



Analisis Semikuantitatif Parasetamol Dalam Jamu Pegal Linu Menggunakan Pemrosesan Gambar Digital dari Hasil Kromatografi Lapis Tipis

M.A. Hanny Ferry Fernanda^{1*}, Ratih Kusuma Wardani¹

¹ Departemen Kimia Farmasi, Prodi Diploma Tiga Farmasi, Akademi Farmasi Surabaya, Surabaya, Indonesia

INFO ARTIKEL

A B S T R A K

Sejarah artikel:

Penerimaan
naskah: 18
Agustus 2022
Penerimaan
naskah revisi: 07
Desember 2022
Disetujui untuk
dipublikasikan: 12
Desember 2022

Kata kunci :

Jamu Pegal Linu,
BKO, Parasetamol,
KLT, Gambar Digital

Jamu merupakan obat tradisional yang berasal dari simplisia tanaman dan harus memenuhi syarat kualitas, salah satunya adalah tidak boleh mengandung bahan kimia obat (BKO). Salah satu jamu yang banyak beredar dan bisa didapatkan dengan bebas di masyarakat adalah jamu pegal linu. Parasetamol merupakan BKO yang dicurigai digunakan dalam jamu pegal linu tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan pengembangan metode analisis untuk menentukan kandungan BKO parasetamol pada jamu pegal linu secara semikuantitatif menggunakan gambar digital yang diperoleh dari Kromatografi Lapis Tipis. Metode analisis semikuantitatif dilakukan dengan melakukan pemrosesan gambar digital menggunakan aplikasi qTLC. Hasil dari penelitian ini membuktikan adanya BKO parasetamol pada jamu pegal linu secara kualitatif dengan metode KLT. Dari 5 sampel yang dianalisis hanya terdapat satu sampel yang mengandung BKO parasetamol dengan nilai Rf sampel adalah 0,15 sedangkan Rf standar adalah 0,14 (perbedaan menyesuaikan hasil pembulatan). Analisis kemudian dilanjutkan dengan penentuan kadar parasetamol secara semikuantitatif menggunakan pemrosesan gambar digital dari hasil Kromatografi Lapis Tipis. Berdasarkan hasil analisis secara semikuantitatif, dapat diketahui bahwa sampel yang diduga mengandung parasetamol memiliki kandungan parasetamol dengan kadar sebesar 1.491,31 ppm. Hasil penelitian ini dapat memberikan deteksi pada penentuan senyawa BKO parasetamol secara semikuantifikasi dan perlu dikembangkan lagi untuk analisis yang lebih kuantitatif dalam jamu.

Keywords:

Jamu Pegal Linu,
Bahan Kimia Obat,
Paracetamol, qTLC,
Digital Images

A B S T R A K

Jamu is a traditional medicine derived from plant simplicia and must meet quality requirements, one of which is that it cannot contain medicinal chemicals (BKO). One of the herbal medicines that are widely circulated and can be obtained freely in the community is the herbal stiffeners. Paracetamol is the BKO that is suspected of being used in this aching herbal medicine. The purpose of this study was to develop an analytical method to determine the BKO content of paracetamol in aching rheumatic herbs semi-quantitatively using digital images obtained from Thin Layer Chromatography. The semiquantitative analysis method is performed by performing digital image processing using the qTLC application. The results of this study prove the presence of BKO paracetamol in herbal aches and pains qualitatively using the TLC method. Of the 5 samples analyzed, only one sample contained BKO paracetamol with an Rf value of 0.15 while the standard Rf was 0.14. The analysis was then continued with a semi-quantitative determination of paracetamol levels using digital image processing from Thin Layer Chromatography results. Based on the results of semi-quantitative analysis, it can be seen that the

* Corresponding author: M.A. Hanny Ferry Fernanda, Departemen Kimia Farmasi, Prodi Diploma Tiga Farmasi, Akademi Farmasi Surabaya, Surabaya, Indonesia. E-mail: ma.hanny.ff@akfarsurabaya.ac.id

sample suspected of containing paracetamol had a paracetamol content of 1,491.31 ppm. The results of this study can provide detection in the determination of paracetamol BKO compounds semi-quantification and need to be further developed for more quantitative analysis in herbal medicine.

