

## Pengaruh Pemberian Ekstrak Kulit Batang *Ailanthus altissima* terhadap Perubahan Sel Hati dan Ginjal Mencit

The Effect of *Ailanthus altissima* Extract to Histopathological Changes of Liver and Kidney Cells of Mice (*Mus musculus*)

Praptiwi<sup>1\*</sup>, Emma Sri Kuncari<sup>1</sup>, Dewi Ratih Agungpriyono<sup>2</sup>, dan Chairunnisa<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Bidang Botani, Puslit Biologi-LIPI

Jl. Raya Jakarta - Bogor Km. 46, Cibinong Science Center, Cibinong, 16911

<sup>2</sup> Fakultas Kedokteran Hewan, IPB

Jl. Agatis Kampus IPB Dramaga, Bogor, 16680

E-mail:praptiwip@yahoo.com \*Penulis untuk korespondensi

### Abstract

The aim of this study was to determine the toxicopathological effect of *Ailanthus altissima* extract in liver and kidney of the mouse. The treatments in this study were: (1) negative control (carboxy methocellulose), extracts with concentration of (2) 1 mg/kg BW, (3) 10 mg/kg BW, (4) 100 mg/kg BW, and (5) 1000 mg/kg BW. Every treatment consisted of 5 mice. After receiving *A. altissima* extract for seven day consecutively, the mice were then euthanized with overdose of ether. The liver and kidney were taken and then fixed within 10% solution of Buffer Neutral Formalin (BNF). Histopathology slides of liver and kidney were processed and stained with Hematoxylline Eosin. The cell degeneration and cell death were observed with video photo microscope. The lesion of cell death and degeneration of hepatocytes and epithelium of kidney proximal tubule were counted. The data were analyzed statistically with ANOVA test continued with Duncan test. The result showed that cell necrosis of hepatocytes was not significantly different ( $P>0.05$ ) compared to control treatment, while cell necrosis was increasing in the treatment of  $\geq 10$  mg/kg BW in tubuli of the kidney.

Key words: *Ailanthus altissima*, toxicopathology, liver, kidney

### Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh ekstrak *Ailanthus altissima* terhadap toksikopatologi hati dan ginjal mencit. Perlakuan pada penelitian ini adalah: (1) kontrol negatif (carboxy methocellulose), ekstrak dengan kadar (2) 1 mg/kg BB, (3) 10 mg/kg BB, (4) 100 mg/kg BB, dan (5) 1000 mg/kg BB. Tiap perlakuan terdiri dari 5 ekor mencit. Setelah pemberian ekstrak selama 7 hari berturut-turut, dilakukan eutanasia terhadap mencit dengan pemberian eter secara overdosis. Hati dan ginjal diambil dan difiksasi dengan larutan Buffer Neutral Formalin (BNF) 10%. Sediaan histopatologi hati dan ginjal selanjutnya diberi pewarnaan Hematoxylline Eosin (HE). Degenerasi dan kematian sel diamati dengan video foto mikroskop. Lesi dari sel mati dan degenerasi pada hepatosit dan epitelium pada tubuli proksimal dari ginjal dihitung. Data yang diperoleh dianalisis secara statistik dengan ANOVA dan dilanjutkan dengan uji Duncan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nekrosis sel pada hepatosit tidak berbeda nyata ( $P>0.05$ ) dibandingkan dengan perlakuan kontrol, sedangkan nekrosis sel pada sel tubuli ginjal meningkat secara nyata ( $P<0.05$ ) pada perlakuan  $\geq 10$  mg/kg BB.

Kata kunci: *Ailanthus altissima*, toksikopatologi, hati dan ginjal

Diterima: 20 April 2009, disetujui: 26 Januari 2010

## Pendahuluan

Pemanfaatan tumbuhan dalam berbagai sektor kehidupan telah dikenal masyarakat sejak

dahulu kala, antara lain sebagai bahan bangunan, bahan pangan, kosmetik dan obat-obatan. Salah satu tumbuhan yang dimanfaatkan sebagai bahan obat adalah *Ailanthus altissima* yang merupakan

salah satu jenis tumbuhan dari suku Simaroubaceae dikenal sebagai pohon surga (*tree of heaven*).

Akhir-akhir ini banyak penelitian tentang bioprospeksi tumbuhan *A. altissima* terutama untuk mengatasi AIDS, kanker dan berbagai penyakit lain (Greer dan Aldrich, 2005). Hasil penelitian Jin *et al.*, (2006) menunjukkan bahwa ekstrak etanol *A. altissima* mempunyai aktivitas antiinflamasi.

