

REVIEW ARTIKEL : IDENTIFIKASI BAHAN KIMIA OBAT (BKO) DALAM SEDIAAN OBAT TRADISIONAL MENGGUNAKAN METODE KROMATOGRAFI LAPIS TIPIS

Wilda Nichairin*¹, Soraya Ratnawulan Mita²

¹Program Studi Profesi Apoteker, Fakultas Farmasi, Universitas Padjajaran

²Departemen Farmasetika dan Teknologi Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Padjajaran

wilda18001@mail.unpad.ac.id

diserahkan 16/03/2023, diterima 23/05/2023

ABSTRAK

Obat tradisional merupakan bahan-bahan atau campuran bahan yang berasal dari tumbuhan, hewan, dan mineral yang telah turun temurun digunakan untuk pengobatan. Karena penggunaannya yang banyak diminati konsumen, hal ini dimanfaatkan oleh kelompok atau individu dengan memasukkan Bahan Kimia Obat (BKO) ke dalam sediaan obat tradisional untuk mempercepat efek terapeutik atau khasiat yang diklaim. Efek samping yang serius dapat terjadi dengan penggunaan jamu yang mengandung BKO yang tidak terkontrol. Artikel ini bertujuan untuk merangkum dan mengulas cara untuk identifikasi BKO tersebut dengan menggunakan metode Kromatografi Lapis Tipis (KLT). Penulis melakukan studi literatur melalui database elektronik seperti Google Scholar, NCBI, Science Direct, PubMed, Researchgate, dan sumber elektronik lainnya. Studi literatur dilakukan terhadap beberapa jurnal penelitian nasional dan internasional yang dipublikasi dalam sepuluh tahun terakhir (2013-2023). Obat tradisional yang sering dicemari BKO umumnya jamu untuk pelangsing, diabetes, pegal linu, asma, dan peningkat stamina, dengan BKO yang umum ditemukan dalam sediaan obat tradisional yaitu parasetamol, natrium diklofenak, antalgin, prednison, fenilbutason, sibutramin hidroklorida, glibenklamid, piroksikam, teofilin, deksametason, dan sildenafil sitrat. Obat tradisional dianalisis dengan metode KLT, dengan fase diam dan fase gerak yang paling banyak digunakan yaitu Silika gel GF254 dan fase gerak berupa etil asetat : amonia : metanol, etil asetat : kloroform, dan kloroform : etanol.

Kata kunci: BKO, Identifikasi, KLT

ABSTRACT

Traditional medicines are ingredients or a mixture of ingredients derived from plants, animals and minerals that have been used for generations for treatment. Because its use is of great interest to consumers, this is utilized by groups or individuals by incorporating Medicinal Chemicals (BKO) into traditional medicinal preparations to accelerate the claimed therapeutic effect or efficacy. Serious side effects can occur with uncontrolled use of herbal medicine containing BKO. This article aims to summarize and review ways to find out the BKO using the Thin Layer Chromatography (TLC) method. The author conducts literature studies through electronic databases such as Google Scholar, NCBI, Science Direct, PubMed, Researchgate, and other electronic sources. Literature studies were conducted on several national and international research journals published in the last ten years (2013-2023). Traditional medicines that are often contaminated with BKO are generally herbs for slimming, diabetes, rheumatic pain, asthma and stamina enhancers, with BKO commonly found in traditional medicinal preparations namely paracetamol, diclofenac sodium, antalgin, prednisone, phenylbutasone, sibutramine hydrochloride, glibenclamide, piroxicam, theophylline, dexamethasone, and sildenafil citrate. Traditional medicines were analyzed using the TLC method, with the stationary phase and mobile phase being the most widely used, Silica gel GF254 and the mobile phase being ethyl acetate : ammonia : methanol, ethyl acetate : chloroform and chloroform : ethanol.

Keywords: BKO, Identification, TLC

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan beragam flora dan fauna yang sangat melimpah. Dari keanekaragaman tersebut, beberapa diantaranya diketahui memiliki khasiat sebagai obat. Obat yang berasal dari tumbuhan, hewan, dan mineral atau campuran dari bahan tersebut yang secara turun temurun digunakan untuk pengobatan dikenal dengan sebutan Obat Tradisional (BPOM RI, 2019).

Berdasarkan tingkat pembuktian klaim/khasiat, obat tradisional diklasifikasikan ke dalam tiga jenis, yaitu jamu, iobat herbal terstandar, dan iifitofarmaka (BPOM RI, 2019).

Mengingat penggunaan obat herbal sebagai pengobatan alternatif alami cukup tinggi, terlebih dengan harganya yang terjangkau, pihak yang tidak bertanggung jawab memanfaatkan hal ini untuk keuntungannya dengan menambahkan BKO ke dalam sediaan obat tradisional. BKO ditambahkan untuk mempercepat efek terapeutik atau khasiat yang diklaim oleh obat tradisional tersebut, sehingga produknya dikatakan lebih manjur. Hal ini sangat berbahaya bagi kesehatan tubuh, dimana BKO ini tentu memiliki efek samping ringan sampai berat yang apabila penggunaannya secara berlebihan dapat membahayakan kesehatan konsumen (Sukohar dkk., 2022).

Peraturan Menteri Kesehatan nomor 7 tahun 2012 tentang Registrasi Obat Tradisional menyatakan bahwa obat tradisional dilarang mengandung BKO yang merupakan hasil isolasi atau sintetik. Namun di pasaran masih tetap terdapat obat tradisional yang mengandung BKO. Dari temuan Badan POM, Obat tradisional yang sering dicemari BKO umumnya jamu untuk pelangsing, diabetes, pegal linu, asma, dan peningkat stamina, dengan BKO yang umum ditemukan dalam sediaan obat tradisional yaitu parasetamol, natrium diklofenak, antalgin,

prednison, fenilbutason, sibutramin hidroklorida, glibenklamid, piroksikam, teofilin, deksametason, dan sildenafil sitrat (BPOM, 2006).

Setiap BKO tersebut tentunya memiliki karakteristik yang berbeda, sehingga cara identifikasinya pun berbeda. Maka dari itu artikel ini merangkum dan mengulas cara untuk identifikasi BKO tersebut dengan menggunakan metode Kromatografi Lapis Tipis (KLT). Artikel ini juga merangkum beberapa fase gerak yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi suatu BKO sehingga diharapkan dapat membantu dalam menentukan pilihan fase gerak yang akan digunakan.

METODE

Dalam penulisan review artikel ini penulis melakukan studi literatur melalui database elektronik seperti Google Scholar, NCBI, Science Direct, PubMed, Researchgate, dan sumber elektronik lainnya. Studi literatur dilakukan terhadap beberapa jurnal penelitian nasional dan internasional yang dipublikasi dalam sepuluh tahun terakhir (2013-2023) dengan kata kunci "BKO dalam Obat Tradisional", "Identifikasi Obat Tradisional", "Identifikasi BKO", "Identifikasi BKO Metode Kromatografi Lapis Tipis".

HASIL DAN PEMBAHASAN

Obat tradisional digunakan secara global. Khususnya penggunaan di Indonesia sebagai tindakan pengobatan dan pencegahan terhadap suatu penyakit (Kayne, 2010). Penggunaan obat tradisional dapat mengatasi beragam macam penyakit, dari penyakit ringan hingga penyakit degeneratif (Ismiyana, 2013). Obat tradisional umum digunakan untuk mengurangi demam, nyeri/pegal linu, masuk angin, panas dalam, nyeri haid, dan maag (Dewi dkk., 2019). BKO yang umum ditemukan dalam sediaan obat tradisional,

khususnya jamu, yaitu parasetamol, natrium diklofenak, antalgin, prednison, fenilbutason, sibutramin hidroklorida, glibenklamid, piroksikam, teofilin, deksametason, dan sildenafil sitrat (BPOM, 2006).