1. Pendahuluan

Jamu merupakan salah satu obat tradisional yang sampai saat ini masih dipercaya banyak kalangan masyarakat untuk mendapatkan kesembuhan atau pengobatan dari rasa sakit yang dideritanya. Jamu termasuk Obat Tradisional yang dibuat dari bahan atau ramuan dari tumbuhan, hewan atau mineral dan sediaan sarian atau campurannya yang secara turun-temurun telah digunakan untuk pengobatan berdasarkan norma yang berlaku di masyarakat (1). Pengaruh sosial budaya dalam masyarakat memberikan peran penting dalam mencapai derajat kesehatan. Kebiasaan minum jamu sering dilakukan masyarakat Indonesia khususnya Jawa. Secara umum jamu relatif lebih aman dibandingkan dengan obat bahan kimia bila cara pemilihan dan penggunaannya secara baik dan benar (2,3).

Faktor yang perlu diperhatikan dalam menggunakan jamu adalah keamanan. Aspek keamanan merupakan persyaratan mutlak yang harus dipenuhi oleh suatu jamu, karena pemerintah telah mempersyaratkan ketentuan tentang keamanan jamu, sesuai Peraturan Menteri Kesehatan No. 007 Tahun 2012 tentang registrasi obat tradisional, bahwa jamu yang beredar di masyarakat harus memenuhi berbagai persyaratan, antara lain menggunakan bahan yang memenuhi syarat keamanan dan mutu, berkhasiat yang dibuktikan secara empiris, turun menurun dan atau secara ilmiah, begitu pula dengan proses produksinya harus memenuhi persyaratan cara pembuatan obat tradisional yang baik (CPOTB) dan tidak boleh mengandung bahan kimia obat (BKO), narkotika atau psikotropika dan bahan lain yang berdasarkan pertimbangan kesehatan atau berdasarkan penelitian dapat membahayakan kesehatan (4). Pada Permenkes No.006/Menkes/Per/V/2012 pasal 33 dan 37 tentang industri dan usaha obat tradisional menyatakan bahwa obat tradisional tidak boleh mengandung bahan kimia obat (BKO)(5).

Salah satu jamu yang masih banyak beredar dimasyarakat dan bisa diperoleh secara bebas adalah jamu pegal linu. Jamu pegal linu ini termasuk populer dan sangat luas penggunaannya dimasyarakat karena sebagian besar masyarakat masih percaya bahwa dengan mengkonsumsi jamu pegal linu dapat menghilangkan capek dan

keluhannya tanpa ada efek samping yang berbahaya. Berdasarkan hasil pengawasan dan pemeriksaan yang dilakukan BPOM, BKO yang terdapat pada jamu pegal linu antara lain fenilbutazon, parasetamol, deksametason, natrium diklofenak, dan piroksikam (6). Jamu pegal linu merupakan jamu yang banyak dikonsumsi oleh para pekerja berat. Jamu pegal linu dikonsumsi untuk mengurangi rasa nyeri, menghilangkan pegal linu, capek, nyeri otot dan tulang, memperlancar peredaran darah, memperkuat daya tahan tubuh, dan menghilangkan sakit seluruh badan. Berdasarkan beberapa kasus tentang BKO dalam jamu pegal linu yang berhasil diungkapkan BPOM, BKO yang paling sering ditemukan adalah parasetamol (7). Pada penelitian lain yang telah dilakukan pada analisis BKO pada jamu pegal linu, senyawa BKO parasetamol menjadi salah satu senyawa yang paling banyak ditemukan yaitu mencapai 30,7% (8). Selain itu, di berbagai wilayah di Indonesia juga ditemukan jamu pegal linu yang mengandung BKO parasetamol, diantaranya di Serang, Banjarmasin dan Bali (9,10). Analisis BKO parasetamol dalam jamu pegal linu sebagian besar dilakukan secara kualitatif menggunakan metode KLT yaitu dengan membandingkan hasil nilai Rf Standar dengan Rf sampel jamu pegal linu (11). Sedangkan untuk analisis secara kuantitatif biasanya dilanjutkan dengan menggunakan Spektrofotometri UV-Vis atau dengan Densitometri (2). KLT kuantitatif biasanya dilakukan dengan menggunakan pelat KLT bersama dengan peralatan bercak otomatis yang mahal dan pemindai pelat multi-panjang gelombang (12). Laboratorium kecil, perguruan tinggi, dan sekolah menengah yang tidak mampu membeli peralatan semacam itu terbatas pada KLT reguler, sehingga siswanya tidak memperoleh pengalaman dengan KLT kuantitatif (13). Metode tersebut memiliki masing-masing kelebihan namun perlu dikembangkan metode yang lebih sederhana, murah dan cepat untuk dapat digunakan pada penentuan BKO lainnya. Scanning densitometri adalah metode klasik untuk evaluasi kuantitatif pelat kromatografi. Teknik ini didasarkan pada pengukuran absorbansi atau fluoresensi dari zona yang berbeda pada pelat yang terpapar sumber cahaya monokromatik. Banyak teknik telah dilaporkan dalam literatur, tetapi semuanya melibatkan peralatan yang mahal. Solusi lain untuk melakukan analisis kuantitatif dengan KLT ini adalah dengan mendapatkan gambar hasil