Beberapa senyawa yang bersifat bioaktif telah diisolasi dari *A. altissima* yaitu: ailanthone, amarolide, acetyl amarolide dan 2-dihydroxy ailanthone (Tsao *et al.*, 2003). Senyawa ailanthone dan 6- $\alpha$ -tigloyloxychaparrinone menunjukkan aktivitas sebagai antiplasmodia terhadap *Plasmodium falciparum* yang resisten maupun yang sensitif terhadap khloroquin secara in-vitro dan ailanthone menunjukkan toksisitas yang rendah terhadap sel lestari Vero yaitu sel ginjal dari kera hijau Afrika (Okunade *et al.*, 2003). Selain itu diketahui pula bahwa quassin dan saponin, dan ailanthone pada *A. altissima* bersifat allelopatik dan juga antimalaria (Burrows, 2001). *A. excelsa* juga diketahui mempunyai sifat sebagai antiplasmodium terhadap *P. falciparum* yang resisten maupun yang sensitive ( $IC_{50}$  berturut-turut adalah 4.6 dan 2.8  $\mu$ g/ml). Ekstrak yang mempunyai aktivitas antiplasmodial terdapat pada fraksi khloroform. Selain itu *Ailanthus* juga dapat bersifat sebagai antivirus dan anti kanker (Heisley, 1996).

Pemanfaatan tumbuhan *A. altissima* sebagai bahan obat juga harus memperhatikan segi keamanan penggunaannya terutama pada beberapa organ tubuh. Organ detoksifikasi (hati) dan organ ekskresi (ginjal) merupakan organ tubuh penting yang dipengaruhi oleh bahan bersifat toksik (Sumarny *et al.*, 2006).

Pada penelitian ini dilakukan kajian toksikopatologi hati dan ginjal mencit yang diberi perlakuan berbagai dosis ekstrak *A. altissima* untuk mendeteksi efek toksikitas sehingga diperoleh gambaran keamanan penggunaannya.

## Metode Penelitian

Kulit kayu *Ailanthus altissima* diperoleh dari daerah Samboja (Kalimantan Timur).

Identifikasi tumbuhan dilakukan di Herbarium Bogoriense. Kulit kayu dibersihkan dari kotoran kemudian dicacah dan dikeringanginkan. Setelah kering, kulit kayu tersebut digiling menjadi serbuk.

## Ekstraksi

Kulit kayu yang telah digiling menjadi serbuk ditimbang kemudian direndam dengan etanol selama 24 jam kemudian disaring. Filtrat yang diperoleh ditampung kemudian direndam lagi sampai filtrat yang diperoleh tidak berwarna (jernih). Filtrat yang ada ditampung dan dipisahkan menggunakan rotary evaporator. Filtrat pekat yang diperoleh digunakan pada uji histopatologi hati dan ginjal.

## Uji Histopatologi Hati dan Ginjal

### Persiapan dan Adaptasi

Dua puluh lima ekor mencit jantan dari galur Balb-C berumur 2-3 bulan digunakan untuk uji histopatologi hati dan ginjal. Sebelum untuk percobaan, mencit diaklimatisasi terlebih dahulu selama 2 minggu. Pada masa aklimatisasi mencit diberi obat cacing yang mengandung Pyrantel Palmoat dengan dosis 0.1 ml, kemudian diberi antibiotika ampicilin dosis 125 mg/5 ml diberikan 1 kali selama 3 hari terlebih dahulu untuk menghilangkan perubahan-perubahan yang tidak spesifik pada jaringan akibat agen-agen infeksius nonspesifik.

### Perlakuan pada Mencit

Setelah masa aklimatisasi selama 2 minggu, mencit dibagi menjadi 5 kelompok perlakuan di mana tiap perlakuan terdiri dari 5 ekor mencit. Perlakuan yang diberikan adalah: (1) kontrol negatif (carboxymethocellulose = CMC), (2) ekstrak 1 mg/kg BB, (3) ekstrak 10 mg/kg BB, (4) ekstrak 100 mg/kg BB, dan (5) ekstrak 1000 mg/kg BB. Ekstrak dilarutkan dalam 1% CMC dan diberikan dengan sonde lambung. Ekstrak diberikan pada dosis 0.1 ml/ekor selama 7 hari berturut-turut.

