09
		6	10.0058		0.289	0.2232	4.6264	92.53
D	5	1	9.9965	0.0663	0.292	0.2257	4.6913	93.83
		2	9.9926		0.292	0.2257	4.6913	93.83
		3	9.9936		0.3	0.2337	4.8645	97.29
		4	9.9929		0.289	0.2227	4.6264	92.53
		5	9.9976		0.298	0.2317	4.8212	96.42
		6	9.9947		0.298	0.2317	4.8212	96.42

Berdasarkan hasil uji akurasi, didapatkan % recovery 86,20%-87,36% untuk logam As, 86,20%-87,36% untuk logam Cd, 86,20%-87,36% untuk logam Hg, 86,20%-87,36% untuk logam Pb, dan 86,20%-87,36% untuk logam Sn. Hasil ini memenuhi persyaratan akurasi dari WHO yaitu 80%-120%.

Tabel 11. Nilai KV Logam As, Cd, Hg, Pb, dan Sn dalam Matriks B

Replikasi	Intensitas Logam As	Intensitas Logam Cd	Intensitas Logam Hg	Intensitas Logam Pb	Intensitas Logam Sn
1	3.3089	3.0433	0.2055	0.1252	0.2242
2	3.0439	3.0973	0.2095	0.1262	0.2202
3	3.0269	3.1013	0.2025	0.1282	0.2222
4	3.0659	3.0843	0.2085	0.1232	0.2202
5	3.0669	3.1083	0.2025	0.1242	0.2222
6	3.0499	3.0933	0.2015	0.1212	0.2232
Rata-rata	3,0487	3,0880	0,205	0,1247	0,2220
SD	0,0156	0,0233	0,0034	0,0024	0,0016
KV	0,51%	0,75%	1,65%	1,95%	0,72%

Tabel 12. Nilai KV Logam As, Cd, Hg, Pb, dan Sn dalam Matriks D

Replikasi	Intensitas Logam As	Intensitas Logam Cd	Intensitas Logam Hg	Intensitas Logam Pb	Intensitas Logam Sn
1	3.1672	3.129	0.2133	0.122	0.2257
2	3.1322	3.113	0.2063	0.121	0.2257
3	3.1642	3.175	0.2083	0.121	0.2337
4	3.1362	3.102	0.2113	0.123	0.2227
5	3.1382	3.145	0.2093	0.12	0.2317
6	3.2002	3.167	0.2153	0.122	0.2317
Rata-rata	3,1564	3,1385	0,2106	0,1215	0,2287
SD	0,0262	0,0292	0,0033	0,0010	0,0044
KV	0,83%	0,93%	1,58%	0,86%	1,93%

Kriteria seksama diberikan jika metode memberikan KV 2% atau kurang (Harmita, 2004). Dari hasil uji presisi dapat dilihat bahwa KV yang dihasilkan untuk logam As, Cd, Hg, Pb, dan Sn seluruhnya $\leq 2\%$ sehingga dinyatakan memenuhi syarat.

Tabel 13. Pengamatan Intensitas Logam As, Cd, Hg, Pb, dan Sn dalam Sampel Minyak Sumbawa

Sampel	Intensitas Logam As	Intensitas Logam Cd	Intensitas Logam Hg	Intensitas Logam Pb	Intensitas Logam Sn
A	0.0425	0.0475	0.0605	0.0705	0.0685
	0.0425	0.0435	0.0615	0.0665	0.0705
	0.042	0.0445	0.0605	0.067	0.0705
B	0.042	0.042	0.0595	0.07	0.0685
	0.045	0.0455	0.058	0.072	0.0715
	0.0435	0.0425	0.058	0.069	0.0665
C	0.044	0.041	0.059	0.071	0.0705
	0.0435	0.0425	0.062	0.069	0.0685
	0.0425	0.043	0.061	0.0665	0.067
D	0.0425	0.042	0.0585	0.0685	0.0695
	0.0435	0.042	0.06	0.067	0.07
	0.0435	0.041	0.06	0.068	0.069

Berdasarkan analisis kualitatif terlihat bahwa sampel A, B, C, dan D tidak mengandung logam As, Hg, Cd, Pb, dan Sn. Hal ini ditunjukkan dengan tidak adanya puncak pada panjang gelombang 228,812 nm, 228,802 nm, 253,626 nm,