kromatografi dengan menggunakan pemindaian (scanning) atau kamera digital (14). Setelah didapatkan gambar digital kemudian gambar tersebut dapat diproses menggunakan aplikasi software ImageJ atau qTLC (15).

Oleh karena itu, perlu dikembangkan metode yang lebih mudah, cepat dan akurat untuk menentukan kandungan BKO parasetamol dalam sediaan jamu dengan memanfaatkan aplikasi pemrosesan gambar digital secara semi kuantitatif menggunakan hasil KLT dari analisis sebelumnya.

2. Metode Penelitian

Bahan dan alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain sampel jamu yang diambil secara *purposive sampling* dengan kriteria dipilih lima merek yang banyak dibeli oleh masyarakat, Plat KLT (*TLC Silica Gel 60 F₂₅₄*, Merck KGaA), Parasetamol (*pharmaceutical grade*), NaHCO₃ (*pro-analysis grade*, Merck KGaA), H₂SO₄ pekat (*pro-analysis grade*, Merck KGaA), kloroform (*pro-analysis*, Merck KGaA), metanol (*pro-analysis grade*, Merck KGaA), air destilasi, pipa kapiler (CAMAG *disposable capillaries 2 μL*), bejana kromatografi (CAMAG, *Flat Bottom Chamber with stainless steel lid*). Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif eksploratif dan dilakukan di Laboratorium Kimia Farmasi Akademi Farmasi Surabaya. Analisis gambar digital menggunakan aplikasi Software qTLC (<https://qtlc.app/>).

1. Penyiapan Larutan Standar dan Uji

a. Penyiapan larutan Standar

Sebanyak 100 mg baku parasetamol dilarutkan dalam 100 mL etanol, kemudian dihomogenkan. Kemudian dibuat larutan baku kerja 100, 300, 500, 800 dan 1000 ppm.

b. Penyiapan larutan uji

Diambil satu dosis cuplikan sampel jamu yang diduga mengandung parasetamol dimasukkan ke dalam erlenmeyer 125 mL lalu ditambahkan 50 mL air dan beberapa tetes larutan NaHCO₃ 8% hingga pH 7. Kemudian sampel dikocok selama 30 menit, lalu disaring. Volume filtrat dimasukkan ke dalam corong pisah, lalu filtrat diasamkan dengan H₂SO₄ 3 N hingga pH 1. Setelah itu diekstraksi dengan 20 mL dietil eter sebanyak 4 kali lalu kumpulan ekstrak eter diuapkan di penangas air hingga kering kemudian dilarutkan dengan 5 mL etanol (2).

2. Tahap Analisis Metode KLT

Larutan uji dan larutan standar ditotolkan pada plat KLT dengan ukuran 10x10 cm menggunakan pipa kapiler 2 μL pada jarak 2 cm dari tepi bawah dan 1,5 cm antara noda (fase diam). Setelah ditotolkan,

dibiarkan beberapa saat hingga mengering kemudian plat yang mengandung cuplikan dimasukkan ke dalam chamber dengan fase gerak kloroform : metanol perbandingan 90 : 10. Setelah proses elusi berjalan sempurna hingga garis batas, plat diangkat dan dikeringkan. Noda hasil pemisahan diamati dibawah sinar UV dengan λ 254 nm (2).