### Nekropsi

Setelah pemberian ekstrak selama 7 hari berturut-turut dilakukan nekropsi terhadap mencit untuk mengetahui perubahan secara makroskopis dan mikroskopis pada hati dan ginjal. Mencit terlebih dahulu dibius dengan eter

kemudian diterminasi dengan teknik *dislocation atlanto-occipitalis*. Abdomen dan thorax dibuka untuk mengambil sampel hati dan ginjal. Bagian organ yang diambil dimasukkan dalam wadah yang telah berisi Buffer Neutral Formalin (BNF) 10%.

### **Pembuatan Preparat Histopatologi**

Hati dan ginjal yang telah dinekropsi selanjutnya ditrimming (iris tipis) setelah berada 2 hari pada BNF 10%. Irisan dilakukan dengan tebal  $\pm 0.5$  cm, kemudian dimasukkan dalam *tissue cassette*. Selanjutnya dilakukan proses penghilangan kadar air dan infiltrasi paraffin dalam jaringan dengan alat *automatic tissue processor* lalu dilakukan proses *embedding* (proses penanaman organ ke dalam blok paraffin). Blok tersebut selanjutnya disimpan pada suhu 4–6°C sebelum diiris dengan mikrotom pada ukuran 3 mikron. Setelah dipotong, jaringan tersebut diletakkan di atas air hangat agar jaringan tidak mengkerut, kemudian potongan tersebut diletakkan di atas gelas objek selanjutnya disimpan dalam inkubator selama 24 jam. Setelah 24 jam dilakukan proses pewarnaan dengan haematoksilin eosin (HE).

### **Pengamatan Histopatologi dan Uji Statistik**

Pengamatan histopatologi hati dan ginjal akibat pemberian ekstrak *A. altissima* dilakukan dengan mikroskop cahaya dan video mikrometer dengan pembesaran 40x dan dihitung jumlah dan persentase. Perubahan sel diamati pada 20 lapang pandang. Hasil yang diperoleh diuji statistik dengan uji ANOVA dan dilanjutkan dengan uji Duncan untuk mengetahui perbedaan antarperlakuan.

## **Hasil dan Pembahasan**

### **Pengaruh Pemberian Ekstrak *A. altissima* terhadap Perubahan Histologi Hati Mencit**

Berdasarkan hasil pengamatan pada hati mencit yang diberi ekstrak *A. altissima* ditemukan adanya lesio di sekitar vena porta dan vena sentralis (Tabel 1).

Hasil pengamatan pada Tabel 1. menunjukkan lesio degenerasi hidropis pada pemberian ekstrak 1 mg/kg BB berbeda nyata ( $P < 0.05$ ) dengan perlakuan kontrol, sedangkan

lesio pada vena porta lebih tinggi dari vena centralis meskipun tidak berbeda nyata ( $P > 0.05$ ) (Gambar 1). Hal ini dapat disebabkan toksin yang masuk ke hati melalui aliran darah dari usus langsung menuju vena porta sehingga vena porta lebih dahulu terpapar toksin yang dapat menyebabkan terjadinya kerusakan sel berupa degenerasi hidropis. Degenerasi hidropis merupakan kerusakan sel karena adanya toksin yang masuk melalui membran sel sehingga membran selnya membengkak dan mengakibatkan menurunnya produksi ATP dan terganggunya pengaturan ion sodium-potassium (Cheville, 2006). Perubahan ini bersifat *reversible*, sehingga sel dapat kembali normal jika paparan toksin dihentikan (Cooper dan Slauson, 2002). Degenerasi hidropis pada kelompok kontrol terjadi disebabkan oleh mencit yang digunakan adalah mencit yang tidak *Specific Pathogen Free (SPF)* sehingga ditemukan gangguan metabolisme yang tidak spesifik.

Tingkat kematian atau nekrosa pada sel hati baik pada vena porta maupun vena centralis tidak berbeda nyata ( $P > 0.05$ ) dengan perlakuan kontrol pada pemberian ekstrak *A. altissima* sampai kadar 1000 mg/kg BB. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian ekstrak *A. altissima* sampai pada kadar 1000 mg/kg BB tidak mengakibatkan meningkatnya kematian sel atau nekrosa pada hati sehingga dapat dikatakan bahwa ekstrak tersebut tidak berpotensi sebagai toksikan pada sel hati.

