

Analisis Logam Kromium (Cr) Pada Sediaan Perona Pipi (*Blush On*) Secara Spektrofotometri Serapan Atom

(Determination of Chromium in *Blush On* by Atomic Absorption Spectrometry)

Regina Andayani^{*1}, Siti Yulia Rahma², dan Martinus²

¹Fakultas Farmasi, Universitas Andalas

²STIFI Yayasan Perintis Padang

ABSTRACT: Chromium is a heavy metal which is prohibited from using it in cosmetic preparations. Effects of chromium metal, when exposed to the skin, can cause dermatitis, oedema and ulcers that can extend to the skin. Analysis of chromium (Cr) metal in blush preparations by Atomic Absorption Spectrophotometry was carried out. Each sample was first destructed by dry destruction, then the sample was dissolved with 6 N nitric acid, the absorption of the sample solution was measured by an atomic absorption spectrophotometer using a chromium hollow cathode lamp at a wavelength of 357.9 nm. The results showed that all samples under the IZ, VV, KS and MC brands were detected containing chromium metal with levels of $10.05 \pm 0.05 \mu\text{g/g}$ respectively; $6.74 \pm 0.02 \mu\text{g/g}$; $28.95 \pm 0.19 \mu\text{g/g}$; $13.52 \pm 0.63 \mu\text{g/g}$. Data shows that the presence of chromium in all samples

Keywords: metal; chromium; blush; atomic absorption spectrophotometry.

ABSTRAK: Kromium merupakan logam berat yang dilarang penggunaannya dalam sediaan kosmetik. Efek logam kromium apabila terpapar pada kulit dapat menyebabkan dermatitis, oedema dan borok yang dapat meluas pada kulit. Analisis logam kromium (Cr) pada sediaan perona pipi (*Blush On*) secara Spektrofotometri Serapan Atom telah dilakukan. Masing-masing sampel didestruksi terlebih dahulu dengan cara destruksi kering, kemudian sampel dilarutkan dengan asam nitrat 6 N, larutan sampel diukur serapannya dengan alat Spektrofotometer Serapan Atom menggunakan lampu katoda berongga kromium pada panjang gelombang 357,9 nm. Hasil dari penelitian ini adalah sampel merek IZ, VV, KS, MC terdeteksi mengandung logam kromium dengan kadar berturut-turut adalah $10,05 \pm 0,05 \mu\text{g/g}$; $6,74 \pm 0,02 \mu\text{g/g}$; $28,95 \pm 0,19 \mu\text{g/g}$; $13,52 \pm 0,63 \mu\text{g/g}$. Data menunjukkan bahwa adanya kromium pada semua sampel

Kata kunci: logam; kromium; perona pipi; spektrofotometri serapan atom.

Pendahuluan

Kosmetik adalah bahan atau sediaan yang dimaksudkan untuk digunakan pada bagian luar tubuh manusia (epidermis, rambut, kuku, bibir dan organ genital bagian luar) atau gigi dan mukosa mulut terutama untuk membersihkan, mewangikan, mengubah penampilan dan atau memperbaiki bau badan atau melindungi atau memelihara tubuh pada kondisi baik. Bahan kosmetik adalah bahan yang berasal dari alam atau sintetik yang digunakan untuk memproduksi kosmetik [1].

Berbagai bentuk kosmetik termasuk krim, bedak, perona pipi (*blush on*), lipstik dan *lip glosses*, maskara, cat kuku, *eye liner* dan *eye shadow* [2,3]. *Blush on* atau perona pipi, adalah kosmetik untuk mewarnai pipi dalam berbagai warna merah dalam bentuk krim, cair, bubuk, atau gel. Perona pipi mengandung zat warna dan pigmen dalam konsentrasi tinggi, seng oksida dan titanium dioksida [4].

Beberapa logam berat seperti timbal, arsen, merkuri, aluminium, seng, kromium dan besi ditemukan dalam berbagai produk kosmetik seperti lipstik, pasta gigi pemutih, *eyeliner* dan pewarna kuku. Beberapa logam sengaja ditambahkan sebagai bahan aktif dan ada yang berupa kontaminan. Paparan logam akan menyebabkan masalah kesehatan seperti keracunan sistem reproduksi, kekebalan tubuh dan sistem saraf [5].