3. Pengambilan dan Analisis Data Gambar Digital

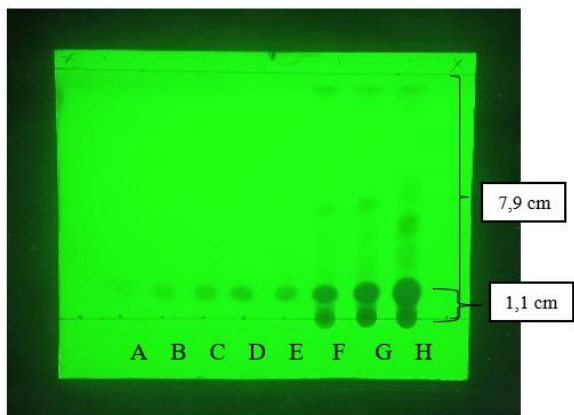
Hasil elusi dikeringkan dan diamati di bawah sinar UV 254 nm kemudian diambil gambarnya menggunakan kamera digital lalu dianalisis menggunakan Software qTLC (<https://qtlc.app/>)

3. Hasil dan Diskusi

Penelitian ini terbagi menjadi 2 tahap utama yaitu validasi metode dan analisis semikuantitatif menggunakan pemrosesan gambar dengan bantuan aplikasi qTLC.

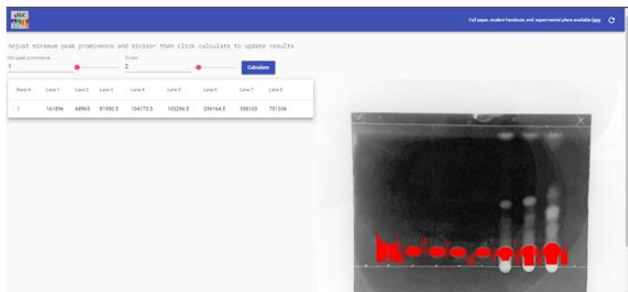
1. Validasi metode

Dibuat sampel simulasi yaitu simplisia yang mengandung senyawa aktif parasetamol dengan cara menimbang 3 standar parasetamol 250 mg, 500 mg, 750 mg. Kemudian masing-masing sampel simulasi tersebut ditambahkan matriks dari simplisia *Curcumae Rhizoma*, *Zingiberis Rhizoma*, *Phyllanthus herba*, dan *Guazumae flos* sebanyak 1 g. Sampel simulasi ini kemudian dipreparasi sesuai dengan metode penyiapan larutan uji. Selain larutan uji dari sampel simulasi disiapkan juga larutan standar kemudian masing-masing larutan sampel dan larutan baku kerja ditotolkan pada plat KLT menggunakan pipa kapiler 2 μL pada jarak 2 cm dari tepi bawah dan 1,5 cm antara noda (fase diam). Lajur A-E merupakan larutan standar parasetamol sedangkan F-H merupakan sampel simulasi (seperti terlihat pada **gambar 1**). Setelah ditotolkan, kemudian dibiarkan beberapa saat hingga mengering lalu dimasukkan ke dalam *chamber* dengan fase gerak kloroform : metanol perbandingan 90 : 10. Dibiarkan hingga lempeng terelusi sempurna hingga garis batas kemudian angkat dan keringkan. Noda hasil pemisahan diamati dibawah sinar UV dengan 254 nm. Kemudian diambil gambarnya menggunakan kamera digital lalu dianalisis menggunakan Software qTLC (<https://qtlc.app/>). Hasil dari pembacaan Plat KLT dibawah sinar UV adalah sebagai berikut



Gambar 1. Hasil Pembacaan Validasi Prosedur Plat KLT dibawah sinar UV 254 nm

Pada Gambar 1 tampak bahwa sampel simulasi jamu yang ditambahkan standar parasetamol dapat terpisah cukup baik yaitu dengan nilai $R_f = 0,14$. Setelah dilakukan pengamatan dengan menggunakan sinar UV 254 nm kemudian analisis menggunakan aplikasi website Software qTLC (<https://qtlc.app/>). Contoh hasil pembacaan menggunakan aplikasi qTLC dapat dilihat pada gambar 2 dengan data pada tabel 1.



