

# Evaluasi Kadar Kurkumin dalam Jamu Tradisional Kunir Asam yang Dijual di Pasar Kota Gede Bulan Februari 2015

Fitrilya Mustikahati Yusuf<sup>1</sup>, Nurkhasanah<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Farmasi Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta

Email: nurkhas@gmail.com

## Abstrak

Wanita Jawa sering mengkonsumsi jamu kunir asam sebagai obat dismenorea. Salah satu zat aktif jamu tradisional kunir asam adalah kurkumin. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kadar kurkumin dalam jamu tradisional kunir asam di pasar Kota Gede serta melihat konsistensinya. Penetapan kadar kurkumin kualitatif dan kuantitatif dilakukan dengan metode KLT densitometri. Sebanyak 50,0 ml jamu tradisional kunir asam diekstraksi dengan 25,0 ml kloroform, diuapkan hingga kering, lalu larutkan dengan 5,0 ml etanol p.a. Sebanyak 5 µl sampel dan larutan standar ditotolkan pada lempeng silika gel 60 F<sub>254</sub> yang sudah diaktifkan, dikembangkan dengan fase gerak kloroform : etanol : asam asetat glasial (94 : 5 : 1), dianalisis menggunakan KLT densitometri pada panjang gelombang 425 nm. Kadar kurkumin dihitung dengan memasukkan data AUC ke persamaan regresi linier baku kurkumin. Analisis data dan uji normalitas dilakukan dengan uji Kolmogorov-Smirnov, homogenitas uji Levene dilanjutkan dengan Uji LSD (*Least Significant Difference*) atau *Kruskall-Wallis*. Analisis statistik kandungan kurkumin jamu tradisional kunir asam menunjukkan bahwa kadar tidak konsisten pada tiga hari pemeriksaan. Kadar kurkumin pada keempat sampel juga menunjukkan variasi yang signifikan ( $p < 0.01$ ).

## Abstract

Javanese women often consume *kunir asam* to relieve dysmenorrhea symptom. It is a traditional herbal medicine which is conventionally prepared from *curcuma domestica*. One of the active compound of *curcuma domestica* is curcumin. The purpose of this research is to determine the amount of curcumin available in *kunir asam* selling in daily market of Kota Gede. Curcumin level in daily batches consistency was also evaluated. Curcumin analysis was conducted by qualitative and quantitative tests by TLC densitometry method. A total of 50.0 ml *kunir asam* was extracted with 25.0 ml of chloroform, and then the mixture was dried by evaporation. The dried residue of extract was then reconstituted in 5.0 ml of 96% ethanol. 5 µl of sample supernatant and standard solutions spotted on the plates of silica gel 60 F<sub>254</sub> that has been activated previously. The organic solvent mixture comprise of chloroform: ethanol: glacial acetic acid (94:5:1) was used as the mobile phase for elution, and the spots were then analyzed by using densitometry at wavelength of 425 nm. Curcumin levels was calculated by inputting the size of spot area data into the standard curve linear regression equation of curcumin concentration versus the size of spot area. The data analysis was performed by normality test Kolmogorov-Smirnov test, Levene test of homogeneity followed by Post Hoc / Test LSD (Least Significant Difference) or Mann Whitney. TLC analysis conducted on four samples of “*kunir asam*” displayed a disparities on the curcumin level between the three days of sampling in a row. Statistical analysis of the curcumin content in traditional herbal medicine of “*kunir asam*” samples showed that the levels were not consistent in the three days of the examination. Curcumin levels in all four samples were also shows a significant difference in variations.