Analisis kandungan logam berat merkuri (Hg) dan timbal (Pb) pada kosmetik lipstik yang beredar di kota Makassar, hasil penelitian semua produk teridentifikasi mengandung logam Hg dan logam Pb dengan kadar kecil dari 1 ppm dan salah satu produk mengandung logam timbal dengan kadar 56 ppm [6].

Analisis logam kadmium (Cd) pada sediaan kosmetik *eyeshadow* yang berasal dari pasar Kiaracandong kota Bandung

Access this article



***Corresponding Author:** Regina Andayani

Fakultas Farmasi, Universitas Andalas, Jalan Universitas Andalas, Limau Manis, Pauh, Kota Padang, Sumatera Barat 25163 | Email: reginaandayani@phar.unand.ac.id

dengan metode spektrofotometri serapan atom menunjukkan bahwa semua sampel mengandung logam Cd namun masih dalam batas aman sesuai peraturan BPOM [7].

Beberapa produk kosmetik seperti krim pemutih kulit, lipstik dan bedak wajah yang beredar di Kano Metropolitan Nigeria ditemukan mengandung logam Mn, Ni, Cu, Cd, Cr dan Pb. Konsentrasi logam kromium (Cr) dibawah 1 ppm [8].

Salah satu logam berat yang mempunyai efek toksik berat antara lain kromium yang menyebabkan toksisitas pada kekebalan tubuh, pernafasan, serta toksisitas sistemik. Penelitian pada hewan menunjukkan pembentukan tumor pada dosis rendah [5]. Pada kulit menyebabkan dermatitis, oedema (gelembung-gelembung air) dan borok (ulcera) yang dapat meluas pada kulit [9]. Gejala klinis dermatitis dapat berupa kemerahan, perubahan warna kulit, rasa terbakar, pedih dan gatal [10].

Logam berat yang terkandung dalam kosmetik umumnya merupakan zat pengotor (impuritis) atau cemaran pada bahan dasar pembuatan kosmetik yang timbul saat proses produksi. Beberapa logam berat ada yang sengaja ditambahkan sebagai pigmen warna. Pigmen warna yang mengandung logam berat menarik penampakan warnanya dan tahan lama [11].

Berdasarkan penelitian di atas, belum ditemukan analisis logam kromium pada sediaan perona pipi (*blush on*). Dengan demikian, maka dilakukan penelitian untuk mengidentifikasi kandungan logam berat kromium pada perona pipi dari beberapa merek teregistrasi dan merek tidak teregistrasi yang di pasarkan di Pasar Raya Kota Padang. Analisa kuantitatif menggunakan metode spektrofotometri serapan atom. Pemilihan metode ini didasarkan bahwa metode ini cepat dan sederhana pengerjaannya, spesifik untuk setiap unsur, sensitif serta penggunaan sampel yang relatif sedikit [12].

Metode Penelitian

Bahan

Sediaan perona pipi yang berwarna merah dari merek yang teregistrasi (IZ dan VV) dan sediaan perona pipi yang berwarna merah dari merek yang tidak teregistrasi (KS dan MC), larutan induk kromium 1000 ppm, asam nitrat 6 N (E.Merck), larutan amonia (E.Merck), larutan natrium hidroksida (E.Merck), larutan natrium karbonat (E.Merck) dan air suling. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah spektrofotometer serapan atom (Varian SPECTRA 240) lengkap dengan lampu katoda kromium.

Pemeriksaan organoleptis dan homogenitas sampel

Pemeriksaan organoleptis dilakukan secara visual

dengan tujuan untuk mengamati bentuk, bau dan warna dari sampel perona pipi dan dilakukan juga pemeriksaan homogenitas sampel dengan cara mengoleskan sediaan sampel dengan jumlah tertentu pada kaca yang transparan, sampel dikatakan homogen jika tidak terdapat gumpalan dan butir-butir kasar.

Pengambilan sampel

Sampel yang digunakan adalah sediaan perona pipi yang dibeli dari pedagang kosmetik di Pasar Raya Kota Padang. Sampel yang digunakan berjumlah 2 kelompok, yaitu 2 merek dari kelompok yang teregistrasi, dan 2 merek dari kelompok yang tidak teregistrasi. Setiap kelompok diambil sampel berdasarkan warna yang lazim digunakan, yaitu merah. Sampel akan dianalisa secara kualitatif maupun kuantitatif.