Gambar 2. Contoh hasil yang didapatkan dari software qTLC

Tabel 1. Hasil Uji Linieritas

Band #	Kadar (ppm)	Integrated Intensity (a.u)
Lane 1	100,4	5.393,50
Lane 2	301,2	15.543,50
Lane 3	502	30.161,50
Lane 4	803,2	59.729,50
Lane 5	1004	61.898,00

Koefisien korelasi (r) sebesar 0,99 sering digunakan sebagai kriteria linearitas. Namun, ini tidak cukup untuk membuktikan bahwa ada hubungan linier, dan metode dengan koefisien determinasi kurang dari 0,99 mungkin masih cocok untuk tujuan tersebut (16). Berdasarkan hasil pengamatan diperoleh nilai koefisien korelasi adalah 0,9842. Hasil ini mungkin masih dibawah persyaratan kriteria linearitas, namun nilai ini cukup untuk

menunjukkan adanya hubungan antara kadar (ppm) dari larutan baku kerja dengan respon berupa *integrated intensity* (a.u). Untuk hasil akurasi dan presisi dibuat 3 (tiga) sampel simulasi dengan kadar yang berbeda kemudian dilakukan preparasi dan dibaca pada lampu UV254 nm dan diamati menggunakan software qTLC. Data hasil pengamatan dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Hasil Uji Akurasi dan Presisi

Sampel	Kadar Hasil Pengukuran (ppm)	Kadar Simulasi Sebenarnya (ppm)	% Recovery	Rata-Rata % Recovery	SD	RSD
Simulasi 1 (250 mg)	3584,96	4998	71,73%	73,55%	1,58%	2,15%
	3719,32	4998	74,42%			
	3723,79	4998	74,51%			
Simulasi 2 (500 mg)	6579,32	10040	65,53%	57,55%	6,91%	12,00%
	5375,35	10040	53,54%			
	5380,37	10040	53,59%			
Simulasi 3 (750 mg)	19584,89	15020	130,39 %	67,99%	54,04%	79,47%
	5524,16	15020	36,78%			
	5529,27	15020	36,81%			

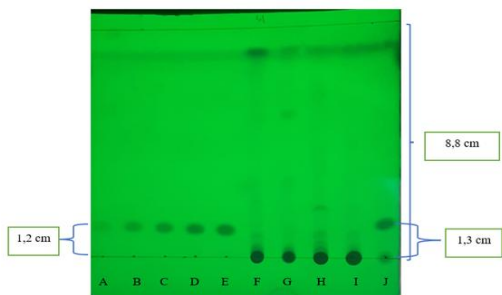
Berdasarkan data penelitian Harimurti, dkk (11), Parasetamol dalam jamu pegal linu dengan kadar terendah yang berhasil diamati adalah 0,04%*b/v* atau 400 ppm. Apabila hasil tersebut dianggap sebagai analit dalam sampel, maka menurut AOAC (17) kriteria penerimaan validasi adalah 90-108% untuk recovery atau parameter akurasi dan 3% untuk nilai RSD atau parameter presisi. Dari hasil uji akurasi terlihat rata-rata akurasi pada simulasi 1 yaitu sampel dengan kandungan 250mg/50mL atau 5000 ppm memiliki nilai % Recovery tertinggi dan nilai % RSD yang memenuhi persyaratan. Hal ini berbeda dengan sampel simulasi 2 dan 3 yang hasil % Recovery dan %RSD nya masih jauh dari kriteria penerimaan validasi. Hal tersebut terjadi akibat masih tingginya sampel simulasi yang dibuat. Sehingga dalam pengembangan metode selanjutnya perlu dibuat sampel simulasi dengan kadar yang lebih kecil. Hasil akurasi dan presisi tersebut memang masih belum bisa dikatakan valid, sehingga secara metode KLT dengan pemrosesan gambar digital ini masih belum dapat diterima dan perlu dilakukan pengembangan metode yang lebih baik agar hasil yang diperoleh dapat dipertanggungjawabkan. Oleh karena itu, metode KLT dengan pemrosesan gambar digital kali ini dilakukan secara semikuantitatif.

