Vol.8 No.2 Hal.1176-1182
Desember 2025
BEST JOURNAL (Biology Education,Science & Technology) Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
ISSN (Print) : 2614 – 8064
ISSN (Online): 2654 – 4652

ANALISIS KUANTITATIF CEMARAN LOGAM KADMIUM (Cd) PADA KOSMETIK MENGGUNAKAN ATOMIC ABSORPTION SPECTROPHOTOMETRY (AAS): A SYSTEMATIC REVIEW

Novani Aulia[1], Marsah Rahmawati Utami[2,] Rosita[3], Yanti Windasari[4]

(1) (2*) (3) Program Studi Farmasi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Singaperbangsa Karawang, Karawang, Jawa Barat, Indonesia.

2310631210039@student.unsika.ac.id (1), marsah.rahmawati@fikes.unsika.ac.id (2*), 2310631210060@student.unsika.ac.id (3), 2310631210046@student.unsika.ac.id (4)

ABSTRAK

Penelitian ini merupakan *systematic review* yang bertujuan memberikan gambaran menyeluruh mengenai analisis logam berat kadmium (Cd) pada produk kosmetik menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS). Kajian ini meninjau tahapan preparasi sampel, teknik analisis validasi metode, serta variasi kadar Cd yang dilaporkan pada berbagai produk kosmetik. Data dikumpulkan melalui penelusuran artikel ilmiah dari Google Scholar, PubMed, ScienceDirect, dan Semantic Scholar periode 2015–2025. Dari sebelas artikel yang memenuhi kriteria inklusi, diketahui bahwa seluruh penelitian menggunakan proses destruksi (basah atau kering) sebagai tahap preparasi sebelum analisis AAS. Parameter validasi seperti akurasi, presisi, linearitas, *limit of detection* (LOD), dan *limit of quantification* (LOQ) umumnya memenuhi kriteria keberterimaan metode analisis. Konsentrasi Cd yang terdeteksi berkisar antara 0,06–45,69 ppm, dengan kadar tertinggi ditemukan pada scrub tradisional dan terendah pada lipstik. Berdasarkan standar BPOM (≤5 ppm), sebagian besar produk tergolong aman, namun beberapa melebihi batas yang ditetapkan WHO (≤0,3 ppm). Hasil kajian ini menegaskan pentingnya validasi metode dan pengawasan rutin terhadap cemaran Cd dalam kosmetik untuk menjamin keamanan konsumen serta keseragaman mutu produk.

Kata Kunci: Kadmium (Cd); Kosmetik; Spektrofotometri Serapan Atom (SSA); BPOM; WHO; Logam berat.

ABSTRACT

This study is a systematic review aimed at providing a comprehensive overview of the analysis of cadmium (Cd) heavy-metal contamination in cosmetic products using the Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) method. The review examines sample preparation procedures, analytical method validation techniques, and the variation in reported Cd levels across different cosmetic products. Data were collected by searching scientific articles from Google Scholar, PubMed, ScienceDirect, and Semantic Scholar for the period 2015–2025. From the eleven articles that met the inclusion criteria, it was found that all studies employed a destruction process (either wet or dry digestion) as the sample preparation step prior to AAS analysis. Validation parameters such as accuracy, precision, linearity, limit of detection (LOD), and limit of quantification (LOQ) generally met the acceptable criteria for analytical methods. The detected Cd concentrations ranged from 0.06 to 45.69 ppm, with the highest levels found in traditional body scrubs and the lowest in lipsticks. According to BPOM standards (≤5 ppm), most products were considered safe; however, several exceeded the limit set by the WHO (≤0.3 ppm). The findings of this review emphasize the importance of method validation and routine monitoring of Cd contamination in cosmetics to ensure consumer safety and product quality consistency.

Keywords: Cadmium (Cd); Cosmetics; Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS); BPOM; WHO; Heavy metals.