Pembuatan larutan standar

Larutan standar kromium (Cr) 100 ppm

Sebanyak 10 mL larutan induk Cr 1000 ppm dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL lalu diencerkan dengan aquadest sampai garis tanda batas.

Larutan standar Cr 2 ; 4 ; 6 ; 8 dan 10 ppm

Larutan standar kromium 100 ppm dilakukan pengenceran sehingga diperoleh konsentrasi kromium 2 ; 4 ; 6 ; 8 dan 10 ppm. Setelah itu diukur absorbannya dengan 3 kali pengulangan menggunakan spektrofotometer serapan atom pada panjang gelombang 357,9 nm.

Penyiapan sampel

Metode yang digunakan adalah destruksi kering. Sampel sediaan perona pipi ditimbang sebanyak lebih kurang 4 g. Dimasukkan ke dalam krus porselen, lalu diarangkan di atas hotplate dengan suhu 100 0C hingga menjadi arang. Kemudian dilakukan pengabuan kedalam furnace pada suhu 600 0C selama 4 jam sampai diperoleh abu berwarna abu-abu keputihan. Setelah itu pindahkan ke dalam labu ukur 25 mL dan dilarutkan dengan penambahan 12,5 mL HNO₃ 6 N. Saring dengan kertas Whatman No.42. larutan ditambahkan aquadest sampai tanda batas. Lalu dilakukan pengenceran dengan cara memipet larutan sebanyak 5 mL ditambah 2 mL standar krom 10 ppm dimasukkan kedalam labu ukur 10 mL tambahkan aquadest sampai tanda batas. Filtrat yang diperoleh diukur absorbansi kromnya menggunakan spektrofotometer serapan atom pada panjang gelombang 357,9 nm. Dilakukan perlakuan sebanyak 2 kali, masing-masing filtrat dilakukan 3 kali pengulangan pengukuran absorbansi.

Validasi Metoda Analisis

Linieritas. Larutan standar krom dengan konsentrasi 2 ; 4 ; 6 ; 8 ; 10 ppm, masing-masing larutan diukur serapannya pada panjang gelombang 357,9 nm. Dari hasil absorbansi larutan standar krom dapat dihitung persamaan regresi linearnya, dengan mencari nilai koefisien korelasi (r), koefisien regresi (b), dan nilai a. Rumus : $Y = a + bx$. Persamaan regresi ini dikatakan linear jika faktor korelasinya (r) mendekati 1 [13,14].

Batas deteksi dan batas kuantifikasi. Dari kurva kalibrasi batas deteksi dan batas kuantifikasi dapat dihitung dengan rumus :

$$Y = a + bx; \text{ LOD} = 3 \times sb/b; \text{ LOQ} = 10 \times sb/b; sb = \text{simpangan baku.}$$

Presisi (keseksamaan). Presisi ditentukan dengan cara: larutan standar dengan berbagai tingkat konsentrasi (2, 6, dan 10 ppm) dilakukan tiga kali pengulangan pengukuran dalam 1 hari dan 3 hari berturut-turut. Koefisien Variasi (KV) = $Sb/xi \times 100 \%$. Hasilnya memenuhi kriteria presisi jika $\%KV < 7,3 \%$ [15].

Akurasi. Sampel sediaan perona pipi ditimbang sebanyak 4 g. Ditambahkan krom 40 %, 80 % dan 100 % dari konsentrasi sampel. Dimasukkan ke dalam krus porselen, lalu diarangkan di atas hotplate dengan suhu 100 0C hingga menjadi arang. Kemudian dilakukan pengabuan kedalam furnace pada suhu 600 0C selama 4 jam sampai diperoleh abu berwarna abu-abu keputihan. Setelah itu pindahkan dalam labu ukur 25 mL dan dilarutkan dengan penambahan 12,5 mL HNO₃ 6 N. Saring dengan kertas Whatman No.42. Kemudian larutan ditambahkan aquadest sampai tanda batas. Diukur absorbansi kromnya menggunakan spektrofotometer serapan atom pada panjang gelombang 357,9 nm.

$$\% \text{ Akurasi} = (Ct - Cs) / Ca \times 100 \%$$

Keterangan :

Ct = konsentrasi total sampel dengan penambahan standar kromium

Cs = konsentrasi sampel mula-mula

Ca = konsentrasi standar yang ditambahkan

Perolehan kembali memenuhi syarat validasi metode jika % perolehan kembalinya dengan nilai rentang 80% - 110% [15].