2. Analisis semikuantitatif jamu pegal linu

Tahap kedua dari penelitian ini adalah melakukan uji semikuantitatif terhadap sampel jamu pegal linu yang diduga mengandung senyawa BKO Parasetamol. Sampel jamu pegal linu dipilih secara *Purposive sampling* dengan tujuan sampel yang diteliti lebih spesifik pada jamu pegal

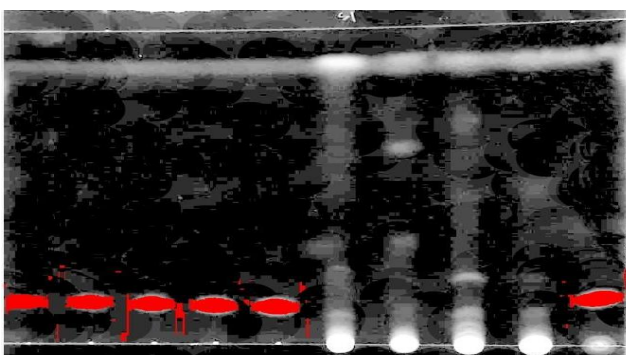
linu yang diduga mengandung BKO parasetamol. Kriteria pemilihan sampel didasarkan pada pengakuan penjual jamu dengan memilih merek jamu pegal linu yang paling laris. Terdapat lima sampel jamu pegal linu yang dipilih. Masing-masing sampel dilakukan preparasi seperti pada tahap penyiapan larutan uji serta disiapkan pula larutan standar.

Setelah ditotolkan, plat kemudian dibiarkan beberapa saat hingga mengering lalu dimasukkan ke dalam *chamber* dengan fase gerak kloroform : metanol perbandingan 90 : 10. Dibiarkan hingga lempeng terelusi sempurna hingga garis batas kemudian angkat dan keringkan. Noda hasil pemisahan diamati dibawah sinar UV dengan 254 nm. Kemudian diambil gambarnya menggunakan kamera digital lalu dianalisis menggunakan Software qTLC (<https://qtlc.app/>). Hasil pembacaan dari penotolan sampel menggunakan aplikasi qTLC dapat dilihat pada gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Hasil Plat KLT dari sampel jamu pegal linu (A-E : Larutan Standar; F-J : Sampel 1-5)

Berdasarkan hasil penampakan noda pada gambar 3 diketahui nilai R_f standar (totolan A-E) memiliki nilai 0,14 dan pada sampel jamu pegal linu terlihat bahwa sampel J memiliki nilai R_f yang identik dengan nilai R_f yang dimiliki standar yaitu 0,15. Hasil pembacaan dari plat KLT tersebut kemudian dimasukkan kedalam software qTLC untuk dianalisis berdasarkan gambar yang diperoleh secara semikuantitatif. Tahap analisis dilakukan seperti pada tahap pertama dan terlihat pada gambar 4. Untuk hasil pembacaan *integrated intensity* (a.u) dari sampel dan standar dapat dilihat pada tabel 3.



Gambar 4. Pembacaan *integrated intensity* menggunakan qTLC pada noda larutan standar dan sampel jamu pegal linu yang diduga mengandung Parasetamol

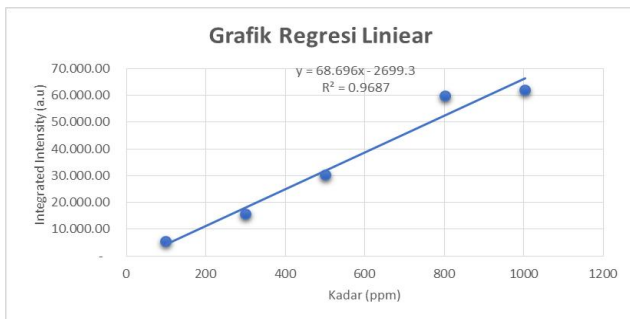
Tabel 3. Hasil Nilai Pembacaan Sampel

Band #	Kode Totolan	Kadar (ppm)	Integrated Intensity (a.u)
Lane 1	A	100,7	10.618,50
Lane 2	B	302,1	25.792,00
Lane 3	C	503,5	36.559,50
Lane 4	D	805,6	45.876,50
Lane 5	E	1007	52.131,50
Lane 6	J	1.491,31	55.393,50

Berdasarkan hasil analisis secara semikuantitatif, dapat diketahui bahwa nilai persamaan regresi linier untuk pengukuran sampel adalah $y = 44,022x + 10257$ dengan nilai koefisien determinasi $R^2 = 0,959$. Koefisien korelasi yang tinggi (misalnya, $>0,99$) sering direkomendasikan sebagai bukti kesesuaian. Penggunaan koefisien korelasi seperti itu sebagai uji linearitas tidak sepenuhnya benar. Pemeriksaan visual biasanya cukup untuk menunjukkan linearitas atau nonlinearitas (17). Untuk analisis semi kuantitatif, nilai koefisien korelasi tersebut cukup untuk membuktikan adanya hubungan antara kadar dan respon berupa *integrated intensity* (i.u). Salah satu sampel diduga mengandung parasetamol yaitu dengan nilai R_f 0,15 dan diketahui memiliki kadar parasetamol sebesar 1.491,31 ppm.