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Kosmetik merupakan produk yang digunakan secara rutin oleh hampir seluruh lapisan masyarakat. Meskipun bukan kebutuhan primer, kosmetik digunakan secara rutin dan berulang, khususnya oleh wanita (GAP *et al*., 2017). Oleh karena itu, aspek keamanan kosmetik menjadi perhatian utama dalam menjamin kesehatan konsumen. Menurut Peraturan BPOM (2011), kosmetik adalah bahan atau sediaan yang dimaksudkan untuk digunakan pada bagian luar tubuh manusia, seperti epidermis, rambut, kuku, bibir, dan organ genital bagian luar, serta pada gigi dan membran mukosa mulut. Fungsinya meliputi membersihkan, mewangikan, mengubah penampilan, memperbaiki bau badan, melindungi, dan memelihara tubuh agar tetap dalam kondisi baik.Berbagai penelitian sebelumnya melaporkan bahwa sejumlah produk kosmetik mengandung logam berat. Kontaminasi logam berat dapat berasal dari impuritas bahan baku atau sengaja ditambahkan untuk tujuan tertentu (GAP *et al*., 2017). Logam-logam berat yang paling sering dilaporkan dalam kosmetik meliputi timbal (Pb), kadmium (Cd), merkuri (Hg), arsen (As), kromium (Cr), dan nikel (Ni) (Alam et al., 2019). Salah satu logam berat yang kerap ditemukan adalah kadmium (Cd). Kadmium merupakan logam yang tahan korosi dan secara industri dimanfaatkan sebagai pigmen berwarna cerah, pelapis logam, dan bahan aditif plastic (Fatmawati et al., 2017). Dalam kosmetik, Cd terutama dijumpai pada produk lipstik, krim pemutih, BB cream, serum, foundation, body cream, moisturizer, dan bedak wajah, karena pigmen kadmium menghasilkan warna yang intens, stabil terhadap panas dan cahaya, serta lebih tahan lama dibanding pigmen organik alami (Erasiska et al., 2015). Jalur utama penyerapan bahan kosmetik ke dalam tubuh adalah melalui kulit, yang berfungsi melindungi jaringan subdermal dan organ internal. Aplikasi produk kosmetik pada permukaan kulit memungkinkan komponen aktif atau kontaminan masuk ke lingkungan seluler melalui folikel rambut, pori keringat, dan akhirnya mencapai kapiler darah (Naqvi et al., 2022). Meskipun penetrasi melalui kulit terjadi secara perlahan, penggunaan kosmetik yang berulang dalam jangka panjang dapat meningkatkan akumulasi zat kimia di jaringan tubuh. Jika produk tersebut mengandung logam berat seperti kadmium (Cd), risiko akumulasi dan toksisitas sistemik akan meningkat seiring waktu.Setelah diserap, Cd diangkut melalui aliran darah dan terdistribusi ke berbagai organ, dengan ginjal, hati, dan tulang sebagai organ target utama. Akumulasi paling tinggi terjadi di korteks ginjal, terutama pada sel tubulus proksimal, akibat efisiensi reabsorpsi kompleks Cd–metallothionein yang tinggi di tubulus ginjal (Qu & Zheng, 2024). Kompleks Cd–MT bersifat stabil dan sulit dieliminasi, sehingga memungkinkan Cd bertahan dalam tubuh selama bertahun-tahun dengan waktu paruh biologis mencapai 10–30 tahun. Paparan kronis dapat menyebabkan kerusakan ginjal progresif, gangguan fungsi ekskresi, serta penurunan kadar kalsium akibat gangguan metabolisme Ca^{2+} yang berujung pada osteoporosis dan kelainan tulang (Sylvia et al., 2020). Selain efek nefrotoksik dan osteotoksik, Cd juga dikaitkan dengan peningkatan risiko kanker payudara, penyakit kardiovaskular, gangguan reproduksi, dan infertilitas (Aina et al., 2023). Walaupun Cd tidak dimetabolisme secara signifikan dalam tubuh, kemampuannya membentuk kompleks dengan protein serta waktu paruh yang panjang menyebabkan Cd mudah terakumulasi bahkan dari paparan dosis rendah (Naqvi et al., 2022). Dengan demikian, keberadaan Cd sebagai cemaran dalam kosmetik menimbulkan kekhawatiran serius terhadap kesehatan masyarakat, terutama bagi pengguna yang terpapar secara rutin dalam jangka waktu lama (Fatmawati et al., 2017)..

