Vol.8 No.2 Hal.1183-1189
Desember 2025
BEST JOURNAL (Biology Education,Science & Technology) Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
ISSN (Print) : 2614 – 8064
ISSN (Online): 2654 – 4652

ANALISIS ETILEN GLIKOL DAN DIETILEN GLIKOL PADA SAMPEL BIOLOGIS MENGGUNAKAN KROMATOGRAFI GAS (GC)"

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

Prodi Farmasi Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Singaperbangsa Karawang

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

ABSTRAK

Etilen glikol (EG) dan dietilen glikol (DEG) merupakan alkohol toksik yang dapat mencemari produk farmasi dan industri, menyebabkan keracunan berat seperti asidosis metabolik dan gagal ginjal. Penelitian ini merupakan *systematic review* yang bertujuan meninjau metode analisis EG dan DEG pada sampel biologis menggunakan kromatografi gas (GC). Artikel yang diterbitkan pada tahun 2010–2025 diseleksi, dan tujuh penelitian memenuhi kriteria inklusi. Hasil menunjukkan bahwa metode GC–MS dan GC–MS/MS memiliki sensitivitas dan selektivitas tertinggi dengan linearitas $r^2 > 0{,}995$, presisi <10%, serta *recovery* 80–110%. Penggunaan reagen derivatisasi berbasis silil seperti BSTFA dan MTBSTFA serta detektor *triple quadrupole* (GC–QqQ–MS/MS) meningkatkan performa analitik secara signifikan. Secara keseluruhan, teknik berbasis GC–MS dinilai andal untuk mendeteksi EG dan DEG dalam sampel biologis dengan sensitivitas dan akurasi tinggi.

Kata kunci: etilen glikol, dietilen glikol, kromatografi gas, GC–MS, validasi, sampel biologis.

ABSTRACT

Ethylene glycol (EG) and diethylene glycol (DEG) are toxic alcohols that may contaminate pharmaceutical and industrial products, causing severe poisoning such as metabolic acidosis and renal failure. This study systematically reviews analytical methods for detecting EG and DEG in biological samples using gas chromatography (GC). Articles published between 2010–2025 were screened, and seven studies met the inclusion criteria. Results show that GC–MS and GC–MS/MS methods provide the highest sensitivity and selectivity, with strong linearity ($r^2 > 0.995$), good precision (RSD <10%), and recovery within 80–110%. Derivatization using silylating reagents such as BSTFA or MTBSTFA and the use of triple quadrupole detectors (GC–QqQ–MS/MS) significantly improved analytical performance. Overall, GC–MS-based techniques are reliable for detecting EG and DEG in biological matrices with high accuracy and sensitivity.

Keywords: ethylene glycol, diethylene glycol, gas chromatography, GC–MS, validation, biological samples.