Fenilbutazon

Fenilbutazon merupakan obat golongan antiinflamasi nonsteroid (NSAID) yang bekerja dengan cara menghambat enzim siklooksigenase dengan efek yang ditimbulkan yaitu menekan rasa sakit yang diderita. Obat ini memiliki aksi analgesik dan antipiretik sehingga banyak digunakan dalam pengobatan nyeri akut dan gangguan muskular-skeletal, terutama untuk berbagai bentuk artritis (seperti radang sendi) (Lees dan Toutain, 2013 ; Akib dkk., 2020). Toksisitas fenilbutazon berhubungan langsung dengan mekanisme kerjanya, yang memberikan efek non-selektif pada enzim COX-1, sehingga efek sampingnya lebih nyata pada organ dan sistem di mana COX-1 ditemukan. Efek samping dari fenilbutazon yang paling umum yaitu gastritis, tukak lambung, trombosis vena, nefritis, dan kerusakan ginjal kronis (Mathews, 2002). Salah satu metode analisis yang dapat digunakan untuk menganalisa jamu yang mengandung Fenilbutazon yaitu menggunakan teknik KLT (Ridwan dkk., 2017).

Natrium Diklofenak

Natrium diklofenak adalah salah satu obat yang penggunaannya secara umum bertujuan untuk mengatasi rasa nyeri yang diakibatkan kondisi peradangan, baik kronis maupun akut (Tampucci dkk., 2019). Obat ini termasuk ke dalam golongan non obat antiinflamasi nonsteroid (NSAID) yang memiliki sifat analgesik dan antipiretik seperti yang dimiliki oleh NSAID lainnya. Diklofenak memiliki sifat sebagai penghambat aktivitas enzim siklooksigenase-1 (COX-1) dan siklooksigenase-2 (COX-2)

yang merupakan komponen penting dalam pembentukan inflamasi (Altman dkk., 2015). Karena diklofenak bertindak lebih selektif pada penghambatan COX-2, ia memiliki risiko yang lebih besar terhadap gangguan kardiovaskular dibandingkan gangguan gastrointestinal. NSAID selektif penghambat COX-2 dapat meningkatkan risiko infark miokard, gagal jantung, stroke, dan bahkan kematian (McGettigan dan Henry, 2013).

Piroksikam

Piroksikam merupakan salah satu obat golongan NSAID yang penggunaannya ditujukan untuk mengobati osteoarthritis dan rheumatoid arthritis. Piroxicam memberikan pereda nyeri dan mengurangi peradangan. Seperti semua NSAID, piroksikam meningkatkan risiko kejadian kardiovaskular yang serius, termasuk infark miokard dan stroke, dan efek samping gastrointestinal (GI) yang serius seperti perdarahan, ulserasi, dan perforasi (Dean, 2019).

Antalgin

Antalgin mengandung Methampyrone atau Metamizole (dipyrone) yang merupakan turunan pyrazolone (Brogden, 1986). Metamizole atau dipyrone adalah senyawa non-opioid dengan efek analgesik, antipiretik, dan spasmolitik yang kuat (Huber dkk., 2015). Metamizole diklasifikasikan sebagai analgesik non-opioid, meskipun selama bertahun-tahun diklaim sebagai obat antiinflamasi nonsteroid (Jasiecka dkk., 2014). Berbeda dengan NSAID, mekanisme kerja metamizole bergantung pada penghambatan siklooksigenase-3 pusat (COX-3) (Munoz dkk., 2010). Efek samping dari metamizole yang paling umum yaitu gangguan gastrointestinal, seperti diare, sakit perut, muntah, dan mual. Selain itu juga dapat menimbulkan efek samping lain seperti disfungsi ginjal dan reaksi kulit hipersensitif, seperti ruam, sakit kepala dan pusing, urtikaria atau eritema (Żukowski dan Kotfis, 2009), yang kemungkinan

besar diinduksi oleh mekanisme yang bergantung pada imunoglobulin (Gómez dkk., 2009).

Prednison

Prednison merupakan glukokortikoid antiinflamasi sintetik yang berasal dari kortison. Prednisone adalah kortikosteroid lepas lambat yang memiliki peran sebagai immunosupresif atau agen anti-inflamasi untuk mengobati beragam penyakit, termasuk gastrointestinal, alergi, edematous, dermatologi, hematologi, rematik, immunosupresif/endokrin, dan pernapasan (Bunte dkk., 2018). Prednison mengurangi peradangan dengan cara mengembalikan permeabilitas kapiler yang meningkat dan menahan migrasi leukosit polimorfonuklear. Sehingga dapat mempertahankan sistem kekebalan tubuh dengan cara mengurangi volume dan aktivitas sistem kekebalan tubuh. Efek samping utama prednison yaitu hiperglikemia, insomnia, peningkatan nafsu makan, hipertensi, osteoporosis, edema, supresi adrenal, katarak, dan penyembuhan luka yang tertunda (Puckett dkk., 2022).

Penggunaan jamu yang mengandung BKO yang tidak terkendali dapat menimbulkan efek samping yang serius, mulai dari pusing, sakit kepala, nyeri dada, diare, mual, nyeri dada, gangguan penglihatan kerusakan ginjal, kerusakan hati, bahkan kematian (Permadi dkk., 2018). Sehingga dibutuhkan metode analisis atau metode identifikasi untuk setiap BKO guna memastikan obat tradisional aman untuk dikonsumsi. BKO dapat dianalisis secara kualitatif maupun kuantitatif. Analisa secara kualitatif bertujuan guna mengetahui keberadaan BKO yang terkandung dalam sampel, sedangkan analisa secara kuantitatif bertujuan untuk mengetahui kadar BKO dalam sampel (Rahmadani dkk., 2022).

Kromatografi lapis tipis (KLT) adalah metode analisa secara kualitatif yang bertujuan

untuk memisahkan campuran. Metode ini biasanya dilakukan pada aluminium foil, plastik, atau lembaran kaca yang sudah dilapisi bahan penyerap, umumnya selulosa, aluminium oksida, atau gel silika. Lapisan dengan bahan penyerap ini berperan sebagai fase diam. Setelah sampel diaplikasikan pada fase diam, akan terjadi proses elusi dimana pelarut (fase gerak) ditarik ke atas plat dengan aksi kapiler. Pemisahan tercapai karena laju kenaikan analit ke plat KLT yang berbeda. Keuntungan utama dari metode KLT dibanding metode analisa kualitatif lainnya yaitu penggunaannya yang mudah dan sederhana, biayanya yang relatif murah, dan tidak membutuhkan waktu analisis yang lama (Lees dan Toutain, 2013). Hasil identifikasi berbagai BKO dengan metode KLT dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Uji identifikasi menggunakan kromatografi lapis tipis (KLT) merupakan analisis kualitatif untuk melihat keberadaan fenilbutazon dalam sediaan obat tradisional berupa jamu. Umumnya penggunaan KLT dipilih karena pelaksanaannya yang mudah dan sederhana, waktunya yang singkat, dan biaya yang relatif lebih murah (Harmita, 2015). Analisis dilakukan terhadap lima jenis jamu pegal linu yang beredar di pasaran. Fase diam silika GF254 dicek di bawah sinar UV 254 nm. Hasil yang didapat yaitu 3 dari 5 jamu, kode sampel B, C, dan D, positif mengandung fenilbutazon karena nilai Rf yang dihasilkan mirip dengan nilai Rf baku pembanding (Solikha dan Anggraini, 2016).

Uji identifikasi lainnya dilakukan terhadap sampel jamu rematik yang beredar di Kota Manado. Pengujian dilakukan terhadap tiga sampel, yaitu sampel A, B, dan C dengan menggunakan KLT. Setelah ditotol larutan uji dan larutan pembanding, plat KLT disemprot dengan penampak bercak berupa H₂SO₄ 10%. Dari noda atau spot yang didapat pada plat, dihitung nilai

Tabel 1. Identifikasi Bahan Kimia Obat dengan Metode KLT.

