



## **ANALISA KANDUNGAN ANDROGRAPHOLIDE PADA TANAMAN SAMBILOTO (*Andrographis paniculata*) DARI 12 LOKASI DI PULAU JAWA**

### **Analysis of Andrographolide Contents on Sambiloto Plants (*Andrographis paniculata*) Derived from 12 Locations in Java Island**

**Juwartina Ida Royani<sup>1,\*</sup>, Dudi Hardianto<sup>1</sup>, Sri Wahyuni<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Balai Pengkajian Bioteknologi BPPT Gedung 630 Kawasan PUSPIPTEK, Setu, Tangerang Selatan, Banten 15314

<sup>2</sup>Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik, Jl. Taman Kencana Cimanggu Bogor

\*E-mail: [juwartina.ida@bppt.go.id](mailto:juwartina.ida@bppt.go.id)

#### **ABSTRACT**

*Concentration of active compounds contained in medicinal plants is determined by genetic factors as well as growth environment. In sambiloto plants both factors have major impacts on the formation of diterpene lactone, andrographolide. Variation of sampling time, cultivation, and processing methods causes variation in the content of active compounds of the same plant. The purpose of this study was to determine andrographolide concentration of sambiloto plants obtained from 12 different locations with various planting conditions in Java Island. andrographolide content of sambiloto was extracted by methanol and analyzed using HPLC. The results showed that the concentrations of andrographolide varied from 0.29 to 4.44% with an average of 2.19% on dry weight basis. The highest concentration of 4.44% was detected in sambiloto accession from Wonokaton Village, Pasuruan Regency while the lowest one was from Conggeang Kulon Village, Sumedang Regency. Three sambiloto accessions had potential to be further developed as their andrographolide concentrations were above 3%, which was higher than those from all the others.*

**Keywords:** *Andrographis paniculata, andrographolide, active compound, HPLC, Java island*

#### **ABSTRAK**

Kadar senyawa aktif yang terkandung pada tanaman obat selain dipengaruhi oleh faktor genetik juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan tumbuhnya. Pada tanaman sambiloto kedua faktor tersebut berpengaruh sangat besar pada pembentukan diterpen lakton, *andrographolide*. Adanya variasi pada waktu pengambilan sampel, tempat penanaman, metode pengolahan dan lain sebagainya berakibat pada perbedaan dalam kandungan senyawa aktif pada tanaman yang sama. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kadar andrographolide dari tanaman sambiloto yang diambil dari 12 lokasi tumbuh dengan kondisi penanaman yang berbeda di Pulau Jawa. Daun tanaman sambiloto diekstrak dengan methanol kemudian dianalisis kandungan andrographolide menggunakan HPLC. Kadar andrographolide yang dihasilkan bervariasi berkisar antara 0,29-4,44% dengan kadar rata-rata adalah 2,19% berat kering. Kadar tertinggi didapatkan pada aksesori dari Desa Wonokaton Kabupaten Pasuruan dengan kadar andrographolide adalah 4,44% sedangkan kadar yang terendah didapatkan pada aksesori dari Desa Conggeang Kulon, Kab. Sumedang. Berdasarkan data kandungan andrographolide, diperoleh 3 aksesori sambiloto yang potensial untuk dikembangkan menjadi aksesori unggulan karena kadar andrographolidenya di atas 3%, melebihi semua yang lain.

**Kata kunci:** *Andrographis paniculata, andrographolide, senyawa aktif, HPLC, pulau Jawa*

## PENDAHULUAN

Sambiloto (*Andrographis paniculata* L. Ness) merupakan salah satu tanaman obat yang menjadi prioritas utama untuk dikembangkan di Indonesia dan dinyatakan sebagai bahan obat fitofarmaka yang aman (Nugroho et al. 2000). Badan POM memasukkan tanaman ini sebagai tanaman unggulan untuk dikembangkan dalam industri obat fitofarmaka (Yusron 2000). Kebutuhan sambiloto untuk industri obat tradisional di Indonesia mencapai 33,47 ton simplisia kering atau setara dengan 709,60 ton terna basah per tahun (Kemala et al. 2004).