Rumus Perhitungan Kadar Kromium

Konsentrasi kromium dalam sampel ditentukan berdasarkan persamaan linear dari kurva kalibrasi. Kadar kromium dapat dihitung dari konsentrasi tersebut.

$$\text{Kadar kromium dalam sampel } ((\mu\text{g})/\text{g}) = (C \times V \times Fp) / W \times 100 \%$$

Keterangan :

C = Konsentrasi larutan sampel ($\mu\text{g}/\text{mL}$)

V = Volume larutan sampel (mL)

Fp = Faktor pengenceran

W = Berat sampel (g)

Hasil dan Diskusi

Karakteristik Sampel Penelitian

Pengambilan sampel perona pipi adalah perona pipi yang beredar di pedagang kaki lima Pasar Raya Kota Padang dengan memilih sampel berwarna merah dari merek yang teregistrasi BPOM dan yang tidak teregistrasi BPOM. Sampel perona pipi dilakukan destruksi, yaitu destruksi kering karena logam kromium mempunyai titik didih yang tinggi sehingga tidak mudah menguap dan pelarut yang digunakan lebih sedikit. Destruksi dilakukan dengan tujuan memisahkan senyawa organik menjadi anorganik.

Hasil pemeriksaan organoleptis yang telah dilakukan pada perona pipi dari berbagai merek yang teregistrasi BPOM maupun yang tidak teregistrasi BPOM adalah IZ, VV, KS, MC berbentuk padat, bau khas, warna merah dan homogen, sebagaimana yang ditunjukkan oleh [Tabel 1](#).

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Organoleptis dan Homogenitas

No	Sampel	Bentuk	Bau	Warna	Homogenitas
1	Perona Pipi IZ	Padat	Khas	Merah	Homogen
2	Perona Pipi VV	Padat	Khas	Merah	Homogen
3	Perona Pipi KS	Padat	Khas	Merah	Homogen
4	Perona Pipi MC	Padat	Khas	Merah	Homogen

Linieritas merupakan kemampuan suatu metode untuk memperoleh hasil-hasil uji yang secara langsung proporsional dengan konsentrasi analit pada kisaran yang diberikan. Tujuan linearitas ini dilakukan untuk melihat seberapa baik kurva kalibrasi yang menghubungkan antara respon (y) dengan konsentrasi (x). Hasil pengukuran larutan seri standar kromium didapatkan kurva kalibrasi dengan persamaan regresi linear $y = 0,0307 + 0,0662x$ dan nilai koefisien korelasi (r) adalah 0,9988 hal ini menunjukkan bahwa hubungan linear yang didapatkan ideal karena nilai koefisien korelasi yang mendekati 1 [16]. Persamaan regresi linear ini digunakan dalam perhitungan kadar kromium pada semua sampel, seperti yang tercantum dalam Tabel 2.

Pada Tabel 2 juga menunjukkan nilai batas deteksi (LOD) yaitu konsentrasi analit terendah dalam sampel yang masih dapat dideteksi dan batas kuantifikasi (LOQ) yaitu konsentrasi analit terendah dalam sampel yang dapat ditentukan dengan presisi dan akurasi yang dapat diterima pada kondisi operasional metoda yang digunakan. Batas deteksi dan kuantifikasi dapat dihitung secara statistik melalui garis regresi linier dari kurva kalibrasi. Dari hasil yang didapat batas deteksi kromium adalah 0,04 µg/mL, sedangkan batas kuantifikasi kromium adalah 1,83 µg/mL. Kegunaan dari batas deteksi dan batas kuantifikasi ini adalah untuk menunjukkan kepekaan metoda analisis yang baik untuk menentukan konsentrasi larutan sampel yang dianalisa.