*Keywords: Curcumin, kunir asam, TLC, densitometry*

## PENDAHULUAN

Menstruasi atau haid adalah proses pelepasan dinding rahim (lapisan dalam endometrium) yang disertai dengan perdarahan yang terjadi secara berulang setiap bulan, kecuali pada saat terjadi kehamilan (Anurogo & Wulandari, 2011). Pada saat menstruasi itulah para wanita merasakan nyeri haid atau yang lebih dikenal dengan dismenorea. Dismenorea adalah nyeri selama menstruasi yang disebabkan adanya jumlah prostaglandin F<sub>2</sub> $\alpha$  yang berlebihan pada darah menstruasi, yang merangsang hiperaktivitas uterus dan terjadi kejang otot uterus (Wilson & Price, 2006). Cara tradisional untuk mengatasi nyeri haid adalah dengan menggunakan jamu kunyit asam, minuman atau jamu kunyit (*Curcuma domestica*) dan asam jawa (*Tamarindus indica*) (Limananti & Triratnawati, 2003). Secara alamiah, kunyit dipercaya memiliki kandungan bahan aktif yang dapat berfungsi sebagai analgetika, antipiretika, dan antiinflamasi (Norton, 2008) begitu juga asam jawa yang memiliki bahan aktif sebagai antiinflamasi, antipiretika, dan penenang (Nair *et al.*, 2004).

Kunyit memiliki kandungan senyawa aktif minyak atsiri yang terdiri dari  $\alpha$  dan  $\beta$  tumerone yang menyebabkan bau khas pada kunyit, aril-tumerone, artumerone,  $\alpha$  dan  $\beta$  atlantone, kurkumol, zingiberance. Selain itu ada senyawa kurkuminoid yang terdiri dari kurkumin, dimetoksi kurkumin, desmetoksi kurkumin, trietil kurkumin, dan bisdesmetoksi. Sedangkan asam jawa mengandung 8-14%

asam tartarat, 30-40% gula, serta sejumlah kecil asam sitrat dan kalium bitartrat sehingga berasa sangat masam (Rukmana, 2005). Khasiat antinyeri haid dari jamu tradisional kunir asam salah satunya ditentukan oleh kandungan kurkumin di dalamnya. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kadar kurkumin yang terkandung dalam sediaan jamu kunir asam yang dipasarkan di kota Gede, Yogyakarta.

## METODE

Bahan utama penelitian ini adalah sampel jamu tradisional kunir asam yang dijual di pasar Kota Gede Yogyakarta, standar kurkumin (Sigma, USA). Alat-alat yang digunakan untuk penentuan kadar kurkumin adalah TLC-scanner (CAMAG®, Switzerland)

### *Sampling*

Untuk menentukan jumlah sampel digunakan rumus  $n = 1 + N$  (BPOM, 2001). N adalah jumlah penjual jamu yang terdapat di Kota Gede Yogyakarta, sedangkan n adalah jumlah sampel yang digunakan. Dari hasil perhitungan menggunakan jumlah rumus random sampling yaitu 4 sampel jamu tradisional kunir asam di pasar Kota Gede Yogyakarta.

### **Pembuatan larutan uji**

Sebanyak 50,0 ml sampel jamu tradisional kunir asam dimasukkan dalam corong pisah, ditambahkan 10,0 ml kloroform, lalu dikocok selama 10-15 menit dan dibiarkan beberapa

menit hingga terbentuk 2 lapisan. Lapisan kloroform dipisahkan. Pekerjaan ekstraksi dilakukan 3 kali. Pada replikasi pertama dan ke dua ditambahkan kloroform 10,0 ml sedangkan replikasi ke tiga ditambahkan 5,0 ml. Lapisan kloroform diuapkan dalam air yang sudah di didihkan, sampai kering. Kemudian dilarutkan dengan 5,0 ml etanol p.a.

#### **Pembuatan larutan standar**

Serbuk standar kurkumin dalam etanol p.a, dibuat konsentrasi 5 mg/ml kemudian dibuat larutan seri dengan berbagai konsentrasi yaitu 0,2; 0,6; 0,8; 1,2; 1,4 dan 1,6 mg/ml.

#### **Penentuan kadar kurkumin**

Kromatografi Lapis Tipis yang digunakan yaitu fase diam Silika gel 60 F<sub>254</sub> dengan fase gerak Kloroform : etanol : asam asetat glacial (94 : 5 : 1) dan dideteksi di bawah lampu UV pada panjang gelombang 366 nm. Masing-masing 5 µl larutan uji dan larutan standar ditotolkan pada lempeng fase diam dan dielus dengan fase gerak diukur KLT-Densitometri, padapanjang gelombang 425 nm.