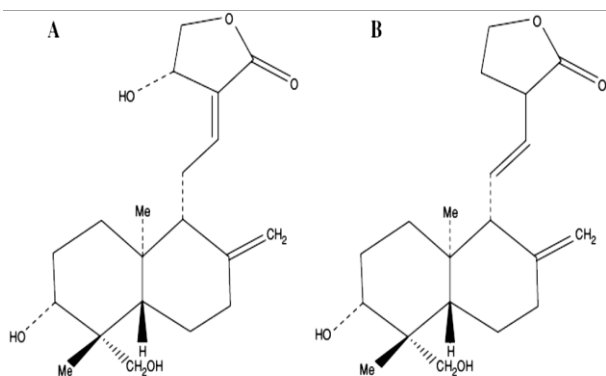
Sambiloto mengandung diterpen lakton yang banyak kegunaannya bagi kesehatan. Ada beberapa komponen utama dari diterpen lakton pada sambiloto yang teridentifikasi pada daun yaitu andrographolide, neoandrographolide, deoxyandrographolide (Kumoro dan Hasan 2006), deoxyandrographolide-19- $\beta$ -D-Glukosa dan dehydroandrographolide (Patarapanich et al. 2007). Selain komponen utama tersebut terdapat juga senyawa lain yaitu saponin, flavonoid, alkaloid dan tanin. Kandungan kimia lain yang terdapat pada daun dan batang adalah lakton, panikulin, kalmegin dan hablur kuning yang memiliki rasa pahit (Yusron dan Januwati 2004).

Secara klinis andrographolide terbukti aktivitasnya dapat berpengaruh pada hepatoprotective, cardiovascular, hypoglycemic, psycho-pharmacological, anti-fertilitas, antibakteri, immunostimulan, antipiretik, antidiarrhoeal, anti-inflammatory, antimalaria, antivenom, antihepatotoxic

(Zang et al. 2005; Rajagopal et al. 2003; Mishra et al. 2007; Jarukamjorn dan Nemoto 2008; Mishra et al. 2009). Pemakaian sambiloto menjadi metode baru yang menjanjikan untuk pengobatan beberapa penyakit yang disebabkan oleh gangguan kekebalan tubuh seperti HIV dan AIDS (Otake et al. 1995; Kumar et al. 2004).

Pada tanaman sambiloto kandungan andrographolide terakumulasi paling tinggi pada bagian daun (2,39%) sedangkan paling rendah ditemukan di biji (Sharma et al. 1992; Sharma et al. 2009). Sedangkan Patarapanich et al. (2007) menyatakan bahwa kandungan lakton diterpen yang diisolasi dari daun sambiloto berkisar antara 0,1-2%. Andrographolide mudah larut dalam methanol, etanol, piridin, asam asetat dan aseton, dan sulit larut dalam eter dan air. Titik leleh dari senyawa andrographolide adalah 228-230°C dan  $\lambda$  maksimal adalah 223 nm (Wongkittipong et al. 2004). Ada beberapa teknik yang dapat digunakan untuk analisis andrographolide, yaitu dengan kromatografi lapis tipis (TLC), *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC) dan teknik kristalisasi (4). Analisa senyawa andrographolide secara kualitatif dan kuantitatif juga dapat dilakukan menggunakan metode spektrofotometri (Aromdee et al. 2005), ultraviolet spektrofotometer, teknik volumetri dan kolorimetri (Mishra et al. 2007).