### **Pengaruh Pemberian Ekstrak *A. altissima* terhadap Perubahan Histologi Pada Ginjal Mencit**

Ginjal merupakan organ utama yang mempunyai toksisitas spesifik karena keunikan fungsinya dalam filtrasi dan metabolisme. Berdasarkan fungsinya tersebut, ginjal merupakan organ penting yang diamati untuk mengetahui tingkat toksisitas dari ekstrak yang diberikan kepada mencit sebagai hewan coba.

Berdasarkan hasil pemeriksaan histopatologi pada ginjal mencit yang diberi berbagai tingkat kadar ekstrak *A. altissima* menunjukkan bahwa pemberian ekstrak *A. altissima* mengakibatkan adanya kerusakan pada tubulus dan glomerulus ginjal mencit (Tabel 2 dan 3).

**Tabel 1.** Persentase lesio hepatosit pada vena porta dan vena sentralis yang diberi ekstrak *A. altissima*.

Dosis (mg/kg BB)	Lokasi	Persentase Lesio Hati			
		Normal	Degenerasi Hidropis	Degenerasi Lemak	Nekrosa
Kontrol	vc	38,07±10,38 <sup>ab</sup>	24,87±16,75 <sup>b</sup>	3,06±1,08 <sup>ab</sup>	34,00±7,20 <sup>a</sup>
	vp	36,69±8,62 <sup>ab</sup>	26,14±15,72 <sup>b</sup>	2,57±1,38 <sup>a</sup>	34,60±8,21 <sup>a</sup>
1	vc	34,01±3,88 <sup>a</sup>	<b>36,58±7,71<sup>a</sup></b>	1,26±0,69 <sup>a</sup>	28,15±4,69 <sup>a</sup>
	vp	30,21±4,78 <sup>a</sup>	<b>43,81±5,76<sup>a</sup></b>	0,97±0,37 <sup>a</sup>	25,01±3,00 <sup>a</sup>
10	vc	46,86±3,06 <sup>b</sup>	14,01±5,36 <sup>b</sup>	3,51±2,03 <sup>ab</sup>	33,62±4,27 <sup>a</sup>
	vp	43,74±3,97 <sup>b</sup>	20,75±7,72 <sup>b</sup>	2,53±0,98 <sup>a</sup>	32,98±4,76 <sup>a</sup>
100	vc	42,68±8,95 <sup>b</sup>	24,94±12,59 <sup>b</sup>	2,40±1,12 <sup>a</sup>	29,98±4,52 <sup>a</sup>
	vp	39,28±9,41 <sup>b</sup>	30,12±13,12 <sup>ab</sup>	2,15±0,66 <sup>a</sup>	28,45±5,25 <sup>a</sup>
1000	vc	46,16±3,84 <sup>b</sup>	17,40±4,46 <sup>b</sup>	3,27±1,21 <sup>ab</sup>	33,17±3,31 <sup>a</sup>
	vp	42,09±4,60 <sup>b</sup>	27,38±9,25 <sup>b</sup>	2,23±0,56 <sup>a</sup>	28,30±4,49 <sup>a</sup>

Keterangan: - Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata dengan nilai-p <0,05 -  
vc : vena sentralis; vp : vena porta.

**Tabel 2.** Hasil pemeriksaan histopatologi glomerulus mencit yang diberi ekstrak *A. altissima*.

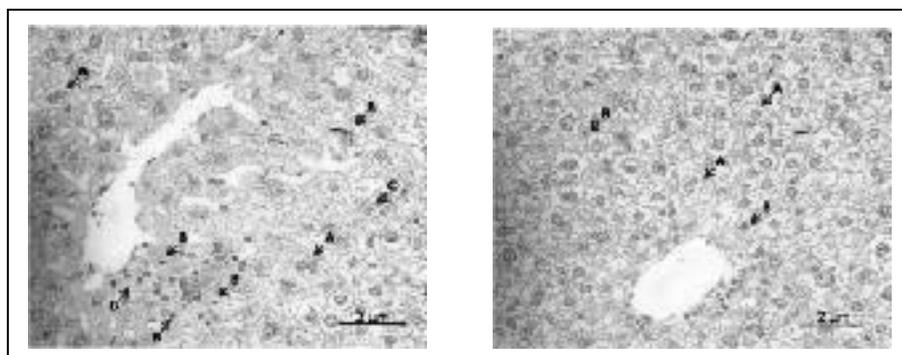
Dosis (mg/kg BB)	Persentase Lesio Glomerulus		
	Normal	Endapan Protein	Atrofi
Kontrol	75±9,35 <sup>a</sup>	16±4,18 <sup>a</sup>	9±6,52 <sup>a</sup>
1	77±5,70 <sup>a</sup>	11±6,52 <sup>a</sup>	12±4,47 <sup>a</sup>
10	76±6,52 <sup>a</sup>	14±7,42 <sup>a</sup>	10±3,54 <sup>a</sup>
100	69±10,84 <sup>a</sup>	19±4,18 <sup>a</sup>	12±8,37 <sup>a</sup>
1000	63±8,37 <sup>a</sup>	18±6,71 <sup>a</sup>	19±4,18 <sup>a</sup>