#### **Analisis**

Analisis data yang digunakan adalah statistika menggunakan SPSS.

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **Pengambilan sampel**

Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah jamu tradisional kunir asam yang

dijual di pasar Kota Gede Yogyakarta. Terdapat 9 penjual jamu tradisional kunir asam. Sampel jamu tradisional kunir asam diambil dari 4 penjual yang memiliki cara pembuatan yang berbeda antara satu dengan yang lainnya. Sampel yang dipilih dan ditandai sabagai sampel A, B, C dan D.

Penjual jamu pertama (Sampel A) menggunakan bagian empu dan entik kunyit yang dicuci sehingga bersih sebelum diblender dan kemudian dikukus selama lebih kurang 30 menit. Kunyit yang telah dikukus digunakan untuk meracik jamu kunir asam dengan penambahan air gula jawa dan asam jawa. Sedangkan penjual kedua (Sampel B) menggunakan bagian empu dan entik dari kunyit yang telah dicuci bersih dan diblender diikuti dengan perebusan selama 2 jam sehingga kunyit matang. Kunyit yang matang ditandai dengan tidak ada lagi kunyit yang menempel di tangan sehingga tidak menyebabkan warna kuning di tangan. Penjual ketiga pula (Sampel C) menggunakan bagian empu dan entik kunyit yang dicuci sehingga bersih dan kemudian ditumbuk menggunakan alat tradisional alu dan akhirnya direbus sehingga matang. Sampel D kunyit bagian empu dan entik yang telah dibeli di pasar disangrai terlebih dahulu hingga matang dan kemudian baru dicuci sampai bersih dan digiling. Barulah cairan kunyit siap di racik menjadi jamu kunir asam.

#### **Pembuatan ekstrak**

Ekstraksi dilakukan dengan menggunakan pelarut kloroform. Menurut Pramono

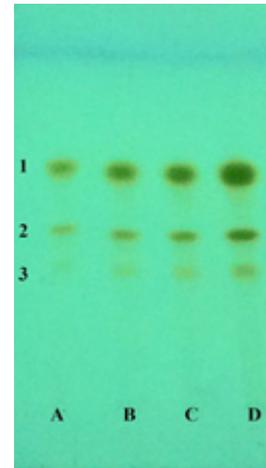
(2013) kurkumin terlarut dalam kloroform. Kloroform memiliki bobot jenis 1,476 g/mL sehingga tidak bercampur dengan air yang terdapat pada jamu tradisional kunir asam. Kloroform dapat mengekstraksi maksimal kurkuminoid tetapi tidak dapat mengekstraksi kandungan lain yang terdapat pada jamu tradisional kunir asam. Asam jawa memiliki kandungan antosianin yang bersifat polar sehingga larut dalam air sehingga tidak ikut terekstraksi oleh kloroform. Sehingga hasil ekstraksi dengan kloroform hanya menyari kurkuminoid. Kandungan dalam kurkuminoid sendiri adalah kurkumin, demetoksi kurkumin dan bisdemetoksi kurkumin (Aggrawal, 2007).

#### Uji kualitatif dan kuantitatif kurkumin

Analisis Kromatografi Lapis Tipis (KLT) kualitatif dan kuantitatif kurkumin menggunakan fase diam lempeng silika gel 60 F<sub>254</sub> dan fase gerak kloroform : etanol : asam asetat glacial (94 : 5 : 1) (v/v). Sebelum dilakukan penotolan sampel, fase diam harus diaktifkan dengan cara dipanaskan terlebih dahulu dalam oven pada suhu 110°C selama 15 menit. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan daya absorpsi dari fase diam.