Kadar senyawa aktif yang terkandung pada tanaman obat selain dipengaruhi oleh faktor genetik juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan tumbuhnya. Pada tanaman sambiloto kedua faktor tersebut berpengaruh sangat besar pada pembentukan diterpen lakton. Yusron dan Januwati (2004) mengemukakan bahwa faktor agroekologi sangat menentukan pertumbuhan, hasil, dan mutu simplisia sambiloto. Ditambahkan oleh Cui et al. (2009) bahwa faktor yang paling penting dari kualitas sambiloto dan saling berhubungan adalah lokasi pada saat dikumpulkan, waktu panen dan bagian dari tanaman yang digunakan. Adanya variasi pada waktu pengambilan sampel, tempat penanaman, metode pengolahan dan lain sebagainya berakibat pada perbedaan dalam kandungan senyawa aktif pada tanaman yang sama. Rajagopal et al. (2003) menyatakan bahwa selain distribusi geografi, kondisi cuaca pada saat budidaya juga turut menentukan



**Gambar 1.** Molekul senyawa dari sambiloto (a) Andrographolide, (b) Dehydroandrographolide (Yang et al. 2012)

mutu simplisia tanaman obat. Secara umum kualitas dari tanaman obat diakibatkan oleh beberapa faktor, termasuk perubahan cuaca, waktu panen, budidaya, proses paska panen, dan prosedur ekstraksi serta preparasi simplisia (Li et al. 2007).

Telah banyak penelitian yang dilakukan untuk melihat variasi kandungan senyawa aktif pada tanaman obat dari berbagai lokasi penanaman. Analisa fitokimia untuk membandingkan kandungan senyawa aktif pada aksesori tanaman obat dari berbagai lokasi juga telah dilaporkan pada *Asterachanta longifolia* Ness (Sunita dan Abhishek 2008), *Ocimum selloi* Benth (Moraes et al. 2002), dan juga pada *A. paniculata* (Patarapanich et al. 2007; Sharma et al. 2009; Cui et al. 2009).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kadar andrographolide dari tanaman sambiloto yang diambil dari beberapa lokasi tempat tumbuh di 12 lokasi yang berbeda di Indonesia dengan menggunakan HPLC.

## BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan adalah daun tanaman sambiloto (*A. paniculata*) yang berasal dari 12 daerah di Jawa dengan kondisi tanaman belum berbunga atau masih dalam fase vegetatif. Alat yang digunakan adalah High Performance Liquid Chromatography (HPLC) dengan alat Hitachi-D7000 dan kolom C18 carbowax lichrocart 250-4.

### Samplng tanaman sambiloto

Samplng dilakukan di 12 daerah di Propinsi Banten, Propinsi Jawa Barat dan Propinsi Jawa Timur (Table 1) dari bulan Juni sampai bulan September 2010. Tanaman sambiloto diambil dari beberapa tempat yang meliputi pekarangan masyarakat, kebun dan lahan yang tak terawat serta koleksi herbalis.

### Ekstraksi daun sambiloto

Ekstraksi daun sambiloto dilakukan dengan cara daun sambiloto dikeringkan dalam ruang bersuhu 25-28°C selama 14 hari sampai didapatkan simplisia kering. Simplisia kering dihaluskan dengan grinder dan diayak menggunakan ayakan dengan ukuran 60 mesh. Serbuk halus sambiloto tersebut kemudian diekstraksi dengan menggunakan

pelarut metanol pro-analisis dalam labu ukur 50 ml. Ekstraksi dilakukan dua tahap yaitu pada tahap pertama dilakukan dengan menggunakan etanol dengan perbandingan serbuk sambiloto: etanol adalah 1:5 dan pada tahap kedua dilakukan ekstraksi dengan perbandingan serbuk sambiloto: etanol adalah 1:2. Lama ekstraksi (pengocokan) berlangsung lebih kurang selama 2 jam. Hasil ekstraksi kemudian disaring dengan kertas saring whatman 41. Ekstrak hasil saringan dari kertas saring Whatman kemudian disaring kembali dengan kertas Milipore berukuran 0,2.