No	Bahan Kimia Obat	Metode	Fase Diam	Fase Gerak	Hasil	Pustaka
1	Fenilbutazon	KLT	Silika gel GF254	etil asetat : ammonia : metanol (85:5:10)	3 dari 5 sampel jamu pegal linu positif mengandung fenibultazon dengan Rf sampel yang didapat yaitu 0,32; 0,34; dan 0,32, dimana nilai Rf fenilbutazon yaitu 0,31	(Solikha dan Anggraini, 2016)
			Silika gel GF254	n-Heksan : kloroform : metanol (60:30:10)	Sediaan jamu tidak mengandung fenilbutazon	(Ridwan dkk., 2017)
			KLT-Densitometri	Silika gel GF254	etil asetat : kloroform (2:1)	5 dari 30 sampel jamu yang diuji positif mengandung fenilbutazon dengan kadar sebesar 9,5052%; 10,6138%; 62,8776%; 42,8839% dan 24,9238%.
2	Antalgin (metamizole/metampiron)	KLT	Silika gel GF254	asam asetat glasial : etil asetat (1:24)	1 dari 12 sampel jamu yang diuji positif mengandung antalgin yang dibutikan dengan persamaan nilai Rf yang didapat yaitu 0,78	(Fatimah dkk., 2017)
			Silika gel 60 F254	Kloroform : aseton : toluen (65:25:10)	Sampel E positif mengandung antalgin dengan nilai Rf 1,7 yang mendekati nilai Rf baku pembanding antalgin yaitu 1,9	(Suparti ningasih dkk., 2019)
			Silika gel GF254	Etil asetat : metanol : amonia (85:10:5)	3 dari 5 sampel jamu pegal linu positif mengandung metampiron yang ditandai dengan nilai Rf ketiga sampel tersebut mendekati nilai Rf standar	(Sulastri dkk., 2019)
3	Natrium diklofenak	KLT-Spektrofotometri	Silika gel GF254	Toluen : asam asetat glasial : etil asetat (60:1:40)	31 dari 110 sampel jamu rematik positif mengandung natrium diklofenak. Ketiganya mengandung natrium diklofenak sebesar 16,11 mg; 12,782 mg; dan 10,731 mg	(Dewi dkk., 2020)
			Silika gel GF254	etil asetat : n - H e k s a n (7:3)	3 dari 10 sampel uji positif mengandung natrium diklofenak dengan hasil yang dipeorleh yaitu nilai Rf sampel sama dengan nilai Rf baku pembanding yaitu 0,6. Ketiga sampel tersebut mengandung natrium diklofenak sebesar 135,1982 mg; 110,0334 mg; dan 6,0968 mg	(Rosyada dkk., 2019)
			Silika gel GF254	Etil asetat : asam asetat g l a s i a l : toluen (60:40:1)	3 dari 7 sample positif mengandung natrium diklofenak dengan nilai Rf yang sama dengan standar natrium diklofenak. Ketiga sampel tersebut memiliki kadar sebesar 154 mg/g ; 28.302 mg/g ; dan 6.908 mg/g	(Tahir dkk., 2018)

No	Bahan Kimia Obat	Metode	Fase Diam	Fase Gerak	Hasil	Pustaka
4	Piroksikam	KLT	Silika gel GF254	n-butanol : NH ₄ OH 6N (20:20)	4 sampel jamu positif mengandung piroksikam dari 6 sampel yang diuji dengan nilai Rf sampel yang mirip dengan dengan nilai Rf dari standar piroksikam	(Rahma tullah dkk., 2018)
			Silika gel GF254	Etil asetat : amonia : metanol (60:10:30)	2 dari 5 sampel jamu pegal linu positif mengandung piroksikam yang ditandai dengan nilai Rf dari sampel yang hampir sama dengan nilai Rf dari standar baku pembandingan	(Zamzam dkk., 2022)
			Silika gel GF254	Kloroform : aseton (80:20)	8 dari 114 sampel jamu yang diuji positif mengandung piroksikam	(Gitawati, 2013)
5	Paracetamol	KLT-Densitometri	Silika gel GF254	Kloroform : etanol (8:1)	3 dari 14 sampel jamu positif mengandung parasetamol. Ketiganya mengandung parasetamol sebesar 0,04% (b/v), 0,30% (b/v), dan 0,13% (b/v)	(Harimurti dkk., 2020)
			Silika gel GF254	n-Heksan etil asetat : (1:9)	4 dari 5 sampel jamu pegal linu positif mengandung parasetamol	(Kamar dkk., 2021)
			Silika gel GF254 (20 x 20)	Etanol	4 dari 14 sampel positif mengandung parasetamol dengan nilai Rf yang dihasilkan yaitu hampir sama dengan nilai Rf dari baku pembandingan	(Maharia ningasih, 2022)
6	Prednison	KLT-Densitometri	Silika gel GF254 (4 x 7)	Kloroform : etil asetat (1:9)	1 dari 5 sampel jamu positif mengandung prednison. Kadar prednison dalam sampel tersebut sebesar 4,754%	(Wirastuti dkk., 2016)
			Silika gel GF254	Kloroform : etil asetat : (2:8)	7 dari 10 sampel jamu pegal linu positif mengandung prednison yang ditandai dengan nilai Rf sampel yang sama dengan nilai Rf baku oembanding yaitu 0,69	(Fikayuniar dan Abriyani, 2020)
7	Deksametason	KLT	Silika gel GF254	Kloroform : metanol (90:10)	3 dari 5 sampel positif mengandung deksametason	(Saputra, 2015)
			Silika gel GF254	Dikloroetan : dietil eter : metanol : aquadest (77:15:8:1,2)	Dari 3 sampel yang diuji, tidak ada yang mengandung deksametason karena nilai Rf yang dihasilkan jauh berbeda dengan nilai Rf standar	(Khoirunnisa dkk., 2017)
			Silika gel GF254 (10 x 5)	Etanol 96% : kloroform (1:9)	Sampel positif mengandung deksametason dengan kadar yang didapat sebesar 11,731 mg/100 mL	(Rahmadani dkk., 2022)
8	Sibutramin HCl	KLT	Silika gel GF254 (20 x 20)	Aseton : kloroform	3 dari 4 sampel jamu yang diuji positif terdapat sibutramin HCl didalamnya dengan nilai Rf 0,83 yang sama dengan baku pembandingan	(Salmaa dan Wattiheluw, 2022)