283,306 nm, dan 283,999 nm. Intensitas yang dihasilkan terlalu kecil. Intensitas tersebut berada di bawah LOD sehingga kadarnya dapat dikatakan tidak terdeteksi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa dalam minyak Sumbawa A dan B yang mempunyai izin dari lembaga kesehatan, serta minyak Sumbawa C dan D yang tidak mempunyai izin dari lembaga kesehatan, tidak terdapat kandungan logam berat As, Cd, Hg, Pb, dan Sn. Hal ini membuktikan bahwa keempat produk minyak Sumbawa tersebut memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh SNI dan BPOM mengenai batas maksimum cemaran logam. Jadi baik sampel minyak Sumbawa berizin maupun tak berizin dalam penelitian ini sama-sama dinyatakan aman untuk digunakan dengan cara dikonsumsi sebagai obat tradisional. Namun minyak Sumbawa yang tak berizin harus tetap diwaspadai karena tidak adanya jaminan resmi terhadap keamanannya.

Sampel yang dianalisis hanya empat produk sehingga tidak dapat mewakili keseluruhan minyak Sumbawa yang beredar di masyarakat. Setiap produk minyak Sumbawa dari industri rumah tangga yang berbeda memiliki komposisi tersendiri dalam pembuatannya. Karena itu diperlukan penelitian yang lebih lanjut mengenai kandungan logam berat As, Cd, Hg, Pb, dan Sn dalam produk minyak Sumbawa lainnya yang dijual di pasaran.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC International, 2005, *Official Methods of Analysis of AOAC International*, 18th Edition, Volume 1, AOAC International, USA, 9.46-50.
- Akyar I, 2011, *Wide Spectra of Quality Control*, InTech, Croatia, 59-60
- Andarwulan N, Kusnandar F, dkk, 2011, *Analisis Pangan*, Dian Rakyat, Jakarta.

- Anggraeni LI, 2009, Pemeriksaan Logam Berat Kadmium (Cd) dan Timbal (Pb) pada Air Laut dan Kerang Hijau (*Perna viridis Linn.*) Pantai Kenjeran Surabaya Juli-September 2008, Universitas Surabaya, Surabaya, 51-54.
- BPOM Republik Indonesia, 2008, Mutu Keamanan dan Kemanfaatan Produk Obat Bahan Alam, *Naturalkos*, 3(8), 2-3
- BPOM Republik Indonesia, 2011, Persyaratan Cemaran Mikroba dan Logam Berat dalam Kosmetika, 6.
- Badan Standarisasi Nasional, 2009, Standar Nasional Indonesia Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan, 6-27.
- Badan Standarisasi Nasional, 1998, Standar Nasional Indonesia Minyak Jagung Sebagai Minyak Makan, 1.
- Darmono, 2008, Lingkungan Hidup dan Pencemaran: Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam, Universitas Indonesia (UI-Press), Jakarta, 129-152.
- Dean JR, 1997, *Atomic Absorption and Plasma Spectroscopy*, 2nd Edition, John wiley & sons, New York, 82-85.
- Dewoto HR, 2007, *Pengembangan Obat Tradisional Indonesia Menjadi Fitofarmaka*, *Majalah Kedokteran Indonesia*, 57(7), 206.
- Enders A, Lehmann J, 2012, *Comparison of Wet Digestion and Dry Ashing Methods for Total Elemental Analysis of Biochar*, *Communication in Soil Science and Plant Analysis*, 43, 1042-1052.
- Harmita, 2004, Petunjuk Pelaksanaan Validasi Metode dan Cara Perhitungannya, *Majalah Ilmu Kefarmasian*, 1(3), 117-135.
- Menkes Republik Indonesia, 2012, Registrasi Obat Tradisional, 3.
- Merdeka, 2012, BBPOM NTB Musnahkan 2133 Jenis Produk Ilegal, (online), (<http://www.merdeka.com> diakses 12-10-2014).
- Palar H, 2008, Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat, Rineka Cipta, Jakarta, 23-131.
- Pehlivan E, Arslan G, Gode F, dkk, 2008, *Determination of Some Inorganic Metals in Edible Vegetable Oils by Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectroscopy (ICP-AES)*, *Grasas Y Aceites*, 59(3), 239-244

Robinson JW, 1996, *Atomic Spectroscopy*, 2nd Edition, Marcel dekker, New York, 277-285.

Saeni SM, 1997, Penentuan Tingkat Pencemaran Logam Berat dengan Analisis Rambut, Orasi Ilmiah, IPB, Bogor.

Sudarmadji S, Haryono B, dkk, 2003, Analisis bahan makanan dan pertanian, Liberty, Yogyakarta.

Yuwono M, Mulja M, dkk, 1999, *High Performance Liquid Chromatography*, Unit Layanan Konsultasi, Pengujian, dan Kerjasama Penelitian Fakultas Farmasi Universitas Airlangga, Surabaya, 49-58.