### Deteksi menggunakan HPLC

Ekstrak yang sudah didapatkan selanjutnya dilakukan preparasi untuk deteksi kadar andrographolide menggunakan alat HPLC. Larutan ekstrak yang dihasilkan dari saringan terakhir diinjeksikan ke kolom HPLC sebanyak 10 µl. Eluen yang digunakan berupa metanol: asetonitril: asam asetat dengan perbandingan 70:30:0,6% dan ekstrak hasil saringan Milipore diinjeksikan pada kolom C18 carbowax lichrocart 250-4 dengan menggunakan absorban 254 uv. Proses pada alat berlangsung selama 30 menit. Hasil proses berupa kromatogram dibandingkan dengan standar andrographolide 200 ppm untuk mengetahui kandungan andrographolide. *Peak* kromatografi diidentifikasi dengan cara membandingkan *retention time* dari standar tersebut. Injeksi tunggal dari solven (blanko) digunakan sebagai standar *retention time* dari solven. Untuk mengetahui variasi kandungan andrographolide antar nomor aksesori dilakukan analisa rata-rata dan standar deviasi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini aksesori dikoleksi dari beberapa tempat dengan berbagai sumber aksesori diantaranya dari kebun tak terurus, pekarangan masyarakat, pinggir jalan, herbalis/tukang jamu dan di kawasan hutan (Tabel 1) dengan kondisi sesuai dengan tempat tumbuhnya (existing). Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Sabu et al. (2011), Raina et al. (2007) dan Sharma et al. (2009), aksesori sambiloto yang digunakan berasal dari agroklimat yang berbeda yang diperoleh dari petani, industri, nursery pemerintah dan kebun tak terurus yang kemudian bijinya ditumbuhkan

**Tabel 1.** Lokasi 12 aksesi sambiloto yang dikoleksi dari Jawa

Lokasi No	Tempat Pengambilan	Propinsi	Tinggi (m DPL)	Lokasi Geografis		Keterangan
				BT	LS	
1.	Ds Ciharelang-Cijeungjing, Kab Ciamis.	Jawa Barat	300	-	-	Kelompok tani
2.	Ds Kalianget Barat, Kec Kalianget, Kab Sumenep Madura	Jawa Timur	-	113°55'27"	07°2'31"	Koleksi tukang jamu
3.	Ds Wonokaton, Kec Nguling, Kab Pasuruan	Jawa Timur	-	113°1'11"	07°42'33"	Kawasan hutan
4.	Dsn Sempangan Kalianget Barat, Kc Kalianget, Kab Sumenep Madura	Jawa Timur	-	113°56'4"	07°2'21"	Kebun
5.	Ds Nanggung, Kec Kopo, Kab Serang	Banten	65	106°23'20"	06°19'21"	Pekarangan masyarakat
6.	Ds Cimemah, Kec Tanjung Siang, Kab Subang	Jawa Barat	523	107°82'428"	06°75.613"	Rumah penduduk
7.	Ds Tarogong Kidul, Kec Tarogong Kidul, Kab Garut	Jawa Barat	723	108°00'722"	06°73'547"	Pinggir jalan
8.	Dsn Cipongkor, Ds Cibunar, Kec Rancakalong, Kab Sumedang	Jawa Barat	821	107°83'885"	06°83'241"	Pinggir jalan
9.	Kp Warung Caringin, Ds Cijambe, Kec Cijambe, Kab Subang	Jawa Barat	422	107°72'382"	06°64'626"	Koleksi herbalis
10.	Ds Conggeang Kulon, Kec Conggeang, Kab Sumedang	Jawa Barat	398	108°00'887"	06°75'314"	Koleksi puskesmas
11.	Ds Cigendel, Kmp Cihaniwung, Kec Pamulihan, Kab Subang	Jawa Barat	908	107°83'271"	06°86'516"	Tanaman obat keluarga
12.	Ds Tugu Jaya, Kec Cihideng, Kab Tasikmalaya	Jawa Barat	416	108°20'628"	07°34'367"	Pekarangan pesantren