Pada penelitian ini, selain akan melakukan analisis kualitatif kandungan BKO parasetamol dalam jamu dengan metode KLT, juga akan dikembangkan analisis semikuantitatif kandungan parasetamol menggunakan pemrosesan secara digital dari gambar yang diperoleh dari hasil KLT sebelumnya. Pada tahun 2007, Hess dalam penelitiannya menyebutkan teknik ini sebagai istilah *Digitally Enhanced Thin-Layer Chromatography* (DETLC) yaitu analisis yang dilakukan dengan menangkap gambar hasil KLT dengan kamera kemudian menggunakan software analisis gambar untuk menentukan nilai kromatogramnya (14). Pemrosesan gambar digital dari hasil KLT ini, telah dikembangkan oleh beberapa peneliti untuk melakukan analisis terhadap sampel baik bahan kimia obat diantaranya paracetamol, amodiaquine dan nevirapine (18) serta zat warna diantaranya Tartrazine, Sunset Yellow, dan Azorubine (19).

Berdasarkan hasil penelitian ini diketahui bahwa analisis BKO Parasetamol dalam sediaan jamu pegal linu dapat dikembangkan menggunakan metode KLT yang dikombinasikan dengan pemrosesan gambar digital menggunakan software tertentu. Software yang digunakan dalam penelitian ini adalah qTLC. Pada perangkat lunak qTLC (<https://qtlc.app/>), software ini mengintegrasikan pita berdasarkan intensitas sinyal, sehingga warna diabaikan. Gambar RGB secara otomatis dikonversi ke skala abu-abu berdasarkan jumlah bobot komponen RGB. Secara efektif, gambar direduksi menjadi matriks 2D, di mana intensitas cahaya yang direkam oleh setiap piksel diwakili oleh nilai dalam matriks. Selama proses integrasi, perangkat lunak bergerak melintasi submatriks, menganalisis kolom data selebar satu piksel pada satu waktu. Dengan demikian, kepadatan piksel yang lebih tinggi menunjukkan kadar analisis yang lebih tinggi. Gambar dengan kedalaman bit yang lebih tinggi akan memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi dalam analisis (15).



Grafik 1. Grafik regresi linier pada larutan baku parasetamol

4. Kesimpulan

Secara semikuantitatif, hasil analisis metode ini cukup untuk mendapatkan metode yang mudah, murah dan sederhana. Namun, hasil validasi metode KLT dengan pemrosesan gambar digital yang dilakukan masih belum mendapatkan hasil yang valid, sehingga metode ini belum dapat digunakan pada penentuan senyawa BKO parasetamol pada jamu pegal linu. Meskipun demikian, metode ini dapat dikembangkan sebagai metode untuk media pembelajaran mengenai analisis metode KLT.

5. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Akademi Farmasi Surabaya yang telah mendanai penelitian ini

6. Konflik Kepentingan

Tidak ada konflik kepentingan selama penelitian atau publikasi.