2. **Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan tersebut, maka dapat dirumuskan permasalahan yaitu bagaimana penelitian dengan judulANALISIS KUANTITATIF CEMARAN LOGAM KADMIUM (Cd) PADA KOSMETIK MENGGUNAKAN ATOMIC ABSORPTION SPECTROPHOTOMETRY (AAS): A SYSTEMATIC REVIEW dapat dilaksanakan dengan baik dan tepat waktu.

3. **Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil penelitian dari judul ANALISIS KUANTITATIF CEMARAN LOGAM KADMIUM (Cd) PADA KOSMETIK MENGGUNAKAN ATOMIC ABSORPTION SPECTROPHOTOMETRY (AAS): A SYSTEMATIC REVIEW.

4. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah untuk implementasi hasil penelitian dari judul ANALISIS KUANTITATIF CEMARAN LOGAM KADMIUM (Cd) PADA KOSMETIK MENGGUNAKAN ATOMIC ABSORPTION SPECTROPHOTOMETRY (AAS): A SYSTEMATIC REVIEW kepada masyarakat dan penelitian selanjutnya yang relevan.

II. METODE PENELITIAN

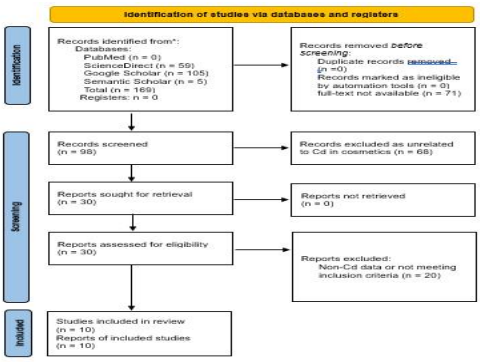
Dalam review jurnal ini, metode yang digunakan adalah *systematic review*. Data diperoleh melalui penelusuran artikel ilmiah pada beberapa basis data daring, yaitu Google Scholar, PubMed, ScienceDirect, dan Semantic Scholar, termasuk melalui penelusuran manual. Proses peninjauan dilakukan secara terstruktur dan sistematis untuk meminimalkan potensi bias serta subjektivitas. Seluruh data bersumber dari publikasi ilmiah nasional maupun internasional yang dapat diakses secara publik melalui basis data tersebut dengan menggunakan kata kunci “cadmium”, “cosmetics”, “AAS”, “atomic absorption spectrophotometry”, dan “SSA”. Proses seleksi studi dilakukan berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang disusun menggunakan parameter PICO, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. kerangka pico yang diadaptasi untuk systematic review analisis kuantitatif cemaran logam kadmium (cd) pada kosmetik menggunakan atomic absorption spectrophotometry (AAS).

Parameter	Inklusi	Eksklusi
Population	Produk kosmetik, seperti whitening cream, moisturizer, whitening serum, BB cream, scrub, eyeshadow, lipstik, dan facial cream yang diuji kandungan logam kadmium (Cd).	Penelitian yang menganalisis bahan baku kosmetik, bahan mentah alami, atau produk non-kosmetik.
Intervention / Interest	Penelitian yang menggunakan metode *Flame Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS)	Penelitian yang menggunakan metode selain F-AAS (misalnya ICP–MS, XRF, atau spektrofotometri UV–Vis) atau tidak mengukur Cd.
Comparator	Hasil kadar Cd yang dibandingkan terhadap batas maksimum cemaran logam berat menurut BPOM atau WHO, serta perbandingan antar penelitian terkait perbedaan hasil kadar Cd, teknik preparasi sampel, dan parameter validasi metode (jika dilaporkan).	Penelitian yang tidak melakukan pembandingan terhadap standar batas aman logam berat maupun tidak menyediakan data yang dapat dibandingkan antar studi.
Outcome	Artikel yang melaporkan hasil	Artikel yang hanya menyajikan hasil