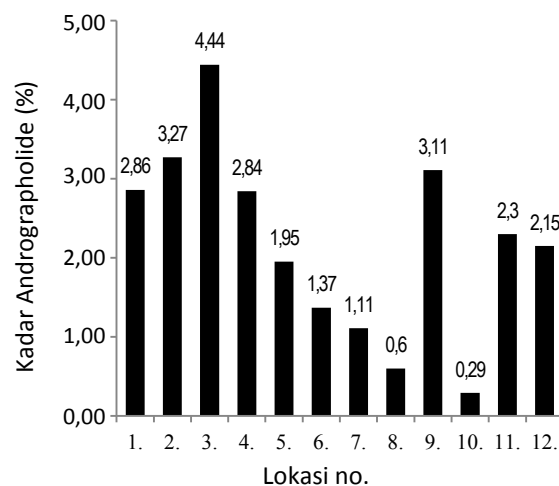
Keterangan: Dsn = Dusun; Kec = Kecamatan; Kab = Kabupaten; m DPL = meter Di atas permukaan laut; BT = Bujur Timur; LS = Lintang Selatan.

pada kondisi yang sama untuk kemudian dilakukan analisa kadar andrographolide.

Hasil analisa kadar andrographolide yang didapatkan pada ke 12 aksesi hasil sampling (*existing*), dapat dilihat pada Gambar 2. Kadar andrographolide yang dihasilkan bervariasi berkisar antara 0,29-4,44% dengan kadar rata-rata adalah 2,19% berat kering. Pada penelitian ini kadar tertinggi didapatkan pada aksesi dari Desa Wonokaton Kec. Nguling Kabupaten Pasuruan dengan kadar andrographolide adalah 4,44% sedangkan kadar yang terendah didapatkan pada aksesi dari Desa Conggeang Kulon, Kec. Conggeang Kab. Sumedang. Dari data ini diketahui bahwa kadar andrographolide bervariasi pada sampel yang diambil dari 12 lokasi tersebut. Hal ini kemungkinan dipengaruhi oleh tempat tumbuh yang berbeda dengan kondisi iklim dan edaphik yang bervariasi dan kemungkinan juga dipengaruhi oleh faktor genetik dari aksesi tersebut.

Dari data tersebut terlihat bahwa rata-rata hasil andrographolide masih berada

pada kondisi standar sesuai dengan penelitian Sharma *et al.* (1992) yaitu 2,39%. Hasil penelitian pada 12 aksesi dari beberapa daerah di Jawa masih lebih baik dibandingkan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh beberapa penelitian yang lain.



**Gambar 2.** Variasi kandungan kadar andrographolide pada 12 lokasi sambiloto di pulau Jawa

Patarapanich *et al.* 2007 mendapatkan kadar andrographolide berkisar antara 0,1-2%. Sedangkan Sabu *et al.* (2001), mendapatkan kadar andrographolide yang bervariasi pada 15 aksesori sambiloto, koleksi dari India (12 aksesori) dan Asia (3 aksesori), berkisar antara 0,73-1,47% berat kering dengan rata-rata adalah 0,95%. Penelitian yang dilakukan oleh Sharma, *et al.* (2009), terhadap 15 aksesori sambiloto yang juga berasal dari India, didapatkan keragaman fitokimia dari kadar andrographolide yang diukur berkisar antara 0,69-1,85% berat kering dengan nilai rata-rata 1,23%. Penelitian yang dilakukan oleh Raina *et al.* (2007) pada 30 aksesori sambiloto didapatkan kadar andrographolide berkisar antara 1,14%-2,60%. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Latto *et al.* (2008) pada 53 aksesori yang berasal dari India mendapatkan hasil kadar andrographolide berkisar antara 2,67-5,94% dengan rata-rata 4,816% yang melebihi rata-rata kadar sambiloto normal.

Selain faktor tempat pertumbuhan dan genetik aksesori sambiloto tersebut, kadar andrographolide juga dipengaruhi oleh waktu pengambilan sampel. Penelitian yang dilaporkan oleh Cui *et al.* (2009), menghasilkan data bahwa sambiloto yang diambil dari tempat yang sama tetapi sampling dilakukan pada waktu yang berbeda (Juli, Agustus, September dan Oktober) ternyata berbeda intensitas absorpsi puncaknya ketika dilakukan analisa kadar andrographolide, dengan hasil kadar terbaik pada bulan Agustus dan September.