Pembuatan kurva baku bertujuan untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi dengan luas area. Larutan standar dibuat dengan konsentrasi 0,2; 0,6; 0,8; 1,2; 1,4; dan 1,6 mg/ml. Sedangkan larutan sampel dibuat dengan konsentrasi 10 mg/ml dengan volume penotolan sebanyak 5 µl. Sebelum dilakukan pengembangan, bejana pengembang

dijenuhkan dengan uap fase gerak agar pemisahan sampel dapat optimal dan untuk mempercepat elusi. Profil kromatografinya terlihat pada Gambar 1.



**Gambar 1. Hasil KLT kurva baku kurkumin dan sampel jamu tradisional kunir asam pada UV 366**

Keterangan :

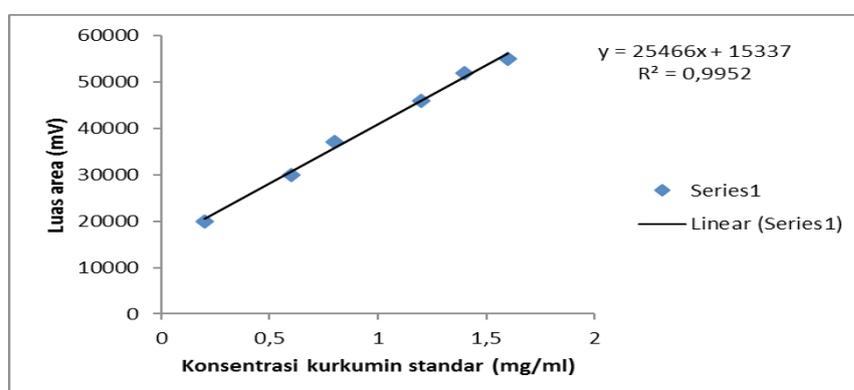
- Bercak 1 (Rf 0,51) : senyawa kurkumin
- Bercak 2 (Rf 0,36) : senyawa demetoksi kurkumin
- Bercak 3 (Rf 0,25) : senyawa bisdemetoksi kurkumin
- Bercak A-D : sampel jamu tradisional kunir asam A, B, C dan D
- Fase gerak : kloroform : etanol : asam asetat glacial (94 : 5 : 1)
- Fase diam : silika gel 60 F25

Pengamatan bercak dilakukan dengan cahaya UV pada panjang gelombang 366 nm (Gambar 1), tidak digunakan deteksi dengan pereaksi semprot karena kurkumin sudah berwarna jika dilihat pada UV 366 nm. Pada pengamatan dengan UV 366 nm

terdapat bercak dengan Rf 0,51 (bercak 1) baik pada pembanding kurkumin maupun bercak ekstrak etanol dan ekstrak terpurifikasi. Bercak tersebut merupakan senyawa kurkumin karena adanya kesamaan warna dan nilai Rf pada masing-masing bercak ekstrak dan pembanding kurkumin. Pada sampel masing-masing ekstrak terdapat bercak dengan nilai Rf 0,36 (bercak 2) yang merupakan senyawa demetoksi kurkumin dan bercak dengan nilai Rf 0,25 (bercak 3) yang merupakan senyawa bisdemetoksi kurkumin. Kurkuminoid dalam rimpang kunyit meliputi senyawa kurkumin, demetoksi kurkumin dan bisdemetoksi kurkumin. Bercak senyawa demetoksi kurkumin dan bisdemetoksi kurkumin tidak ditemukan pada pembanding kurkumin. Selanjutnya dilakukan penetapan kadar kurkumin setelah analisis kualitatif kurkumin. Cara penetapan kadar kurkumin yaitu dengan *scanning* pelat KLT secara mendatar pada bercak senyawa kurkumin seluruh sampel yang ditotolkan yaitu pada Rf 0,51. Data densitometri ini berupa luas

area bercak yang terdeteksi oleh sinar UV dengan panjang gelombang 425 nm. Panjang gelombang 425 nm merupakan panjang gelombang maksimum untuk senyawa kurkumin. Penetapan linearitas dilakukan dengan cara meregresikan kadar terhadap luas area seri larutan kurkumin standar sehingga didapat persamaan kurva baku  $y = 25466x + 15337$ .