7. Daftar Pustaka

1. BPOM RI. Materi Edukasi tentang Peduli Obat dan Pangan Aman. GNPOPA (Gerakan Nas Peduli Obat Dan Pangan Aman) badan pengawas obat dan makanan republik Indones. 2015;1(1):5.
2. Indriatmoko D, Rudiana T, Saefullah A. Analisis Kandungan Parasetamol pada Jamu Pegal Linu yang diperoleh dari Kawasan Industri Kecamatan Kibin Kabupaten Serang. *J Itekimia*. 2019;5(1):33–47.
3. Savitrie E. Direktorat Jenderal Pelayanan Kesehatan [Internet]. Kementerian Kesehatan RI. 2022 [cited 2022 Nov 23]. Available from: https://yankes.kemkes.go.id/view_artikel/768/jamu-vs-obat
4. BPOM RI. PERATURAN MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA NOMOR 007 TAHUN 2012 TENTANG REGISTRASI OBAT TRADISIONAL. 2012;1–94.
5. Kesehatan K. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 06. Industri dan Usaha Obat Tradisional. 2012. p. 32.
6. BPOM RI. BAHAN KIMIA OBAT DALAM OBAT TRADISIONAL DAN SUPLEMEN KESEHATAN Ancaman Bagi Kesehatan Masyarakat? [Internet]. Bpom. 2013 [cited 2022 Nov 23]. 1–16 p. Available from: <https://www.pom.go.id/new/view/more/pers/285/BAHAN-KIMIA-OBAT-DALAM-OBAT-TRADISIONAL-DAN-SUPLEMEN-KESEHATAN---Ancaman-Bagi-Kesehatan-Masyarakat---.html>
7. Anonim. Badan pengawas obat dan makanan republik indonesia [Internet]. Bpom. 2013 [cited 2022 Feb 23]. Available from: <https://www.pom.go.id/new/view/more/berita/19178/Demand-Tinggi-Selama-Pandemi--Badan-POM-Kawal-Pengembangan-Obat-Herbal-Berkualitas.html> 10 Agustus 2020
8. Gitawati R. Analysis of Adulterated Jamu Pegal Linu Obtained from the Market in Jakarta. *Bul Penelit Sist Kesehat* [Internet]. 2013;16(3):269–74. Available from: <https://media.neliti.com/media/publications/20855-EN-analisis-adulterasi-jamu-pegal-linu-yang-diperoleh-dari-pasar-di-jakarta-dan-sek.pdf>
9. Made MNN. Identifikasi Parasetamol Dalam Jamu

- Pegal Linu Yang Diperoleh Dari Depot Jamu Di Kota Denpasar. *J Ris Kefarmasian Indones* [Internet]. 2022;4(1). Available from: <http://www.jurnalfarmasi.or.id/index.php/jrki/article/view/208>
10. Rahmadani R, Alawiyah T. Investigasi Kandungan Parasetamol Pada Jamu Pegal Linu di Kawasan Pasar Malam Kota Banjarmasin Kalimantan Selatan. Vol. 4, *Jurnal Farmasi & Sains Indonesia*. Jurnal Farmasi & Sains Indonesia; 2021. p. 26–30.
 11. Harimurti S, Ulandari S, Widada H, Damarwati VL. Identifikasi Parasetamol dan Asam Mefenamat pada Jamu Pegel Linu dan Asam Urat yang Beredar di Daerah Istimewa Yogyakarta. *JPSCR J Pharm Sci Clin Res*. 2020;5(2):179.
 12. Tie-xin T, Hong W. An image analysis system for thin-layer chromatography quantification and its validation. *J Chromatogr Sci*. 2008;46(6):560–4.
 13. Hemdan Abou-Taleb N, Mahmoud El-Enany N, Tawfik El-Sherbiny D, Ibrahim El-Subbagh H. Digitally enhanced thin layer chromatography for simultaneous determination of norfloxacin and tinidazole with the aid of Taguchi orthogonal array and desirability function approach: Greenness assessment by analytical Eco-Scale. *J Sep Sci*. 2020;43(6):1195–202.
 14. Hess AVI. Digitally enhanced thin-layer chromatography: An inexpensive, new technique for qualitative and quantitative analysis. *J Chem Educ*. 2007;84(5):842–7.
 15. Mac Fhionnlaioich N, Ibsen S, Serrano LA, Taylor A, Qi R, Guldin S. A Toolkit to Quantify Target Compounds in Thin-Layer-Chromatography Experiments. *J Chem Educ*. 2018;95(12):2191–6.
 16. United Nations Office on Drugs and Crime. A commitment to quality and continuous improvement. Unodc. 2009. 2–76 p.
 17. AOAC. AOAC Guidelines for Single Laboratory Validation of Chemical Methods for Dietary Supplements and Botanicals. *AIP Conf Proc*. 2002;1–38.
 18. Yu H, Le HM, Kaale E, Long KD, Layloff T, Lumetta SS, et al. Characterization of drug authenticity using thin-layer chromatography imaging with a mobile phone. *J Pharm Biomed Anal* [Internet]. 2016;125:85–93. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpba.2016.03.018>
 19. Soponar F, Moş AC, Sârbu C. Quantitative determination of some food dyes using digital processing of images obtained by thin-layer chromatography. *J Chromatogr A*. 2008;1188(2):295–300.