	pengukuran kadar Cd secara kuantitatif menggunakan metode AAS, serta menyajikan informasi tentang tahapan preparasi sampel dan/atau parameter validasi metode analisis.	kualitatif tanpa nilai kadar Cd, tidak menggunakan metode AAS, atau sama sekali tidak memberikan informasi tentang preparasi maupun validasi metode.
Study Design	Artikel penelitian asli (*original research*) dengan desain eksperimental atau observasional yang memuat hasil laboratorium terkait analisis Cd pada kosmetik.	Artikel review, meta-analisis, editorial, opini, atau laporan kasus tanpa data laboratorium.
Tahun Publikasi	Artikel yang diterbitkan antara tahun 2015–2025.	Artikel yang diterbitkan sebelum tahun 2015.
Bahasa	Artikel berbahasa Indonesia atau Inggris.	Artikel berbahasa selain Indonesia atau Inggris.

Tahap seleksi artikel dimulai dari pengumpulan seluruh artikel hasil pencarian, dilanjutkan dengan penyaringan awal berdasarkan judul dan abstrak, kemudian seleksi akhir menggunakan kriteria inklusi dan eksklusi. Hasil tahapan seleksi studi ditampilkan pada diagram PRISMA, sebagaimana ditampilkan pada gambar 1.



Gambar 1. Alur diagram PRISMA 2020

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan tinjauan sebelas penelitian terdahulu, analisis cadmium (Cd) pada berbagai produk kosmetik menggunakan spektrofotometri serapan atom (AAS) menunjukkan variasi konsentrasi yang signifikan, tergantung pada jenis produk dan metode preparasi sampel. Temuan ini menegaskan pentingnya pemantauan kandungan Cd secara sistematis untuk menilai potensi risiko kesehatan, serta menyediakan dasar yang kuat bagi penelitian selanjutnya. Ringkasan hasil uji kuantitatif dari studi-studi tersebut disajikan dalam tabel berikut, sehingga memudahkan identifikasi pola konsentrasi cadmium di berbagai kosmetik.

Nama Peneliti, tahun, Judul Penelitian	Sampel	Preparasi sampel	Instrumen	Validasi	Rata-rata Kadar (mg/kg)
(Kusuma *et al*., 2021) – *Analisis Kandungan Logam Berat pada Krim Pemutih di Kota Banjarmasin*	Whitening cream	Destruksi basah dengan 11,25 mL HCl pekat dan 3,75 mL	AAS Shimadzu AA-2000	Mengguna-kan metode baku SNI	0,63

		HNO_3 pekat			
(Adinda *et al*., 2018) – *Pengaruh Kecerahan Warna Lipstik terhadap Kandungan Pb, Cr dan Cd*	Lipstik	Desktrusi kering dengan pengabuan dalam furnace	AAS	Mengguna-kan metode baku SNI	0,06
(Harmawan & Lestari, 2020) – *Pemeriksaan Logam Berat Cd dan Pb pada Lipstik di Pasar Brayan Medan Timur dengan SSA*	Lipstick	Desktrusi kering dengan pengabuan dalam tanur dengan suhu 600℃ selama 3 jam.	AAS	Menggunakkan metode baku SNI	2,09
(G.A.P *et al*., 2017) – *Analysis of Cadmium Metal in Facial Moisturizing Cream with AAS*	Moisturizer cream	Destruksi basah dengan campuran asam HCl dan HNO_3	AAS	Nilai linearitas sebesar 0,9997 tanpa menyerta-kan parameter validasi lainnya.	0,135
(Iswandi *et al*., 2023) – *Analysis of Contamination of Pb and Cd in Whitening Serum from Online Stores with AAS*	Whitening serum.	Metode destruksi kering dengan pengabuan sampel dalam muffle furnace	AAS	Nilai akurasi sebesar 99% dan linearitas 0,9999	0,135
(Aina *et al*., 2023) – *Analisis Cemaran Logam Berat Timbal dan Kadmium pada Produk Kosmetika BB Cream* (Sains Medisina V1 N3 159-165)	BB Cream	Destruksi basah dengan 20 mL HNO_3 65 %,	AAS	Nilai linearitas sebesar 0,9998	0,45
(Suhardiana & Endah, 2019) – *Validation Of The Cadmium Analysis Method (Cd) by Atomic Absorption Spectrophotometry in Traditional Scrub*	Scrub	Destruksi basah	AAS	Nilai linieritas sebesar 0,996. Presisi intra-day sebesar 0,34% RSD, presisi inter-day sebesar 0,22% RSD. Presisi sebesar 0,02; dan % recovery untuk akurasi sebesar 102, 82%.	45,69
(Asra et al., 2019) – *Determination of Lead and Cadmium Added in Selected Lipstick Products Sold in Padang City Using Atomic Absorption Spectrophotometry*	Lipstick	Destruksi basah dengan campuran 10 mL HNO3 dan $HClO_4$ dengan perbandingan 3:1	AAS (AA-240)	Nilai linieritas sebesar 0,996 dengan LOD 0,0306 mg/kg dan LOQ 0,1022 mg/kg	0,18
(Fatmawati & Ayumulia, 2017) – *Analisis Cd Pada Sediaan EyeShadow Dari Pasar Kiaracondong Bandung*	*Eyeshadow*	Destruksi kering dalam oven pada suhu 110ºC selama 1 jam	AAS	LOD 0,038 mg/kg, LOQ 0,128 mg/kg, rata-rata % Recovery intraday 99.571 %. Rata-rata Presisi intraday 0.2801 %. rata-rata Presisi interday 0.350 % dan	0,95