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Etilen glikol (EG) dan dietilen glikol (DEG) merupakan senyawa alkohol toksik berbentuk cairan bening dengan rasa manis yang banyak dimanfaatkan dalam industri sebagai bahan antibeku, pelarut, serta komponen pembuatan resin dan plastik. Senyawa ini dapat masuk ke dalam tubuh melalui jalur oral (baik secara sengaja atau tidak sengaja), inhalasi uap, atau penyerapan kulit dalam jumlah kecil, dengan jalur oral sebagai penyebab utama kasus keracunan. Kasus tersebut umumnya terjadi akibat konsumsi produk yang terkontaminasi, seperti obat sirup, cairan pendingin mesin, pelarut industri, maupun produk rumah tangga yang mengandung EG atau DEG (Baranwal et al., 2023; FDA, 2023). Dalam bidang farmasi, kedua senyawa ini tidak digunakan secara sengaja, tetapi dapat muncul sebagai cemaran dari bahan tambahan seperti propilen glikol, gliserin, atau sorbitol yang digunakan dalam sediaan cair. Paparan dalam jumlah besar telah dilaporkan menimbulkan keracunan berat, terutama pada anak-anak, dengan gejala berupa gagal ginjal akut dan gangguan sistem saraf (BPOM, 2023; FDA, 2023).Mekanisme toksisitas etilen glikol terjadi melalui proses biotransformasi di hati oleh enzim alkohol dehidrogenase (ADH). EG dioksidasi menjadi glikoaldehida, kemudian menjadi asam glikolat, dan selanjutnya diubah menjadi asam glioksilat dan asam oksalat. Asam oksalat akan berikatan dengan ion kalsium membentuk kristal kalsium oksalat, yang dapat mengendap di ginjal dan menyebabkan gagal ginjal akut, sedangkan akumulasi asam glikolat dan glioksilat dapat menyebabkan asidosis metabolik berat. Sedangkan, mekanisme toksisitas dietilen glikol (DEG) sedikit berbeda karena DEG dipecah oleh ADH membentuk 2-hydroxyethoxyacetic acid (HEAA) dan diglycolic acid (DGA). DGA merupakan metabolit utama yang bersifat nefrotoksik dengan cara menghambat enzim siklus asam sitrat, terutama succinic dehydrogenase, pada sel tubulus proksimal ginjal, yang menyebabkan penurunan produksi energi (ATP) dan berujung pada kematian sel ginjal (Robinson et al., 2017).Etilen glikol cepat diserap melalui saluran gastrointestinal dengan bioavailabilitas hampir 100% dalam waktu 1–2 jam. Senyawa ini kemudian terdistribusi secara luas ke seluruh tubuh melalui sirkulasi darah karena sifatnya yang larut dalam air dan memiliki berat molekul rendah. EG dan DEG dapat dengan mudah melewati membran biologis dan memasuki jaringan, termasuk otak, ginjal, hati, dan paru-paru. Pada fase awal paparan (1–6 jam), konsentrasi tertinggi ditemukan dalam darah dan plasma, karena proses metabolisme belum optimal. Kemudian sebagian besar EG dimetabolisme di hati menjadi asam glikolat dan metabolit lainnya yang larut air, lalu terakumulasi dalam plasma dan disaring melalui ginjal. Oleh karena itu, pada fase lanjut, metabolit EG lebih banyak ditemukan dalam serum dan urin, yang menjadikan kedua sampel tersebut penting dalam diagnosis keracunan (Jacobsen & McMartin, 1986; Barceloux et al., 1999).Keberadaan EG dan DEG dalam berbagai sampel biologis ini memungkinkan dilakukan analisis toksikologi untuk mendeteksi baik senyawa induk maupun produk metabolitnya. Pemeriksaan darah utuh memberikan informasi mengenai konsentrasi senyawa induk pada fase awal keracunan, plasma mencerminkan distribusi sistemik senyawa setelah metabolisme sebagian terjadi, sedangkan serum sering digunakan pada pemeriksaan klinis karena stabilitas komponen cairnya yang baik. Dengan demikian, pemilihan sampel biologis yang tepat berperan penting dalam interpretasi hasil analisis dan penentuan fase toksikokinetik pasien.Kasus keracunan akibat kontaminasi etilen glikol dan dietilen glikol telah menjadi perhatian global dalam dekade terakhir karena dapat menyebabkan gagal ginjal akut dan kematian, terutama pada anak-anak. Sehingga urgensi penelitian mengenai metode analisis EG dan DEG semakin meningkat karena telah tercatat setidak-nya 300 kematian anak akibat kontaminasi obat bebas dengan zat beracun Diethylene glycol (DEG) dan Ethylene glycol (EG) di berbagai wilayah dunia

mulai dari Afrika hingga Asia Tenggara, Eropa, Pasifik Barat, Mediterania Timur dan juga Indonesia (WHO, 2023). .

2. **Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan tersebut, maka dapat dirumuskan permasalahan yaitu bagiamana penelitian dengan judulAnalisis Etilen Glikol Dan Dietilen Glikol Pada Sampel Biologis Menggunakan Kromatografi Gas (GC) dapat dilaksanakan dengan tepat waktu dan sesuai prosedur.

3. **Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil penelitian dari judul Analisis Etilen Glikol Dan Dietilen Glikol Pada Sampel Biologis Menggunakan Kromatografi Gas (GC).

4. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah untuk implementasi hasil penelitian dari judul Analisis Etilen Glikol Dan Dietilen Glikol Pada Sampel Biologis Menggunakan Kromatografi Gas (GC) terhadap penelitian selanjutnya yang relevan dan pada dunia medis.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan *systematic review* yang dilakukan untuk menganalisis dan membandingkan metode analisis etilen glikol dan dietilen glikol menggunakan Gas Chromatography dengan detektor FID, MS, dan MS/MS/NCI berdasarkan parameter validitasnya. Proses pencarian artikel dilakukan secara daring melalui beberapa basis data ilmiah seperti Google Scholar, PubMed, MDPI, dan ScienceDirect, dengan bantuan perangkat lunak *Publish or Perish* untuk memudahkan manajemen literatur. Kata kunci yang digunakan antara lain:

*"ethylene glycol", "diethylene glycol", "GC–MS", "gas chromatography mass spectrometry", "biological matrix", "blood", "plasma", "serum", urine"*Proses pencarian dibatasi pada publikasi antara tahun 2010 hingga 2025 untuk memastikan metode yang dianalisis relevan dengan perkembangan Chromatogrhapy Gass (GC). Artikel yang tidak tersedia dalam bentuk *full text*, duplikasi, atau tidak sesuai dengan fokus penelitian dihapus pada tahap awal penyaringan.

PROSES SELEKSI STUDI

Tahapan seleksi artikel dilakukan melalui empat tahap utama, yaitu:

1. Identifikasi, di mana seluruh artikel hasil pencarian awal dikumpulkan dan diperiksa duplikasinya, yaitu diperoleh sebanyak 200 artikel dari database Google Scholar, sementara PubMed dan ScienceDirect tidak menghasilkan artikel yang relevan. Setelah dilakukan pemeriksaan, sebanyak 20 artikel duplikat dihapus, sehingga tersisa 180 artikel untuk tahap berikutnya.
2. Screening, yaitu penyaringan berdasarkan judul dan abstrak untuk memastikan relevansi terhadap topik analisis etilen glikol (EG) dan dietilen glikol (DEG) menggunakan metode GC–MS. Pada tahap ini, sebanyak 40 artikel dikeluarkan karena tidak berkaitan dengan analisis sampel biologis, sehingga hanya 40 artikel yang lolos ke tahap selanjutnya.
3. Eligibility, yaitu pemeriksaan teks lengkap (*full-text review*) untuk menentukan kesesuaian terhadap kriteria inklusi dan eksklusi. Dari hasil penilaian terhadap 40 artikel, terdapat 12 artikel yang dikeluarkan karena tidak memenuhi kriteria, terdiri dari 15 artikel non GC–MS, 8 artikel non-sammpel biologis, dan 5 artikel yang tidak melaporkan parameter validitas metode.
4. Inklusi, di mana hanya artikel yang memenuhi seluruh kriteria dimasukkan ke dalam analisis akhir, yaitu sebanyak 7 artikel yang dinyatakan memenuhi kriteria inklusi dan digunakan dalam pembahasan systematic review ini.

5. Alur proses seleksi studi divisualisasikan menggunakan diagram PRISMA, yang menggambarkan jumlah artikel pada setiap tahap seleksi serta alasan eksklusi pada tahap *screening* dan *eligibility*. Diagram ini dilengkapi dengan tabel rekapitulasi untuk memperjelas tahapan seleksi dan jumlah artikel yang dianalisis.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melalui proses seleksi berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi, diperoleh 7 artikel yang memenuhi syarat dan dianalisis dalam *systematic review* ini. Setiap artikel membahas metode analisis etilen glikol (EG) dan dietilen glikol (DEG) pada berbagai jenis sampel biologis menggunakan metode Gas Chromatography (GC) dengan tahapan preparasi, variasi detektor, serta parameter validitas yang berbeda. Ringkasan karakteristik utama dari masing-masing penelitian, meliputi nama penulis, tahun publikasi, jenis sampel sampel, metode preparasi, teknik analisis, serta hasil parameter validasi, disajikan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil dari ringkasan karakteristik utama