No	Bahan Kimia Obat	Metode	Fase Diam	Fase Gerak	Hasil	Pustaka
		KLT-Spektrofotometri	Silika gel GF254	Aseton kloroform n-heksan (5:3:2)	: Metode KLT mendeteksi 1 sampel positif mengandung sibutramin HCl, namun metode spektrofotometri mendeteksi 10 sampel positif mengandung sibutramin HCl	(Wisnuddkk., 2017)
		KLT-Densitometri	Silika gel 60 F254	Toluen dietilamin (10:0,3)	: 6 dari 7 sampel positif mengandung sibutamin HCl dengan konsentrasi BKO sebesar 2,45-26,24 mg	(Hayundkk., 2016)
9	Sildenafil sitrat	KLT-Kromatografi Cair Spektrometri Massa	Silika gel 60 F254 & Kolom Phenomenex Synergi Fusion RP-100A	Metanol kloroform (4:1) & 0,2 M amonium asetat pH 7 dalam air dan 0,2 M amonium asetat pH 7 dalam asetonitril	: 5 dari 32 sampel jamu kuat positif mengandung sildenafil sitrat dengan nilai Rf yang hampir sama dengan nilai Rf baku pembanding yaitu 0,83	(Sumiati dkk., 2017)
		KLT	Silika gel GF254	etil asetat asetonitril ammonia 25%	: Kelima sampel yang diuji negatif mengandung sildenafil sitrat	(Husna dan Mita, 2020)
		KLT	Silika gel 60 F254 (20 x 10)	Etil asetat : metanol : amonium hidroksida 25% (100 : 15 : 1.5)	: 2 dari 2 sampel jamu yang diuji positif mengandung sildenafil sitrat	(Kuarniaty dkk., 2018)
10	Glibenklamid	KLT-Spektrofotodensitometri	Silika gel GF254	Asam formiat : toluen : butil asetat (0,4:50:50) asam asetat : toluen : metanol (45:55:1)	: 1 dari 3 sampel jamu antidiabetes positif mengandung glibenklamid dengan nilai Rf yang sama dengan standar glibenklamid yaitu 0,41	(Mulkin dkk., 2020)
			Silika gel 60 F254	Butil asetat : asam formiat : kloroform (60:0,4:40)	: 2 sampel jamu diabetes positif mengandung glibenklamid yang ditandai dengan spot noda dan nilai Rf yang sama dengan standar yaitu 0,5 pada campuran pelarut pertama	(Jayanti dkk., 2015)
11	Teofilin	KLT	Silika gel GF254	Kloroform etanol (80:20)	: 3 sampel jamu asma negatif mengandung teofilin	(Feladita dan Purnama, 2016)
		KLT preparatif-Spektrofotometri	Silika gel GF254	Etil asetat : asam asetat glasial : metanol (80:10:10)	: Total 3 sampel jamu sesak nafas positif mengandung teofilin dengan masing-masing nilai Rf yang dihasilkan yaitu 0,92; 0,91; dan 0,93 yang hampir sama dengan nilai Rf dari baku pembandingnya yaitu 0,92	(Herdini dkk., 2021)

Rf-nya. Nilai Rf yang dihasilkan dari larutan standar yaitu 0,51 dan nilai Rf larutan uji sampel A, B, dan C yaitu 0 karena ketiga sampel ini tidak menampilkan spot pada plat KLT. Sehingga disimpulkan bahwa ketiga sampel tersebut tidak mengandung fenilbutazon (Ridwan dkk., 2017).

Dari pengujian di atas, dapat dilihat bahwa meskipun analit yang diuji sama, namun fase gerak yang digunakan bisa berbeda. Selain adsorben dan sampel, fase gerak juga merupakan komponen penting dalam sistem KLT. Fase gerak dapat berupa satu pelarut organik maupun campuran pelarut organik (Rosamah, 2019). Untuk mengetahui fase gerak yang cocok digunakan dalam pengujian KLT, dapat dilakukan tahapan optimasi fase gerak. Optimasi fase gerak berawal dari menentukan sifat fisika kimia analit yang akan dianalisis dan jenis adsorben fase diam yang digunakan (Wulandari, 2011). Sifat penting dari fase gerak yaitu kemampuannya untuk diadsorpsi pada adsorben. Saat fase gerak bergerak melewati permukaan silika gel, ia mengangkut analit melewati fase diam selama fase gerak memiliki afinitas terhadap adsorben (Bele dan Khale, 2011). Kekuatan elusi fase gerak meningkat dengan polaritas (Bele dan Khale, 2011). Oleh karena itu, senyawa polaritas rendah dapat dielusi dengan pelarut polaritas rendah, sedangkan senyawa polaritas tinggi membutuhkan pelarut polaritas tinggi (Bele dan Khale, 2011). Campuran fase gerak digunakan untuk mencapai pemisahan optimal dengan KLT (Bele dan Khale, 2011). Dengan penambahan sejumlah kecil pelarut polar dapat menghasilkan peningkatan besar dalam daya elusi fase gerak (Bele dan Khale, 2011).

Keberadaan fenilbutazon juga dapat dianalisis menggunakan metode densitometri. Densitometri bertujuan untuk menghitung kadar dari analit setelah dilakukan pemisahan oleh KLT. Analisis ini dilakukan terhadap 30 sampel jamu

pegal linu. Setelah dielusi dengan fase gerak campuran yang terdiri dari etil asetat:kloroform (2:1), fase diam silika GF254 dicek di bawah sinar UV 240 nm. Dari pengujian tersebut, lima sampel positif mengandung fenilbutazon dengan kadar sebesar 62,8776% ; 42,8839% ; 9,5053% ; 24,9238% dan 10,6138% (Rollando dkk., 2019).

Keberadaan antalgin (metamizole) dapat dianalisis menggunakan metode kromatografi lapis tipis. Pengujian dilakukan terhadap 12 sampel jamu pegal linu. Fluoresensi BKO metamizole dicek di bawah sinar UV 254 nm. Hasil yang diperoleh yaitu 1 dari 12 sampel positif mengandung antalgin (metamizole). Hal tersebut dibuktikan dengan sampel yang memperoleh nilai Rf yang sama dengan larutan baku pembanding yaitu 0,78. Selain itu, sampel dan larutan baku pembanding pun memiliki fluoresensi yang sama saat pengecekan plat di bawah sinar UV yaitu merah ungu (Fatimah dkk., 2017).

Pada pengujian lainnya, identifikasi antalgin dilakukan terhadap lima sampel jamu pegal linu. Pengujian ini menggunakan penampak bercak larutan dragendorff, kemudian plat dicek di bawah sinar UV 254 nm. Dari kelima sampel tersebut, satu diantaranya, yaitu sampel E, positif mengandung BKO antalgin karena nilai Rf yang dihasilkan yaitu 1,7 mendekati nilai Rf larutan baku antalgin yaitu 1,9 (Supartiningsih dkk., 2019).

Uji identifikasi antalgin lainnya dilakukan terhadap 5 sampel jamu pegal linu. Setelah proses elusi dengan eluen berupa campuran etil asetat : metanol : amonia (85:10:5), plat KLT diperiksa menggunakan sinar UV 254. Hasil yang diperoleh yaitu sampel I, II, dan III positif mengandung antalgin. Hal ini dibuktikan dengan nilai Rf dari ketiga sampel hampir sama dengan nilai Rf dari larutan baku pembanding metampiron (Sulastri dkk., 2019).

Bahan kimia obat natrium diklofenak dapat diidentifikasi dengan metode KLT. Pada pengujian ini, identifikasi dilakukan terhadap 10 sample jamu rematik. Hasil yang diperoleh yaitu 3 dari 10 sampel positif mengandung natrium diklofenak. Hal ini dibuktikan dengan noda yang dimiliki oleh sampel pada plat fase diam sama dengan noda milik baku pembanding natrium diklofenak. Selain nilai Rf dari ketiga sampel tersebut pun memiliki nilai Rf yang mirip dengan baku pembandingnya. Kadar dari BKO pada tiga sampel yang positif diukur menggunakan metode spektrofotometri dan didapat hasil kadar sebesar 16,11 mg; 12,782 mg; dan 10,731 mg (Dewi dkk., 2020).

Identifikasi natrium diklofenak diuji terhadap 10 produk jamu yang beredar di pasaran dengan metode KLT. Hasil yang didapat yaitu 3 sampel positif mengandung natrium diklofenak, hasil menunjukkan tiga sampel yang positif memiliki nilai Rf yang sama dengan larutan standar yaitu 0,6. Analisis kuantitatif dilakukan terhadap sampel positif tersebut menggunakan bantuan spektrofotometer dan didapat kadar natrium diklofenak di dalam sampel tersebut sebesar 110,0334 mg; 6,0968 mg; dan 135,1982 mg; (Rosyada dkk., 2019).

Keberadaan piroksikam dalam sampel dapat diidentifikasi menggunakan metode KLT. Pengujian oleh Rahmatullah dkk, dilakukan identifikasi BKO terhadap 6 sampel jamu asam urat. Hasil yang didapat yaitu 4 dari 6 sampel positif mengandung piroksikam. Hasil tersebut dibuktikan dengan nilai Rf yang dimiliki sampel mirip dengan nilai Rf dari standar piroksikam yaitu 0,68 (Rahmatullah dkk., 2018).