				linearitas 0,9991.	
(Alam *et al*., 2019) – *Assessment of some heavy metals in selected cosmetics commonly used in Bangladesh and human health risk*	Facial/ beauty cream	Destruksi basah dengan campuran 5 mL HNO_3 dan $HClO_4$ dengan perbandingan 3:1	Flame atomic absorption spectrophotometer (FAAS) (Shimadzu AA-6800, Japan) with air-acetylene flame	Nilai LOD sebesar 0,1 mg/kg dengan akurasi 92%.	2,62
(Aiwonegbe & Oke, 2021) – Spectrophotometric determination of cadmium, chromium, lead and nickel in five selected body creams sold in Benin City, Nigeria	Facial/ beauty cream	Destruksi basah mengguna-kan campuran HNO_3: H_2SO_4: $HClO_4$ (2:2:1) di bawah pemanasan.	AAS (Buck Scientific VGP210, U.S.A., 2005) dengan *air-acetylene lean flame* berwarna biru (*A–A lean/blue flame*)	Batas deteksi 0.01 mg/Kg dan range 2.00 mg/Kg dan linieritas sebesar	5.76

Berdasarkan hasil telaah terhadap sebelas artikel yang memenuhi kriteria inklusi, dilakukan analisis secara komprehensif untuk melihat bagaimana metode Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) digunakan dalam mendeteksi kandungan kadmium (Cd) pada berbagai jenis kosmetik. Kajian ini berfokus pada empat aspek utama yang saling berkaitan, yaitu tahapan preparasi sampel, penggunaan instrumen AAS, parameter validasi metode, serta perbandingan kadar Cd yang diperoleh dengan batas aman yang ditetapkan oleh BPOM dan WHO. Melalui pendekatan ini, diperoleh gambaran menyeluruh mengenai variasi teknis antar penelitian serta implikasinya terhadap akurasi dan reliabilitas hasil analisis.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil telaah terhadap sebelas artikel penelitian, dapat disimpulkan bahwa metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) merupakan teknik yang paling efektif dan banyak digunakan dalam analisis cemaran logam berat kadmium (Cd) pada produk kosmetik karena sensitivitas dan selektivitasnya tinggi. Seluruh penelitian menggunakan metode destruksi (basah atau kering) untuk melepaskan Cd dari matriks kosmetik. Validasi metode menunjukkan hasil yang umumnya memenuhi kriteria analitik internasional (ICH), dengan linearitas >0,995, akurasi 80–110%, dan presisi <5%. Rentang kadar Cd pada berbagai produk kosmetik adalah 0,06–45,69 ppm, di mana sebagian besar masih di bawah ambang batas BPOM (≤5 ppm) tetapi melebihi standar WHO (≤0,3 ppm). Temuan ini menekankan perlunya pengawasan ketat, penerapan *Good Manufacturing Practices* (ICHGMP), serta validasi metode analisis yang konsisten guna menjamin keamanan konsumen terhadap paparan logam berat dalam kosmetik.