Pada penelitian yang dilakukan Raina *et al.* (2007) ada 4 aksesori sambiloto yang menjanjikan yang mengandung kadar andrographolide diatas 2% yang akan dikembangkan untuk penelitian selanjutnya. Pada penelitian kali ini ada 3 aksesori sambiloto yang potensial untuk dikembangkan karena kadar andrographolidenya diatas 3% yaitu aksesori dari Desa Wonokaton Kec. Nguling Kabupaten Pasuruan (4,44%), aksesori dari Kp Warung Caringin, Desa Cijambe, Desa Kalianget Sumenep (3,27) dan Kec. Cijambe Kabupaten Subang (3,11). Aksesori yang didapatkan ini potensial untuk diperbanyak dan digunakan pada budidaya skala besar dan secara komersial dan juga dapat digunakan untuk perbaikan mutu tanaman dimasa depan.

## KESIMPULAN

Daun sambiloto yang dianalisa dari 12 lokasi di Jawa memperlihatkan perbedaan kadar andrographolide diantara aksesori. Kadar andrographolide dari 12 aksesori tersebut berkisar antara 0,29-4,44% dengan rata-rata adalah 2,19%. Kadar tertinggi didapatkan pada aksesori dari Desa. Wonokaton Kec. Nguling Kabupaten Pasuruan sedangkan kadar terendah didapatkan pada aksesori dari Desa. Conggeang Kulon, Kec. Conggeang Kab. Sumedang. Pada penelitian ini ada 3 aksesori sambiloto yang potensial untuk dikembangkan menjadi aksesori unggulan karena kadar andrographolidenya di atas 3%.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada Kementrian Negara Riset dan Teknologi yang telah membiayai penelitian ini melalui Program Insentif Riset Terapan Tahun Anggaran 2010.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aromdee C, Wichitchote P, Jantakun N (2005) Spectrophotometric determination of total lactones in *Andrographis paniculata* Nees. Songklanakarin J Sci Technol 27: 1227-1231
- Cui Y, Wang Y, Ouyang X, Han Y, Zhu H, Chen Q (2009) Fingerprint profile of active component for *Andrographis paniculata* Nees by HPLC-DAD. Sens. & Instrumen. Food Qual 3:165-179
- Jarukamjorn K, Nemoto N (2008) Pharmacological Aspects of *Andrographis paniculata* on Health and its Major Diterpenoid Constituent Andrographolide. J Health Sci 54:370-381
- Kemala S, Sudiarto, Pribadi ER, Yuhono JT, Yusron M, Mauludi L, Rahardjo M, Waskito B, Nurhayati H (2004) Studi serapan, pasokan dan pemanfaatan tanaman obat di Indonesia. Laporan Teknis Penelitian. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. 187-247
- Kumar RA, Sridevi K, Kumar NV, Nanduri S, Rajagopal S (2004) Anticancer and immunostimulatory compounds from *Andrographis paniculata*. J Ethnopharmacol 92:291-295
- Kumoro AC, Hasan M (2006) Modelling of andrographolide extraction from