Untuk  $n = 6$  dengan taraf kepercayaan 95% maka harga  $r$ -tabel = 0,632 dan untuk taraf kepercayaan 99% harga  $r$ -tabel = 0,8114 (Riwidikdo, 2008) kesimpulannya  $r$ -hitung = 0,9975 >  $r$ -tabel = 0,8114 maka dikatakan korelasi bermakna dan persamaan regresi linier  $y = 25466x + 15337$  dari larutan standar kurkumin menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara konsentrasi larutan standar kurkumin dengan luas area. Kurva hubungan antara konsentrasi dengan luas area larutan standar kurkumin dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kurva hubungan antara konsentrasi kurkumin dengan luas area

Kadar kurkumin dari masing-masing ekstrak diperoleh dengan memasukkan harga luas area sampel ke dalam persamaan regresi linier dari kurva baku sehingga diperoleh kadar kurkumin dalam sampel dalam satuan mg/ml, kemudian dikonversikan dalam satuan % b/v dari 50 ml jamu tradisional jamu kunir asam. Hasil penetapan kadar kurkumin pada masing-masing ekstrak yang ditetapkan secara densitometri ditampilkan dalam Tabel 1.

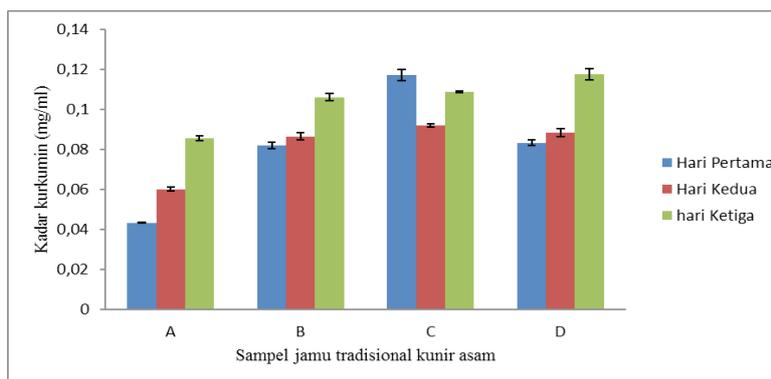
Data kadar sampel A, B, C dan D kemudian dianalisis secara statistik. Uji Kolmogorov-Smirnov diperoleh dengan nilai signifikan 0,896 lebih besar dari 0,050 yang menunjukkan bahwa data terdistribusi normal. Hasil uji Levene diperoleh nilai signifikan 0,042 lebih kecil dari 0,050 yang menunjukkan bahwa data tidak homogen. Hasil uji Kruskal-Wallis diperoleh nilai signifikan 0,000 kurang dari 0,050 artinya terdapat perbedaan yang bermakna antara kadar sampel A, B, C dan D.

**Tabel 1. Hasil penetapan kadar kurkumin secara densitometri hari pertama, kedua dan ketiga**

Sampel	Kadar hari I $\bar{x} \pm \bar{x} \pm SD$ (%)	Kadar Hari II $\bar{x} \pm \bar{x} \pm SD$	Kadar Hari III $\bar{x} \pm \bar{x} \pm SD$
A	$0,00435 \pm 1,53 \times 10^{-5}$	$0,00593 \pm 9,50 \times 10^{-5}$	$0,00857 \pm 9,64 \times 10^{-5}$
B	$0,00820 \pm 0,00017$	$0,00866 \pm 0,00019$	$0,01062 \pm 0,00017$
C	$0,01172 \pm 0,00028$	$0,00922 \pm 8,15 \times 10^{-5}$	$0,01089 \pm 6,77 \times 10^{-4}$
D	$0,00833 \pm 0,00014$	$0,00884 \pm 0,00021$	$0,01176 \pm 0,00027$

Data kadar sampel A hari pertama, kedua dan ketiga dianalisis secara statistik, dilakukan uji Kolmogorov-Smirnov diperoleh nilai signifikan 0,826 lebih besar dari 0,050 yang menunjukkan data terdistribusi normal. Kemudian dilakukan uji Levene diperoleh nilai signifikan 0,163 lebih dari 0,050 menunjukkan data homogen. Maka dilakukan menggunakan metode LSD diperoleh nilai signifikan 0,000 kurang dari 0,050 artinya terdapat perbedaan yang bermakna antara sampel A hari pertama, kedua dan ketiga. Hal ini bisa dikatakan bahwa kadar sampel A tidak konsiten.