Pada pengujian lainnya untuk identifikasi piroksikam, dilakukan terhadap 5 produk jamu yang beredar di pasaran. Pada pengujian ini digunakan fase gerak Etil asetat : amonia :

metanol (60:10:30). Dari pengujian ini diperoleh hasil 2 sampel positif mengandung piroksikam yang ditandai dengan nilai Rf dan spot noda dari sampel yang mirip dengan baku pembanding piroksikam (Zamzam dkk., 2022).

Jamu atau obat tradisional yang mengandung piroksikam dapat dianalisis menggunakan KLT dengan fase diam silika gel dan fase gerak kloroform : aseton. Dari 114 jamu yang dianalisis, diperoleh 8 diantaranya positif mengandung piroksikam. Metode KLT dapat digunakan untuk uji kualitatif terhadap jumlah sampel yang besar karena metode ini sederhana dan tidak memakan waktu yang lama (Gitawati, 2013).

Kromatografi lapis tipis juga bisa menjadi pilihan untuk melakukan identifikasi parasetamol dalam sediaan obat tradisional. Pada pengujian yang dilakukan oleh Harimurti dkk, terdapat 3 sampel.jamu.pegal linu.yang positif mengandung parasetamol dari 14 sampel yang diuji menggunakan KLT. Hasil yang positif ini disimpulkan dari penampakan bercak yang mempunyai.warna dan Rf serupa dengan baku pembanding parasetamol. Analisis kuantitatif menggunakan densitometri dilakukan terhadap tiga sampel yang positif sebelumnya, dan diperoleh hasil kandungan parasetamol dalam setiap sampel secara berurutan 0,13%, 0,30%, dan 0,04% (Harimurti dkk., 2020).

Pada pengujian identifikasi parasetamol lainnya, digunakan fase gerak etil n-Heksan:asetat (1:9) dan fase diam diam silika gel GF254. Hasil yang diperoleh yaitu 4 dari 5 sampel positif mengandung parasetamol dengan tiga kali pengulangan/perlakukan. Hasil ini dibuktikan dengan nilai Rf dan spot noda yang dihasilkan oleh sampel sama dengan standar parasetamol (Kamar dkk., 2021).

Pada pengujian yang dilakukan oleh

Maharianingsih (2022), identifikasi parasetamol dilakukan dengan menggunakan fase gerak etanol. Setelah plat dielusikan dengan fase gerak, kemudian dilihat pada sinar UV 254 nm. Selanjutnya, untuk memperjelas spot noda pada plat, plat tersebut disemprot dengan H₂SO₄ encer. Hasil yang diperoleh dari pengujian ini yaitu 4 sampel positif mengandung parasetamol dari 14 sampel yang diuji dengan bukti berupa nilai Rf dan spot noda yang mirip antara sampel dengan larutan standar.

Prednisone dapat dianalisis secara kualitatif dan kuantitatif. Dalam penelitian oleh Wirastuti dkk, prednison diidentifikasi pada 5 sampel jamu rematik menggunakan metode KLT yang dilanjutkan dengan metode densitometri untuk mengukur kadarnya. Dari pengujian ini didapat kesimpulan 1 dari 5 sampel positif mengandung prednison dengan nilai Rf sampel sama dengan nilai Rf baku pembanding yaitu 0,63. Dengan metode densitometri, diketahui kadar prednison dalam sampel tersebut sebesar 4,754% (Wirastuti dkk., 2016).

Uji identifikasi untuk prednison lainnya dapat dilakukan dengan menggunakan fase diam silika gel GF254 dan fase gerak kloroform:etil asetat (2:8). Larutan sampel dan larutan standar ditotol pada plat kemudian dielusikan dengan fase gerak. Plat KLT diperiksa pada sinar UV dengan panjang gelombang 254 nm. Didapat hasil 7 dari 10 sampel positif mengandung prednison yang ditandai dengan nilai Rf sampel yang sama dengan nilai Rf baku oembanding yaitu 0,69 (Fikayuniar dan Abriyani, 2020).

Metode KLT dapat digunakan untuk analisa kualitatif dari deksametason dalam sediaan obat tradisional. Setelah plat ditotolkan dengan lima larutan sampel, plat kemudian dielusikan dengan fase gerak berupa metanol:kloroform (10:90) lalu plat dilihat pada sinar UV 254 nm. Diperoleh

hasil berupa 3 dari 5 sampel positif mengandung deksametason (Saputra, 2015).

Uji identifikasi deksametason lainnya dilakukan menggunakan metode KLT terhadap sampel jamu pegal linu yang beredar di pasaran. Identifikasi ini dilakukan menggunakan fase gerak Dikloroetan : metanol : dietil eter : aquadest (77:8:15:1,2). Hasil yang diperoleh dari dua kali pengulangan yaitu tiga sampel memiliki perbedaan Rf dengan standar baku pembanding deksametason. Sehingga didapat kesimpulan bahwa ketiga sampel jamu pegal linu mengandung 0% deksametason (Khoirunnisa dkk., 2017).

Analisis deksametason oleh Rahmadani (2022) dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif. Analisis kualitatif dilakukan menggunakan metode KLT dan analisis secara kuantitatif dilakukan menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis. Setelah dilakukan penotoloan larutan sampel dan larutan baku pembanding, plat dielusikan, kemudian plat dilihat pada sinar UV 254 nm. Dari pengujian ini diperoleh nilai Rf dari larutan sampel yaitu 0. Nilai Rf yang dihasilkan dapat dipengaruhi oleh beragam faktor, antara lain arah aliran eluen, sifat dan ukuran dari lempeng, dan metode preparasi sampel. Sedangkan pada analisis kuantitatif, didapat hasil kadar BKO deksametason dalam sampel uji sebesar 11,731 mg/100 mL.

Keberadaan sibutramin HCl dapat dianalisa secara kualitatif menggunakan metode KLT. Pengujian identifikasi sibutramin ini dilakukan terhadap empat sampel jamu pelangsing yang sudah beredar. Setelah dielusikan dengan fase gerak, plat KLT dilihat pada sinar UV 254 nm dan 366 nm. Diperoleh hasil berupa 3 dari 4 sampel positif mengandung sibutramin HCl dengan bukti bahwa sampel memiliki nilai Rf yang sama dengan nilai Rf dari larutan standar yaitu 0,77 (Salmaa dan Wattiheluw, 2022).

Uji identifikasi sibutramin lainnya

dilakukan dengan metode KLT dan dilanjutkan secara kuantitatif dengan metode spektrofotometri. Identifikasi ini diuji terhadap 10 sampel jamu pelangsing yang sudah beredar di pasaran. Larutan sampel dan baku pembanding ditotol di plat KLT, dielusikan, kemudian dibandingkan nilai Rf sampel dengan nilai Rf baku pembanding. Dengan menggunakan fase gerak campuran dari aseton, kloroform, dan n-heksan, didapat nilai Rf dari sampel D yang sama dengan nilai Rf dari baku pembanding sibutramin HCl yaitu 0,9. Artinya, 1 dari 10 sampel positif mengandung sibutramin. Lalu pengujian dilanjutkan dengan analisis secara kuantitatif menggunakan metode spektrofotometri terhadap 10 sampel untuk melihat apakah sampel lainnya benar tidak mengandung sibutramin HCl. Hal tersebut dapat dipastikan dengan metode spektrofotometri karena sensitivitasnya yang lebih tinggi dibandingkan KLT. Hasil yang diperoleh yaitu seluruh sampel jamu positif terdapat sibutramin didalamnya dengan kadar sebesar 3,543 µg/mL; 12,790 µg/mL; 15,461 µg/mL; 9,479 µg/mL; 8,124 µg/mL; 6,732 µg/mL; 18,444 µg/mL; 9,265 µg/mL; dan 19,52 µg/mL (Wisnu dkk., 2017).