- Andrographis paniculata* leaves in a Soxhlet extractor. Proceedings of the 1st International Conference on Natural Resources Engineering & Technology. 24-25th July 2006; Putrajaya, Malaysia, 664-670
- Latto SK, Dhar RS, Khan S, Bamotra S, Bhan MK, Dhar AK, Gupta KK (2008) Comparative analysis of genetic diversity using molecular and morphometric markers in *Andrographis paniculata* (Burm.f) Nees Genet Resour Crop Evol 55:33-43
- Li S, Han Q, Qiao C, Song J, Lung CC, Xu H (2008) Chemical markers for the quality control of herbal medicines: an overview. Chinese Med 3:1-16
- Mishra K, Aditya PD, Swain BK, Dey N (2009) Anti-malarial activities of *Andrographis paniculata* and *Hedyotis corymbosa* extracts and their combination with curcumin. Malaria J 8:1-9
- Mishra SK, Sangwan NS, Sangwan RS (2007) Phcog Rev.: Plant Review *Andrographis paniculata* (Kalmegh): A Review. Pharmacognosy Rev 1:283-298
- Moraes SL, Facanali ASR, Ortiz M, Marques M, Ming LC, Meirelles MA (2002) Phytochemical characterization of essential oil from *Ocimum selloi*. Anais da Academia Brasileira de Ciências 74:183-186
- Nugroho YA, Nuratmi B, Wiratno W (2000) Sambilotto (*Andrographis paniculata* Nees). Tumbuhan Obat Indonesia yang Aman. Prosiding Kongres Nasional Obat Tradisional Indonesia (Simposium Penelitian bahan Obat alami X). Sentra P3T Propinsi Jawa Timur. Surabaya. 150-157
- Otake T, Mori H, Morimoto LT, Hattori M, Namba T (1995) Screening of Indonesian plant extracts for anti-human immunodeficiency virus type I (HIV-I) activity. Phytother Res 9:6-10
- Patarapanich C, Laungcholatan S, Mahaverawat N, Chaichantipayuth C, Pummangura S (2007) HPLC determination of active diterpene lactones from *Andrographis paniculata* Nees planted in various seasons and regions in Thailand. Thai J Pharm Sci 31:3-4
- Raina AP, Kumar A, Pareek SK (2007) HPTLC Analysis of Hepatoprotective Diterpenoid Andrographolide from *Andrographis paniculata* Nees (Kalmegh). Indian J Pharm Sci 69:470-473
- Rajagopal S, Kumar RA, Deevi DS, Satyanarayana C, Rajagopalan R (2003) Andrographolide, a potential cancer therapeutic agent isolated from *Andrographis paniculata*. J Exp Therapeut Oncol 3:147-158
- Sabu KK, Padmesh P, Seenii S (2001) Intraspecific variations in active content and isozymes of *Andrographis paniculata* Nees (Kalmegh): a traditional hepatoprotective medicinal herb of India. J Med Aromat Plant Sci 23:637-647
- Sharma S, Krishan L, Handa SS (1992) Standardization of the Indian crude drug Kalmegh by high pressure liquid chromatographic determination of andrographolide. Phytochem Anal 3:129-131
- Sharma SN, Sinha RK, Sharma DK, Jha Z (2009) Assessment of intra-specific variability at morphological, molecular and biochemical level of *Andrographis paniculata* (Kalmegh). Curr Sci 96:402-408
- Sunita S, Abhishek S (2008) A Comparative Evaluation of Phytochemical Fingerprints of *Asteracantha longifolia* Nees. Using HPTLC. Asian J Plant Sci 7:611-614
- Wongikittipong R, Prat L, Damronglerd S, Gourdon C (2004) Solid-liquid extraction of andrographolide from plants—experimental study, kinetic reaction and model. Sep Purif Technol 40:147-154
- Yang M, Wang J, Kong L (2012) Quantitative analysis of four major diterpenoids in *Andrographis paniculata* by <sup>1</sup>H NMR and its application for quality control of commercial preparations. J Pharm Biomed Anal 70:87-93
- Yusron M, Januwati M (2004) Pengaruh kondisi agroekologi terhadap produksi dan mutu simplisia sambilotto (*Andrographis paniculata*). Prosiding Seminar Nasional XXVI Tumbuhan Obat Indonesia, Padang, 7-8 September. 211-216
- Yusron M (2000) Dukungan Teknologi Budidaya untuk Pengembangan Sambilotto (*Andrographis paniculata* Nees). Perkembang TRO 2:63-74
- Zang Z, Dong H, Yu J (2005) The fingerprints of *Andrographis paniculata* by HPLC/UV/MS. Chin J Nat Med 3:373-377