Kadar sampel B, C, D hari pertama, kedua dan ketiga juga dilakukan analisis secara statistik masing-masing diperoleh kesimpulan data tidak konsisten atau terdapat perbedaan yang bermakna. Dari hasil statistik bisa dilihat pada Gambar 3. Konsistensi kadar kurkumin bisa kita lihat dengan cara membandingkan kadar hari pertama, kedua dan ketiga dari masing-masing sampel. Kadar yang tertinggi pada hari pertama dan kedua pada sampel C sedangkan pada hari ketiga kadar kurkumin yang paling tinggi pada sampel D. Dari keempat sampel tersebut sampel A memiliki



**Gambar 3. Perbandingan kadar kurkumin pada hari pertama, kedua dan ketiga**

kadar paling rendah dibandingkan kadar sampel yang lain. Kadar pada tiap-tiap sampel tidak konsisten pada hari pertama, kedua dan ketiga dikarenakan penjual jamu tradisional kunir asam tidak menakar jumlah kunir yang digunakan melainkan menggunakan takaran tangan atau kira-kira. Penjual jamu tradisional kunir asam meracik jamunya berdasarkan ilmu turun temurun dan tidak pernah mendapatkan pelatihan khusus dari pemerintah. Efek yang diharapkan sebagai obat dismenorea tidak maksimal karena kadar kurkumin yang diperoleh tidak konsisten pada tiap harinya. Cara pengolahan jamu tradisional kunir asam tidak terlalu mempengaruhi kadar kurkumin yang terkandung di dalamnya. Penggunaan asam jawa di sini berguna untuk membuat kandungan kurkumin stabil dalam bentuk larutan, karena kurkumin stabil dalam pH asam. Dalam larutan basa kurkumin menghasilkan larutan yang berwarna merah kecoklatan yang apabila ditambahkan larutan asam akan berubah warna menjadi warna kuning (Sudarsono *et al.*, 1996). Kurkumin

dalam suasana basa atau pada lingkungan pH 8,5-10,0 dalam waktu yang relatif lama dapat mengalami proses disosiasi, kurkumin mengalami degradasi membentuk asam ferulat dan feruloilmetan. Warna kuning coklat feruloilmetan akan mempengaruhi warna merah dari kurkumin yang seharusnya terjadi. Sifat kurkumin lain yang penting adalah kestabilan terhadap cahaya (Tonnesen dan Karlsen, 1985; Van der Good, 1997). Adanya cahaya dapat menyebabkan terjadinya degradasi fitokimia senyawa tersebut. Hal ini karena adanya gugus metilen aktif (-CH<sub>2</sub>-) diantara 2 gugus keton pada senyawa tersebut. Kurkumin merupakan senyawa aktif golongan polifenol yang ditemukan pada kunyit. Kurkumin dapat ditemukan pada 2 bentuk tautomer yaitu keto dan enol. Dalam bentuk keto banyak terdapat pada padatan sedangkan bentuk enol banyak terdapat pada cairan / larutan (Sujata *et al.*, 2000). Sehingga perlu pengukuran pH jamu tradisional kunir asam untuk mengetahui kestabilan kurkumin pada jamu tradisional kunir asam. Data bisa dilihat pada Tabel 2

**Tabel 2. Hasil pengukuran PH**

Sampel	Replikasi	Hari Pertama	Hari Kedua	Hari Ketiga
Sampel A	1	3,91	3,97	3,53
	2	3,97	3,95	3,55
	3	3,95	3,97	3,52
Sampel B	1	4,40	4,40	4,05
	2	4,40	4,41	4,08
	3	4,42	4,41	4,03
Sampel C	1	4,13	4,11	4,20
	2	4,11	4,09	4,18
	3	4,15	4,10	4,18
Sampel D	1	3,37	3,38	3,41
	2	3,38	3,35	3,44
	3	3,37	3,40	3,41