Judul penelitian, Penulis & Tahun	Sampel	Preparasi sampel	Metode	Kondisi Kerja Metode	Parameter Validasi
A rapid analysis of plasma/serum ethylene and propylene glycol by headspace gas Chromatography, Ehlers et al, 2013	Plasma & serum	Simple protein cleanup + derivatisasi (Headspace GC).Tahapan : ditambahkan Internal Standar, divortex, disentrifugasi, dan diderivatisasi dengan phenylboronic acid, dan dilakukan Headspace vial	Headspace GC-FID (Flame Ionization Detector);	Kolom: DB-624 capillary column; Mode injeksi: Headspace autosampler; suhu oven 140 °C; Suhu injector detector 250^{o}C; Gas pembawa: Helium pada tekanan konstan 20 psi;	LOD ± 1 mg/dL, Linearitas r^2=0,99 (1–200 mg/dL); waktu retensi EG 2,45 menit
Characterizing concentrations of diethylene glycol and suspected metabolites in human serum, urine, and cerebrospinal fluid samples from the Panama DEG mass poisoning, Schier et al, 2013	Serum dan urin	Protein Precipitation + Derivatisasi: tahapan : ditambahkan internal standar, NaOH, toluene, divortex, disentrifugasi, dimbil fase organic, diderivatisasi (PFB-Cl + MTBSTFA) dipanaskan	GC-EI/NCI-MS;.	kolom Phenomonex ZB-5ms (30 m x 0,25 mm x 0,50 µm); Mode SIM, Gas pembawa: helium;	LLOQ serum : DEG & EG 0,020 µg/mL; OA 1,03 µg/mL; GA & HEAA 0,51 µg/Ml; DGA 10,10 µg/Ml; Linearitas r^2 > 0,98
Novel Technique for Simultaneous Ethylene Glycol and Its Metabolites Determination in Human Whole Blood and Urine Samples Using GC–	Darah utuh dan urin	Protein Precipitation + Derivatisasi + LLE; tahapan : ditambahkan internal standar, asetonitril (presipitasi), disentrifugasi,	GC-QqQ-MS/MS;	Kolom SH-RXI-5MSi (30 m × 0,25 mm × 0,25 µm); mode MRM, suhu oven 50–310°C, Gas pembawa helium 1.6	LOD 2,7–623 ng/mL; LOQ 0,1–500 µg/mL; Linearitas R^2 > 0,996-0,9996 RSD ≤12%; RE ≤10%;

QqQ–MS/MS, Tusiewicz et al, 2024		diambil supernatant, diderivatisasi (MTBSTFA / PFPH), dipanaskan, dilakukan LLE n-heksana		mL/menit,.	recovery 84,9–107%.
Quantitation of Diethylene Glycol and Its Metabolites by Gas Chromatography Mass Spectrometry or Ion Chromatography Mass Spectrometry in Rat and Human Biological Samples, Perala et al, 2014.	Serum dan urin	Protein Precipitation + Derivatisasi; tahapan : ditambahkan internal standar, NaOH, toluene, disentrifugasi, diambil fase organic, diderivatisasi (PFB-Cl + MTBSTFA) dipanaskan	GC–MS (Agilent 5973N);.	Kolom Phenomenex ZB-5ms (30 m × 0,25 mm × 0,50 µm); mode NCI, suhu transfer line 300°C; ion source 200°C; gas metana	LOQ ditentukan dengan sinyal/derau > 8; Linearitas $R^2 \geq 0.98$; akurasi ±15%; recovery ±30%.
Sensitive determination of ethylene glycol, propylene glycol and diethylene glycol in human whole blood by isotope dilution gas chromatography–mass spectrometry, and the presence of appreciable amounts of the glycols in blood of healthy subjects, Wurita et al, 2013	Darah utuh	Protein Precipitation + Derivatisasi + LLE; tahapan: ditambahkan internal standar, asetonitril (presipitasi), disonikasi, disentrifugasi, dievaporasi, diderivatisasi (HFBA) dipanaskan, diekstraksi dengan n-heksana	GC–MS (GCMS-QP2010 Plus);	Kolom DB-1 (30 m × 0,25 mm × 0,25 µm); suhu injektor 300°C; antarmuka 250°C; oven 40–325°C; gas helium 100 kPa;.	EG/DEG: 0.4–400 ng/mL; LOD 10 µg/mL; LOQ 50 µg/mL; Linearitas $r^2 >$ 0.99; RSD 0,8-12,2%; Recovery 61.6–80.9%;
Validation of a rapid, automated method for the measurement of ethylene glycol in human plasma, Robson et al, 2016	Plasma darah	Protein Precipitation + Derivatisasi; ditambahkan internal standar, divortex, disentrifugasi, supernatan + DMF, dipanaskan, diderivatisasi dengan BSTFA	GC–MS (Thermo Trace 1300, TG-5MS0 helium 1 mL/menit,	Kolom 30m x 0,25 mm x 0,25 µm, suhu oven 70–310°C,	Linearitas > 0,95; RSD & RE < 11%; bias dari S/N > 30, sesuai FDA criteria.
Validated GC-MS methods to detect ethylene, diethylene, and triethylene glycol in serum, plasma, and urine samples, Abrigo et al, 2025	Serum, plasma dan urin	Protein Precipitation + Derivatisasi; ditambahkan asetonitril, disentrifugasi, diderivatisasi dengan BSTFA, dipanaskan	GC-MS (DB-5ms),	kolom 30 m × 0.25 mm × 0.25 µm, mode SIM, gas helium, waktu retensi stabil.	LOD: 0,02 mg/dL; LOQ: 0.05 mg/L Linearitas $r^2 >$ 0,999; akurasi 94–106%; presisi intra-day dan inter-day (%RSD <5%),