Tabel 3 menunjukkan data presisi intraday dan Tabel 4 menunjukkan hasil uji presisi interday. Hasil uji presisi didapatkan nilai rata-rata koefisien variasi intraday adalah 1,21 % dan interday 2,15 %. Presisi menunjukkan derajat

kesesuaian hasil uji individual, diukur melalui penyebaran hasil individual dari rata-rata jika prosedur diterapkan secara berulang pada sampel-sampel yang diambil dari campuran yang homogen. Nilai % koefisien korelasi yang didapatkan menunjukkan sesuai dengan yang diharapkan yaitu $\leq 7,3\%$ [15].

Uji akurasi dilakukan dengan menghitung nilai perolehan kembali (recovery) kromium. Perolehan kembali dengan penambahan 40 % ; 80 % ; 100 % dari larutan standar kromium adalah 104,80 – 118,19 % Akurasi untuk menunjukkan derajat kedekatan hasil analisis dengan kadar senyawa yang sebenarnya. Hal ini menunjukkan bahwa derajat kedekatan hasil analisis dengan kadar analit yang sebenarnya cukup akurat karena hasil % perolehan kembali berada diantara 80 % - 110 % seperti yang diharapkan [15].

Berdasarkan perhitungan kadar kromium didapatkan kadar rata-rata dari sampel merek teregistrasi IZ dan VV berturut-turut adalah $10,05 \pm 0,05$ µg/g dan $6,74 \pm 0,02$ µg/g dan sampel merek yang tidak teregistrasi KS dan MC berturut-turut adalah $28,95 \pm 0,19$ µg/g dan $13,52 \pm 0,63$ µg/g, seperti yang terlihat pada Tabel 6. Beberapa sediaan perona pipi di Nigeria ditemukan mengandung kromium 9,81 µg/g dan USA 15,09 µg/g [16].

Semua sampel perona pipi yang dianalisis (merek IZ, VV, KS dan MC) mengandung logam berat kromium sehingga tidak memenuhi persyaratan kosmetik berdasarkan peraturan Kepala BPOM RI Nomor HK.00.05.42.1018 tahun 2008, tentang bahan kosmetik, yaitu kromium merupakan bahan yang dilarang penggunaannya dalam kosmetik [17].

Tabel 2. Data regresi linier kurva kalibrasi kromium

Parameter	Hasil
Rentang linieritas (µg/mL)	2-10
Persamaan regresi	$Y = 0,0307 + 0,0662x$
Koefisien korelasi	$r = 0,9988$
Batas deteksi (µg/mL)	0,04
Batas kuantisasi (µg/mL)	1,83

Tabel 3. Presisi intraday

Intraday (n=3)	Cf (rata±SD)	KV (%)
Ca (µg/mL)		
2	$2,35 \pm 0,13$	2,55
6	$5,55 \pm 0,03$	0,48
10	$8,08 \pm 0,05$	0,60

Tabel 4. Presisi interday

Interday (n=3)	Cf (rata±SD)	KV (%)
Ca (µg/mL)		
2	2,28 ± 0,06	3,51
6	5,35 ± 0,10	1,13
10	8,06 ± 0,22	1,82

Tabel 5. Uji Akurasi

Konsentrasi Cr dalam sampel IZ (µg/mL)	Konsentrasi Cr standar yang ditambahkan	Akurasi (%)
2,8051	40 %	118,19
	80 %	108,60
	100 %	104,80

Tabel 6. Kadar kromium (Cr) pada sediaan perona pipi

Merk sampel	Kadar Cr (µg/g)
IZ	10,05 ± 0,05
VV	6,74 ± 0,02
KS	28,95 ± 0,19
MC	13,52 ± 0,63

Kesimpulan

Metode spektrofotometri serapan atom dapat digunakan untuk analisis logam kromium pada kosmetika perona pipi dan memenuhi persyaratan validasi metode analisis. Semua sampel perona pipi dengan merk yang teregistrasi BPOM maupun yang tidak teregistrasi BPOM mengandung logam kromium. Hal ini melanggar ketentuan pada peraturan BPOM RI. NOMOR HK.00.05.42.1018 tahun 2008 tentang bahan kosmetik dimana kromium merupakan bahan yang dilarang penggunaannya dalam kosmetik.