Identifikasi sibutramin HCl lainnya dilakukan menggunakan metode KLT yang dilanjutkan dengan metode densitometri untuk analisa secara kuantitatifnya. Setelah sampel dan larutan standar ditotolkan pada plat KLT, plat disemprot dengan pereaksi Dragendorff dan diperoleh bercak berwarna jingga yang sesuai dengan sibutramine HCl. Dari hasil pengujian ini, didapat bahwa 6 dari 7 yang diuji positif mengandung sibutramin. Hal tersebut dibuktikan dengan persamaan nilai Rf dan spot noda dari keenam sampel dengan larutan standar sibutramine HCl. Hasil penentuan konsentrasi sibutramine HCl pada sampel menunjukkan bahwa sampel jamu pelangsing mengandung 2,45-26,24 mg sibutramine HCl

per dosis tunggal jamu pelangsing (Hayun dkk., 2016).

Sildenafil sitrat dapat diidentifikasi secara kualitatif menggunakan metode KLT. Pengujian ini dilakukan menggunakan fase diam berupa silika gel 60 F254 dan fase gerak berupa metanol:kloroform (4:1). Identifikasi sildenafil sitrat dilakukan terhadap 32 sampel jamu kuat. Hasil yang diperoleh yaitu 5 sampel diantaranya positif mengandung sildenafil sitrat. Hasil ini dibuktikan oleh nilai Rf sampel yang mendekati nilai Rf standar sildenafil sitrat yaitu 0,83. Dari kelima sampel tersebut analisis dilanjutkan dengan metode Kromatografi Cair Spektrometri Massa (KC-SM) untuk mengetahui kadar sildenafil sitrat yang terkandung dalam sampel. Dari hasil pengujian tersebut didapatkan kadar sildenafil sitrat yang terkandung dalam kelima sampel tersebut yaitu sebesar 443,87; 156,77; 1119,19; 198,01; dan 226,00 µg/kg (Sumiati dkk., 2017).

Uji identifikasi sildenafil sitrat lainnya dilakukan terhadap lima sampel jamu stamina pria yang beredar di Kota Bandung. Setelah larutan sampel dan larutan standar sildenafil sitrat ditotolkan pada plat, plat dielusikan, kemudian dilihat pada sinar UV 254 nm dan 366 nm. Dari lokasi noda yang terlihat, dihitung nilai Rf sampel dan dibandingkan dengan nilai Rf dari larutan standar. Nilai Rf yang dihasilkan oleh kelima sampel jamu tersebut yaitu 0,23; 0,95; 0,95; 0,74 dan sampel terakhir tidak menunjukkan bercak noda maupun fluoresensi. Sedangkan nilai Rf dari baku pembanding yaitu 0,67. Maka dapat disimpulkan bahwa kelima sampel jamu stamina pria negatif mengandung sildenafil sitrat (Husna dan Mita, 2020).

Identifikasi glibenklamid dapat dilakukan secara kualitatif menggunakan metode KLT. Dari tiga sampel jamu antidiabetes yang

diuji, satu diantaranya positif mengandung glibenklamid. Hal tersebut dibuktikan dengan noda totolan sampel yang sama dengan noda dari standar glibenklamid. Selain itu, nilai R_f yang dihasilkan pun sama dengan nilai R_f standarnya yaitu 0,41. Selanjutnya sampel yang positif mengandung BKO dilanjutkan dengan uji spektrofotodensitometri untuk memperkuat kesimpulan sebelumnya. Hasilnya didapat bahwa sampel positif memiliki peak yang sama dengan *peak* baku pembanding glibenklamid dan *peak spike* (Mulkin dkk., 2020).

Uji identifikasi glibenklamid lainnya dilakukan terhadap 10 sampel jamu diabetes menggunakan tiga kombinasi pelarut campuran yaitu kombinasi antara butil asetat, kloroform, asam formiat, etil asetat, toluen, dan metanol. Setelah plat KLT dielusikan, dihitung nilai R_f dari setiap sampel. Dua sampel positif mengandung BKO karena memiliki nilai R_f yang sama dengan larutan standar glibenklamid yaitu sebesar 0,5. Selanjutnya plat disemprot dengan penampak bercak H_2SO_4 pekat 10% dalam metanol untuk memastikan persamaan spot noda pada KLT. Plat diperiksa kembali pada sinar UV 254 nm dan didapat spot noda berwarna ungu (Jayanti dkk., 2015).

BKO teofilin dalam sediaan obat tradisional dapat diidentifikasi secara analisis kualitatif menggunakan metode KLT. Identifikasi ini dilakukan terhadap tiga sampel jamu asma dengan fase diam yang digunakan berupa silika gel GF254 dan fase gerak berupa etanol: kloroform (20:80). Setelah larutan sampel dan larutan standar ditotolkan di plat, kemudian plat dielusikan, pendaran spot noda dilihat pada sinar UV 254 nm. Dari hasil pengujian disimpulkan bahwa dari ketiga sampel yang diuji tidak ada yang mengandung teofilin (Feladita dan Purnama, 2016).

Uji identifikasi BKO teofilin lainnya dilakukan menggunakan metode KLT preparatif dan dilanjutkan secara kuantitatif dengan metode spektrofotometri. Pengujian ini dilakukan terhadap 3 sampel jamu asma dengan fase diam yang digunakan berupa silika gel GF254 dan fase gerak berupa etil asetat : metanol : asam asetat glasial. Dari hasil identifikasi, ketiga sampel positif mengandung BKO teofilin. Hal ini dibuktikan dengan nilai R_f dan spot noda yang dihasilkan mirip dengan larutan standar teofilin. Nilai R_f dari ketiga sampel berturut-turut 0,91; 0,92; dan 0,93, dimana nilai R_f dari baku pembanding yaitu 0,91. Noda yang diperoleh pada plat kemudian dikerok untuk dilanjutkan analisisnya menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis. Metode ini ditujukan untuk menghitung kadar BKO yang terkandung dalam sampel jamu. Hasil yang diperoleh dari uji secara kuantitatif ini yaitu kadar rata-rata (% b/b) dari ketiga sampel yaitu 0,0640; 0,0522, dan 0,0616 (Herdini dkk., 2021).

SIMPULAN

Obat tradisional yang sering dicemari BKO umumnya jamu untuk pelangsing, diabetes, pegal linu, asma, dan peningkat stamina. BKO yang umum ditemukan dalam sediaan obat tradisional yaitu parasetamol, natrium diklofenak, antalgin, prednison, fenilbutason, sibutramin hidroklorida, glibenklamid, piroksikam, teofilin, deksametason, dan sildenafil sitrat. Penggunaan jamu yang mengandung BKO yang tidak terkendali dapat menimbulkan efek samping yang serius. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi BKO dalam sediaan obat tradisional yaitu dengan metode Kromatografi Lapis Tipis (KLT) karena penggunaannya yang mudah dan sederhana, biayanya yang relatif murah, dan tidak membutuhkan waktu analisis yang lama.