					recovery 92–108%.

Setelah dilakukan pengumpulan dan penyajian data pada Tabel 2, dilakukan analisis terhadap isi artikel yang memenuhi kriteria inklusi. Berdasarkan hasil telaah terhadap tujuh artikel tersebut, dilakukan analisis komparatif terhadap metode yang digunakan untuk mendeteksi etilen glikol (EG) dan dietilen glikol (DEG) pada berbagai sampel biologis. Pembahasan berikut mencakup tahapan preparasi sampel, perbandingan jenis detektor yang digunakan (GC–MS, GC–FID, HS-GC, dan GC-QqQ-MS/MS), serta parameter validitas metode analisis yang dilaporkan pada masing-masing penelitian. Melalui pembahasan ini diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai keunggulan, keterbatasan, dan faktor-faktor yang memengaruhi metode kromatografi gas dalam analisis toksikologi EG dan DEG.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil *systematic review*, metode kromatografi gas (GC) terbukti efektif dalam analisis etilen glikol (EG) dan dietilen glikol (DEG) pada berbagai sampel biologis seperti darah, serum, plasma, dan urin. Faktor seperti karakteristik sampel biologis,, serta kondisi preparasi sampel berpengaruh signifikan terhadap sensitivitas dan spesifisitas hasil analisis. Selain itu, tahapan derivatisasi juga berperan penting karena menentukan volatilitas, kestabilan, serta sensitivitas hasil deteksi. Reagen sililasi seperti BSTFA dan MTBSTFA meningkatkan efisiensi derivatisasi dan menghasilkan puncak kromatografi yang lebih tajam.Metode GC–MS dan GC–MS/MS memberikan performa analitik paling unggul dengan linearitas tinggi ($r^2 > 0{,}995$), presisi baik (RSD <10%), serta akurasi dan *recovery* sesuai standar FDA. Penggunaan detektor *triple quadrupole* dalam mode *Multiple Reaction Monitoring (MRM)* terbukti paling selektif dan sensitif hingga level nanogram per mililiter, sehingga ideal untuk deteksi senyawa toksik dalam matriks kompleks.Dengan demikian, GC–MS/MS direkomendasikan sebagai metode pilihan utama untuk deteksi dan konfirmasi etilen glikol serta dietilen glikol dalam aplikasi toksikologi klinis, diagnostik laboratorium, dan pengawasan mutu produk farmasi.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, S., Kalra, H., Gupta, A., Raut, B., Hussain, A., & Rahman, M. A. (2012). HybridSPE: A novel technique to reduce phospholipid-based matrix effect in LC-ESI-MS Bioanalysis. *Journal of pharmacy & bioallied sciences*, *4*(4), 267–275. https://doi.org/10.4103/0975-7406.103234