Hasil pengujian pH diperoleh data pada masing-masing sampel A, B, C dan D berkisar pH 3-4. Tingkat keasamaan (pH) di lambung normal berkisar 3-4. Sehingga tingkat keasamaan jamu tradisional kunir asam aman untuk di konsumsi oleh lambung. Untuk penderita maag dan tukak lambung disarankan untuk makan terlebih dahulu sebelum mengkonsumsi jamu tradisional kunir asam.

Cara pengolahan jamu tradisional kunir asam yang berbeda-beda antara sampel A, B, C dan D tidak berpengaruh pada tingkat keasamaan (pH). Yang mempengaruhi tingkat keasamaan jamu tradisional adalah takaran/pengambilan jumlah asam di dibandingkan dengan jumlah pelarut yang digunakan. Karena itu perlu penakaran untuk membuat jamu tradisional kunir asam agar menjaga konsistensi kadar kurkumin dan tingkat keasamaan.

## KESIMPULAN

Terdapat perbedaan yang signifikan antara kadar kurkumin pada hari yang berbeda sehingga bisa disimpulkan kadar kurkumin tidak konsisten.

## DAFTAR ACUAN

- Anurogo, D. & Wulandari, A. (2011). *Cara jitu mengatasi nyeri haid*. Yogyakarta: ANDI Yogyakarta
- Limananti A.I & Triratnawati A. (2003). Ramuan jamu cekok sebagai penyembuhan kurang nafsu makan pada anak: Suatu kejadian etnomedisin. *Makara Kesehatan*, 7, 11-20
- Nair M.G., Wang H., Dewitt D.L., Krempin D.W., Mody D.K., Qian Y., Groh D.G., Davies A.J., Murray M.A., Dykhouse R. and Lemay M. (2004). Dietary

- food supplement containing natural cyclooxygenase inhibitors and methods for inhibiting pain and inflammation. <http://www.freepatentsonline.com/6818234.html>. (23 October 2014)
- Norton K.J. (2008). Menstruation disorder - causes, symptoms and treatments of dysmenorrhea. [http://www.steadyhealth.com/articles/Menstruation\\_Disorder\\_Causes\\_Symptoms\\_and\\_Treatments\\_of\\_Dysmenorrhea\\_a773.html](http://www.steadyhealth.com/articles/Menstruation_Disorder_Causes_Symptoms_and_Treatments_of_Dysmenorrhea_a773.html)
- Pramono, S. (2013). *Jenis pelarut dan jenis senyawa terlarut. Bahan Kuliah Galenika*. Fakultas Farmasi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Riwidikdo, Handoko. (2008). *Statistik kesehatan*. Yogyakarta: Mita Cendikia Press
- Rukmana, R. (2005). *Budidaya asam jawa*. Yogyakarta: Kanisius
- Sudarsono, Agus P, Didik G, dkk. (1996). *Tumbuhan obat*. Yogyakarta : UGM
- Sujata, M.K., K. Indira Priyadarsini, Dipak K. Palit, Tulsi Mukherjee. (2000). Effect of solvent on the excited-state photophysical properties of curcumin. *Photochemistry and Photobiology*, 72 (5), 625-631
- Tonnesen. H.H., & J. Karlsen. (1985). Studies on curcumin and curcuminoids alkaline degradation of curcumin. *Z Lebens Unters Forsch*, 180, 132-134
- Van der Good H. (1997). The chemistry and quantitative structure activity relationships of curcumin, in recent development in curcumin pharmacology. *International Symposium on Curcumin Pharmacology* (15cp), Augst 29-31, 1995. Edited by Suwijoyo Pramono. Yogyakarta-Indonesia: Aditya Media.
- Wilson, L. M. & Price, S.A. (2006). *Patofisiologi: Konsep klinis proses-proses penyakit*. Jakarta: Kedokteran EGC