Ucapan Terimakasih

Terima kasih disampaikan kepada Dekan Fakultas Farmasi Universitas Andalas yang telah mendanai penelitian ini melalui dana penelitian pengembangan dosen dana DIPA Fakultas Farmasi tahun anggaran 2018 Nomor. 05/UN.16.10/DPPKM/FFARMASI/2018.

Referensi

- [1] POM RI. Keputusan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor HK.00.05.4.1745 tentang kosmetik. 2003
- [2] BPOM RI. Tentang perubahan atas peraturan kepala badan pengawas obat dan makanan nomor HK.03.1.23.12.10.11983 tahun 2010 tentang kriteria dan tata cara pengajuan notifikasi kosmetik. 2013.
- [3] Chauhan AS, Bhadauria R, Singh AK, Lodhi SS, Chaturvedi DK, Tomar VS. Determination of lead and cadmium in cosmetic products. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research.* 2010;2(6):92-7.
- [4] Anonim. Rouge. Cosmetic and skin. 2018; [cited 28 Oktober 2018]. Available from : <https://cosmeticsandskin.com/bcb/rouge.php>
- [5] Campaign for Safe Cosmetics. Lead and other heavy metals [internet]. 2018. [cited 23-10-2018]. Available from: <http://www.safecosmetics.org/get-the-facts/chemicals-of-concern/lead-and-other-heavy-metals/>.
- [6] Effendi N, Pratama M, Kamaruddin H. Analisis kandungan logam berat merkuri (Hg) dan timbal (Pb) pada kosmetik lipstick yang beredar di kota Makassar dengan metode spektrofotometri serapan atom. *As-Syifaa Jurnal Farmasi.* 2014; 6(1):82-90.
- [7] Fatmawati F. Analisis Cd pada sediaan eyeshadow dari pasar Kiaracandong Bandung. *Indonesia Natural Research Pharmaceutical Journal.* 2016;1(2).
- [8] Sani A, Gaya MB, Abubakar FA. Determination of some heavy metals in selected cosmetic products sold in kano metropolis, Nigeria. *Toxicology reports.* 2016; 3:866-9.
- [9] Adiwisastra A. Keracunan, Sumber, Bahaya serta Penanggulangannya. Penerbit Angkasa. Bandung. 1987.

- [10] Naalbandi H, Saeedi M, Moharrami Moghanlou O, Akbari J, Morteza-Semnani K, Alizadeh R, Esfahani-Zadeh MH, Tajbakhsh M. Evaluation of heavy metal content of some lipsticks in Iran market. *Pharmaceutical and Biomedical Research*. 2016; 2(3):31-7.
- [11] Widowati W, Sastiono A, Jusuf R. *Efek Toksik Logam: Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran*. Penerbit Andi. Yogyakarta. 2008:2-06.
- [12] Khopkar SM. *Konsep Dasar Kimia Analitik, Terjemahan Basic Concepts of Analytical Chemistry*. Universitas Indonesia, Jakarta. 2002.
- [13] Guideline IH. Validation of analytical procedures: text and methodology Q2 (R1). In *International Conference on Harmonization*, Geneva, Switzerland 2005 Nov (pp. 11-12).
- [14] Borman P, Elder D. Q2 (R1) Validation of Analytical Procedures. ICH Quality Guidelines. Wiley-Blackwell. 2017; 127-66.
- [15] AOAC Official Methods of Analysis. Guidelines for Standard Method Performance Requirements. 2016; Appendix F, p.6
- [16] Faruruwa MD, Bartholomew SP. Study of heavy metals content in facial cosmetics obtained from open markets and superstores within Kaduna metropolis, Nigeria. *Am. J. Chem. Appl*. 2014;1(2):27-33.
- [17] BPOM RI. Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor : HK.00.05.42.1018 Tentang Bahan Kosmetik. 2008



Copyright © 2018 The author(s). You are free to share (copy and redistribute the material in any medium or format) and adapt (remix, transform, and build upon the material for any purpose, even commercially) under the following terms: Attribution — You must give appropriate credit, provide a link to the license, and indicate if changes were made. You may do so in any reasonable manner, but not in any way that suggests the licensor endorses you or your use; ShareAlike — If you remix, transform, or build upon the material, you must distribute your contributions under the same license as the original (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)