DAFTAR PUSTAKA

Adinda, A., Trisnawati, A., Fahmi Ayu, N. W., & Restiawati, M. (2018). Pengaruh kecerahan warna lipstik terhadap banyaknya kandungan logam berat timbal, kromium, dan kadmium yang dianalisis menggunakan Atomic Absorption Spectroscopy (AAS). *CHEESA: Chemical Engineering Research Articles, 1*(1), 1–6.

Aina, G. Q., Yusran, D. I., Harlita, T. D., Hasanah, P. U., & Saputra, M. I. (2023). Analisis cemaran logam berat timbal dan kadmium pada produk kosmetika BB cream. *Sains Medisina, 1*(3), 159–165.

Aiwonegbe, A. E., & Oke, M. A. (2021). Spectrophotometric determination of cadmium, chromium, lead and nickel in five selected body creams sold in Benin City, Nigeria. *Journal of Chemical Society of Nigeria, 46*(2), 316–320.

Alam, M. F., Akhter, M., Mazumder, B., Ferdous, A., Hossain, M. D., Dafader, N. C., Ahmed, F. T., Kundu, S. K., Taheri, T., & Ullah, A. K. M. A. (2019). Assessment of some heavy metals in selected cosmetics commonly used in Bangladesh and human health risk. *Journal of Analytical Science and Technology, 10*(2), 1–8. https://doi.org/10.1186/s40543-018-0162-0

Andriani, T., Agustin, F., Chadijah, S., Adawiah, S. R., & Nur, A. (2022). Analisa logam berat kadmium (Cd) dan timbal (Pb) pada kerang hijau (Perna viridis) yang beredar di pelelangan ikan Paotere Kota Makassar. *Chimica et Natura Acta, 10*(3), 112–116.

Astuti, W., Sudewi, S., & Rotinsulu, H. (2016). Validasi metode analisis dalam penetapan kadar benzo(a)piren pada ikan bakar. *Pharmacon: Jurnal Ilmiah Farmasi – UNSRAT, 5*(3), 57–65.

Asra, R., Rusdi, R., Yandra, R. B., & Nessa, N. (2019). Determination of lead and cadmium added in selected lipstick products sold in Padang City using atomic absorption spectrophotometry. *Indonesian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research (IDJPCR), 2*(1), 13–18.

AOAC. (2016). *Guidelines for Standard Method Performance Requirements, Appendix F*. AOAC International.

Fatmawati, F., & Ayumulia, A. (2016–2017). Analisis Cd pada sediaan eyeshadow dari Pasar Kiaracondong Bandung. *Indonesia Natural Research Pharmaceutical Journal, 1*(2), 29–36.

GAP, A. H., Wardah, A. C., & Rachmawati, P. (2017). Analysis of cadmium metal in facial moisturizing cream with atomic absorption spectrophotometry method. *Indonesian Journal of Chemistry and Environment, 1*(1), 1–6.

Harmawan, T., & Lestari, D. (2020). Pemeriksaan logam berat cadmium (Cd) dan plumbum (Pb) pada lipstik yang beredar di Pasar Brayan Medan Timur secara spektrofotometri serapan atom (SSA). *Quimica: Jurnal Kimia Sains dan Terapan, 2*(2), 18–22.

ICH. (1995). *Validation of Analytical Procedures: Text and Methodology*. European Medicines Agency.

Indriati, I., Jalung, F., & Pane, H. W. (2021). Penetapan kadar kalsium dan kalium dalam brokoli (Brassica oleracea L.) segar dan direbus secara spektrofotometri serapan atom. *Journal of Pharmaceutical and Sciences (JPS), 4*(2), 122–128.

Iswandi, I., Sari, S. K., & Harjanti, R. (2023). Analysis of contamination of lead metal (Pb) and cadmium (Cd) in whitening serum circulating in online stores with atomic absorption spectrophotometry. *Jurnal Farmasi Indonesia | AFAMEDIS, 4*(1), 54–62.

Accepted Date	Revised Date	Decided Date	Accepted to Publish
24 November 2025	01 Desember 2025	08 Desember 2025	Ya