Pemisahan BKO dalam sampel pada sistem KLT didasarkan pada perbedaan distribusi dari komponen BKO diantara fase diam dan fase gerak sehingga penting untuk memperhatikan jenis adsorben pada fase diam dan kepolaran fase gerak yang sesuai. Kekuatan elusi fase gerak meningkat dengan polaritas. Oleh karena itu, senyawa polaritas rendah dapat dielusi dengan pelarut polaritas rendah, sedangkan senyawa polaritas tinggi membutuhkan pelarut dengan polaritas tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Akib, N.I., Sahumena, M.H., Dawu, Y., Aspadiah, V., Hafizah, I., dan Ritonga, H. 2020. Optimasi Kadar Fenilbutazon dalam Pembawa Vesikular Etosom. *Jurnal Ilmiah Fakultas Kedokteran Universitas Halu Oleo*. Vol. 7, No.2. EISSN: 2443-0218
- Altman R, Bosch B, Brune K, Patrignani P, Young C. 2015. Advances in NSAID development: evolution of diclofenac products using pharmaceutical technology. *Drugs*. 75(8):859-77. doi: 10.1007/s40265-015-0392-z. PMID: 25963327; PMCID: PMC4445819.
- Bele, A. dan Khale, A. 2011. An Overview on Thin Layer Chromatography. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. Volume 2, nomor 2: 256-267
- BPOM. 2006. Bahaya Bahan Kimia Obat (BKO) yang Dibubuhkan ke dalam Obat Tradisional (Jamu). Available from <https://www.pom.go.id/new/view/more/berita/144/BAHAYA-BAHAN-KIMIA-OBAT%20BKO%20YANG-DIBUBUHKAN-KEDALAM-OBAT-TRADISIONAL%20JAMU-.html>
- BPOM RI. 2019. Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 32 Tahun 2019 Tentang Persyaratan Keamanan dan Mutu Obat Tradisional. Jakarta
- Brogden, R.N. 1986. Pyrazolone derivatives. *Drugs*. 32: 60-70
- Bunte K, Smith DJ, Chappell MJ, Hassan-Smith ZK, Tomlinson JW, Arlt W, Tiño P. 2018. Learning pharmacokinetic models for in vivo glucocorticoid activation. *J Theor Biol*. Vol.14;455:222-231
- Dean, L. 2019. Piroxicam Therapy and CYP2C9 Genotype. *Medical Genetics Summaries*. Bethesda (MD): National Center for Biotechnology Information (US). Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537367/>
- Dewi, L., Hendrayanti, H., dan Nurhayati, C. 2020. Pemeriksaan Bahan Kimia Obat (BKO) Natrium Diklofenak dalam Beberapa Sediaan Jamu Rematik yang Beredar di Pasar Purwadadi Subang. *Jurnal Sabdariffarma*. Volume 8, Nomor 1
- Dewi, R.S., Wahyuni, Pratiwi, E., dan Muharni, S. 2019. Penggunaan Obat Tradisional oleh Masyarakat di Kelurahan Tuah Karya Kota Pekanbaru. *Jurnal Penelitian Farmasi Indonesia*. Vol. 8(1), ISSN 2302-187X.
- Fatimah, S., Rahayu, M., dan Indari, D.F. 2017. Analisis Antalgin dalam Jamu Pegal Linu yang Dijual di Pasar Beringharjo Yogyakarta. *Journal of Health*. Volume 4, Nomor 1
- Feladita, N. dan Purnama, R.C. 2016. Identifikasi Teofilin dalam Jamu Asma Sediaan Serbuk yang Beredar di Pasar-Pasar di Kecamatan Tanjung Karang Pusat Secara Kromatografi Lapis Tipis. *Jurnal Analisis Farmasi*. Volume 1, nomor 4: 205-210
- Fikayuniar, L. dan Abriyani, E. 2020. Analisis Kualitatif Kandungan Bahan Kimia Obat Prednison pada Jamu Rematik dan Pegal

- Linu di Daerah Karawang Barat. *Pharma Xplore*. Volume 5, No. 2: 68-75
- Gitawati, R. 2013. Analisis Adulterasi Jamu Pegal Linu yang Diperoleh dari Pasar di Jakarta dan Sekitarnya (Analysis of Adulterated Jamu Pegal Linu Obtained From the Market in Jakarta). *Buletin Penelitian Sistem Kesehatan*. 16(3):269-274
- Gómez E, Blanca-Lopez N, Torres MJ, Requena G, Rondon C, Canto G, Blanca M, Mayorga C. 2009. Immunoglobulin E-mediated immediate allergic reactions to dipyrone: value of basophil activation test in the identification of patients. *Clin Exp Allergy*. 39: 1217-1224.
- Harimurti, S., Ulandari, S., Widada, H., dan Damarwati, V.L. 2020. Identifikasi Parasetamol dan Asam Mefenamat pada Jamu Pegal Linu dan Asam Urat yang Beredar di Daerah Istimewa Yogyakarta. *Journal of Pharmaceutical Science and Clinical Research*. Volume 2. DOI: 10.20961/jpscr.v5i2.41929
- Hayun, Manggadani, B.P. dan Amalina, N. 2016. Determination of Sibutramine Adulterated in Herbal Slimming Products Using TLC Densitometric Method. *Indonesian Journal of Pharmacy*. Volume 27, nomor 1:15-21.
- Herdini, Nurlicha, S.L., dan Hadi, V. 2021. Analisis Teofilin dalam Jamu Sesak Nafas Sediaan Serbuk yang Beredar Secara KLTp Spektrofotometri Uv/Vis dan FTIR. *Teknosains: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika*. Volume 8, nomor 2: 100-108
- Huber, M., Andersohn, F., dan Sarganas, G. 2015. Metamizole-induced agranulocytosis revisited: results from the prospective Berlin Case-Control Surveillance Study. *Eur J Clin Pharmacol*. Vol.71(2):219-27
- Husna, F. dan Mita, S.R. 2020. Identifikasi Bahan Kimia Obat dalam Obat Tradisional Stamina Pria dengan Metode Kromatografi Lapis Tipis. *Farmaka*. Volume 18, Nomor 2: 16-25
- Ismiyana, F. 2013. Gambaran Penggunaan Obat Tradisional Untuk Pengobatan Sendiri Pada Masyarakat Di Desa Jimus Polanharjo Klaten [Skripsi]. Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Jasiecka, A., Maślanka, T., Jaroszewski, J.J. 2014. Pharmacological characteristics of metamizole. *Pol J Vet Sci*. Vol.17(1):207-14. doi: 10.2478/pjvs-2014-0030.
- Jayanti, R., Aprilia, H., dan Lukmayani, Y. 2015. Analisis Kualitatif Bahan Kimia Obat (BKO) Glibenklamid dalam Sediaan Jamu Diabetes yang Beredar Dipasaran. *SpeSIA*. ISSN 2460-6472
- Kamar, I., Zahara, F., Yuniarni, D., dan Umairah, R.U. 2021. Identifikasi Parasetamol dalam Jamu Pegal Linu Menggunakan Metode Kromatografi Lapis Tipis (KLT). *Quimica: Jurnal Kimia Sains dan Terapan*. Volume 3, Nomor 1: 24-29
- Kayne, S. B. 2010. Introduction to Traditional Medicine dalam: *Traditional Medicine*. London: Pharmaceutical Press.
- Khoirunnisa, S.M., Ulfa, A.M., Novika, M. 2017. Identifikais Deksametason dalam Jamu Pegal Linu Sediaan Serbuk yang Beredar di Pasar-Pasar Kota Bandar Lampung Secara Kromatografi Lapis Tipis. *Journal of Science and Applicative Technology*. Volume I, Nomor 2: 94-101
- Kuarniaty, R., Khairin., dan Lelifajri. 2018. Analysis of Sildenafil and Its Derivatives in Jamu (Herbal Medicines) Using Lc/Ms/ Ms Spectroscopy. *Jurnal Natural*. Volume 18, nomor 3
- Lees, P. dan Toutain, P.L. 2013. Pharmacokinetics,