Aisyah, N., & Rosnita, R. (2021). Pengaruh Project Based Learning pada Materi Sistem Koordinasi terhadap Hasil Belajar Kognitif Siswa. Jurnal Biolokus: *Jurnal Penelitian Pendidikan Biologi dan Biologi*, 4(1), 14-19. http://dx.doi.org/10.30821/biolokus.v4i1.816

Aprida, C. D., Prayuda, E. M., Odhia, F. N., Andriani, N., Tyasna, P. S., Nailuvar, R., & Andini, S. D. (2022). Analisis Senyawa Acetaminophen pada Spesimen Rambut Manusia Menggunakan Metode Kromatografi Gas-Spektrometri Massa (GC-MS). Syntax Idea, 4(5), 861-870.

Baranwal, M., Kaur, A., Kumar, R. (2023). Challenges in utilizing diethylene glycol and ethylene glycol as excipient : A thorough overview, Pharmaspire, 15, 8-15

Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. (2023). *Pedoman mitigasi risiko cemaran etilen glikol (EG) dan dietilen glikol (DEG) pada pangan olahan*. Badan POM RI.

Candraningrat, I. D. A. A., Santika, A. A. G. J., Dharmayanti, I. A. M. S., & Prayascita, P. W. (2021). Review Kemampuan Metode GS-MS dalam Identifikasi Flunitrazepam Terkait dengan Aspek Forensik dan Klinik. Jurnal Kimia, 15(1), 12. DOI:https://doi.org/10.24843/jchem.2021.v 15.i01.p03

Darmapatni, K. A. G. (2016). Pengembangan Metode GC-MS untuk Penetapan Kadar Acetaminophen pada Spesimen Rambut Manusia. *Jurnal Biosains Pascasarjana*, *18*(3). https://doi.org/10.20473/jbp.v18i3.2016.255-266

Diekmann, J., Cochran, J., Hodgson, J. A., Smuts, J. (2020). Quantitation and identification of ethanol and inhalant compounds in whole blood using static headspace gas chromatography vacuum ultraviolet spectroscopy. Journal of Chromatography A. doi:10.1016/j.chroma.2019.460607.

Fauzi, M., & Bahagia, S. N. (2019). Pengambilan Keputusan Komponen Darah Dalam Pengendalian Persediaan Dengan Menggunakan Metode Ahp Di Pmi Kota Bandung. Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi Terapan, 5(2), 13–20. https://doi.org/10.33197/jitter.vol5.iss2.2019.276

Food and Drug Administration (2023). Testing of Glycerin, Propylene Glycol, Maltitol

Solution, Hydrogenated Starch Hydrolysate, Sorbitol Solution, and other High-Risk Drug Components for Diethylene Glycol and Ethylene Glycol Guidance for Industry, Revision 1.

Fransiska, N. A., Masyrofah, D., Putri, G. K., Malik, L. H., Wulanbirru, P., & Putri, T. R. (2022). Analisis Senyawa Obat dalam Sampel Biologis Plasma Darah. Syntax Idea, 4(5), 905-912.

Fumes, B. H., & Lanças, F. M. (2018). New materials for solid-phase extraction and solid-phase microextraction sample preparation. *TrAC Trends in Analytical Chemistry, 105*, 240–248. https://doi.org/10.1016/j.trac.2018.05.005

Harvey, D. (2016). *Modern Analytical Chemistry.* McGraw-Hill Education.

Hotmian, E., Suoth, E., Fatimawali, F., & Tallei, T. (2021). Analisis Gc-Ms (Gas Chromatography - Mass Spectrometry) Ekstrak Metanol Dari Umbi Rumput Teki (Cyperus rotundus L.). Pharmacon, 10(2), 849. DOI: https://doi.org/10.35799/pha.-10.2021.34034

Accepted Date	Revised Date	Decided Date	Accepted to Publish
23 November 2025	30 November 2025	07 Desember 2025	Ya