- pharmacodynamics, metabolism, toxicology and residues of phenylbutazone in humans and horses. *The Veterinary Journal*. Vol. 196, Issue 3, Pages 294-303.
- Maharianingsih, N.M. 2022. Identifikasi Parasetamol dalam Jamu Pegal Linu yang Diperoleh dari Depot Jamu di Kota Denpasar. *Jurnal Riset Kefarmasian Indonesia*. Volume 4, Nomor 1: 74-88. <https://doi.org/10.33759/jrki.v4i1.208>
- Mathews, K.A. 2002. Non-steroidal anti-inflammatory analgesics: A review of current practice. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*. Vol. 12(2), 89-97
- McGettigan, P., dan Henry, D. 2013. Use of non-steroidal anti-inflammatory drugs that elevate cardiovascular risk: an examination of sales and essential medicines lists in low-, middle-, and high-income countries. *PLoS Medicine*. 10(2):e1001388. doi: 10.1371/journal.pmed.1001388. Epub 2013 Feb 12. PMID: 23424288; PMCID: PMC3570554.
- Mulkin, A., Maarisit, W., Pareta, D., dan Palandi, R. 2020. Identifikasi Bahan Kimia Obat (BKO) Glibenklamid pada Jamu Antidiabetes dengan Menggunakan Metode Kromatografi Lapis Tipis (KLT) dan Spektrofotodensitometri. *The Tropical Journal of Biopharmaceutical*. Volume 3, nomor 2 : 48-53
- Munoz, J., Navarro, C., Noriega, V., Pinardi, G., Sierralta, F., Prieto, J.C., dan Miranda, H.F. 2010. Synergism between COX-3 inhibitors in two animal models of pain. *Inflammopharmacology*. 18: 65-71
- Permadi, Y. W., Slamet., dan Safitri, E. S. 2018. Identifikasi Kandungan Bahan Kimia Obat pada Jamu Gemuk Badan Pada Merek Jamu Kianpi Pil dan Jamu Gemuk Gunasehat dengan Metode KLT. *URECOL STIKES PKU Muhammadiyah Pekajangan*. pp. 656- 662.
- Puckett Y, Gabbar A, Bokhari AA. 2022. Prednisone. In: StatPearls [Internet]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK534809/> [Diakses pada 6 Februari 2023]
- Rahmadani, Rahmah, M., dan Maulida, R.M. 2022. Analisis Kualitatif dan Kuantitatif Deksametason Pada Jamu Penggemuk Badan. *FARMASIS: Jurnal Sains Farmasi*. Volume 3, nomor 2: 86-91
- Rahmatullah, S., Slamet, Fikri, A. 2018. Analisis Kualitatif Kandungan Bahan Kimia Obat (BKO) dalam Jamu Asam Urat yang Beredar di Kabupaten Pekalongan. *University Research Colloquium*. 566-575
- Ridwan, I.P., Abdullah, R., dan Supriati, H.S. 2017. Identifikasi Fenilbutazon dalam Jamu Rematik yang Beredar di Kota Manado dengan Metode Kromatografi Lapis Tipis. *Media Farmasi Indonesia*. Volume 12, No 1
- Rollando, R., Embang, E.D., dan Monica, E. 2019. Penetapan Kadar Fenilbutazon dan Parasetamol dalam Jamu Pegal Linu yang Beredar di Kota Malang Secara Kromatografi Lapis Tipis Densitometri. *Jurnal Insan Farmasi Indonesia*. Volume 2(1): 126-138. ISSN online 2621-4032
- Rosamah, E. 2019. *Kromatografi Lapis Tipis. Kalimantan Timur: Mulawarman University Press*
- Rosyada, E. Muliastari, H., dan Yuanita, E. 2019. Analisis Kandungan Bahan Kimia Obat Natrium Diklofenak dalam Jamu Pegal Linu yang Dijual di Kota Mataram. *Jurnal Ilmiah Farmasi*. Volume 15, Nomor 1. ISSN: 1693-8666
- Salmaa, C.D. dan Wattiheluw, M.H. 2022.

- Identifikasi Sibutramin HCl pada Sediaan Jamu Pelangsing yang Dijual di Pasar Besar Kota Malang Menggunakan Metode KLT. *Jurnal Nutriture*. Volume 1, Nomor 2
- Saputra, S.A. 2015. Identifikasi Bahan Kimia Obat dalam Jamu Pegel Linu Seduh dan Kemasan yang Dijual di Pasar Bandar. *Jurnal Wiyata*. Volume 2, Nomor 2
- Solikha, M. dan Anggraini, D. 2016. Analisis Fenilbutazon dalam Jamu Pegal Linu yang Beredar di Daerah Cibubur, Jakarta Timur. *Sainstech Farma*. Volume 9 No.1
- Sukandar, Y. 2006. Tren dan Paradigma Dunia Farmasi: Industri Klinik-Teknologi Kesehatan. Orasi Ilmiah Dies Natalis ke-45 ITB. http://itb.ac.id/focus/focus_file/orasi-ilmiah-dies-45.pdf [diakses 4 Februari 2023]
- Sukohar, A., Ramdini, D.A., Yuliyanda, C., Triyandi, R., dan Iqbal, M. 2022. Penyuluhan Waspada Bahan Kimia Obat (BKO) dalam Obat Tradisional pada Masyarakat Agromedicine di Desa Cipadang Kecamatan Gedong Tataan Kabupaten Pesawaran. *JPM Ruwa Jurai*. Volume 7, nomor 2: 9-15.
- Sulastris, L., Indriaty S., dan Syarifudin, A. 2019. Identifikasi Metampiron dalam Sediaan Jamu Pegal Linu yang Beredar di Majalengka dengan Metode Kromatografi Lapis Tipis (KLT). *Medimuh*. Volume 2, nomor 1: 39-44. ISSN : 2716-3644
- Sumiati, T., Lohita, B., dan Nurtiyah. 2017. Analisis Sildenafil Sitrat dalam Jamu Kuat di Kecamatan Bogor Barat dan Tanah Sareal dengan Menggunakan Kromatografi Cair Spektrometri Massa. *Jurnal Farmamedika*. Volume 2, Nomor 2
- Supartiningsih, Sinaga, E.M., dan Silitonga, M. 2019. Identifikasi Antalgin dalam Jamu Pegal Linu Secara Kromatografi Lapis Tipis. *Farmanesia*. Volume 6, Nomor 2
- Tahir, M., Maryam, S., dan Wahdania, A. 2018. Analisis Bahan Kimia Obat Natrium Diklofenak pada Sediaan Jamu Pegal Linu yang Beredar di Makassar. *Window of Health : Jurnal Kesehatan*. Volume 1, No. 4 : 311-317
- Tampucci, S., Carpi, S., Digiaco, M., Polini, B., Fogli, S., Burgalassi, S., Macchia, M., Nieri, P., Manera, C., dan Monti, D. 2019. Diclofenac-Derived Hybrids for Treatment of Actinic Keratosis and Squamous Cell Carcinoma. *Molecules*. Vol. 24(9):1793. doi: 10.3390/molecules24091793. PMID: 31075867; PMCID: PMC6539072.
- Wirastuti, A., Dahlia, A., dan Najib, A. 2016. Pemeriksaan Kandungan Bahan Kimia Obat (BKO) Prednison pada Beberapa Sediaan Jamu Rematik. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*. Volume 3, Nomor 1.
- Wisnu, A., Sudewi, S., dan Lolo, W.A. 2017. Analisis Bahan Kimia Obat Sibutramin HCl pada Jamu Pelangsing yang Beredar di Kota Manado. *Pharmacon: Jurnal Ilmiah Farmasi*. Volume 6, nomor 4: 75-81
- Wulandari, L. 2011. Kromatografi Lapis Tipis. *Jember: Taman Kampus Presindo*
- Zamzam, M.Y., Karlina, N., dan Yesa, K.R. 2022. Identifikasi Bahan Kimia Obat Dalam Jamu Pegal Linu Yang Beredar Di Kecamatan Harjamukti Kota Cirebon. *Medimuh: Jurnal Kesehatan Muhammadiyah*. Volume 3, nomor 2
- Żukowski M, dan Kotfis K. 2009. Safety of metamizole and paracetamol for acute pain treatment. *Anestezjol Intens Ter*. 41: 170-175