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata dengan nilai P <0,05.

**Tabel 3.** Hasil pemeriksaan histopatologi tubuli ginjal mencit yang diberi ekstrak *A. Altissima*.

Dosis (mg/kg BB)	Persentase Lesio Tubulus			
	Normal	Degenerasi Hidropis	Nekrosa	Endapan Protein
Kontrol	85,90±0,69 <sup>a</sup>	1,96±0,52 <sup>ab</sup>	10,93±0,41 <sup>a</sup>	1,20±0,34 <sup>a</sup>
1	85,72±2,09 <sup>a</sup>	2,48±0,76 <sup>a</sup>	10,87±2,12 <sup>a</sup>	0,92±0,24 <sup>a</sup>
10	76,42±5,24 <sup>b</sup>	1,29±0,49 <sup>b</sup>	<b>21,28±5,36<sup>b</sup></b>	1,02±0,18 <sup>a</sup>
100	58,94±5,68 <sup>c</sup>	1,42±0,46 <sup>b</sup>	<b>38,70±5,55<sup>b</sup></b>	0,94±0,15 <sup>a</sup>
1000	50,49±3,83 <sup>d</sup>	2,11±0,59 <sup>ab</sup>	<b>46,04±3,97<sup>b</sup></b>	1,37±0,35 <sup>a</sup>

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata dengan nilai P <0,05.



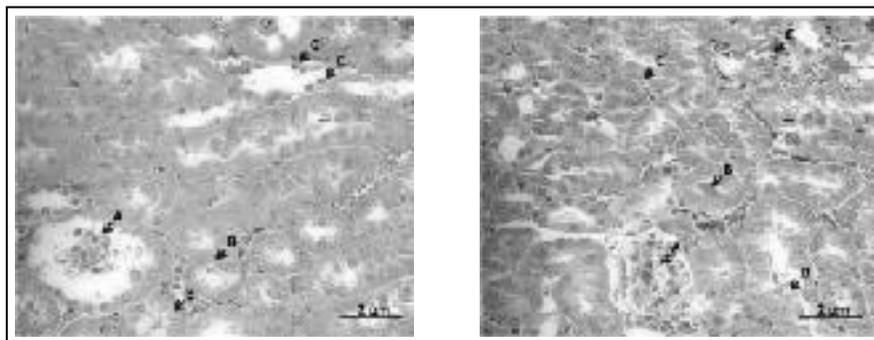
**Gambar 1.** Histologi jaringan hati mencit akibat pemberian ekstrak *A. Altissima* 1 mg/kg BB. Lesio hepatosit di sekitar vena sentralis (kiri) dan vena porta (kanan) berupa degenerasi lemak (A), nekrosa(B), dan degenerasi hidropis (C). Pewarnaan HE, Bar : 2 um.

Hasil pada Tabel 2 menunjukkan bahwa persentase terjadinya endapan protein maupun atrofi pada glomerulus ginjal mencit yang diberi perlakuan ekstrak *A.altissima* sampai pada kadar 1000 mg/kg BB tidak berbeda nyata ( $P>0,05$ ) bila dibandingkan perlakuan kontrol meskipun terdapat kecenderungan meningkatnya atrofi dengan meningkatnya kadar ekstrak yang diberikan.

Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa pemberian ekstrak *A.altissima* meningkatkan tingkat nekrosis pada tubuli ginjal. Pemberian ekstrak *A.altissima* pada kadar  $\geq 10$  mg/kg BB meningkatkan nekrosis secara nyata ( $P<0,05$ ) dibandingkan perlakuan kontrol. Nekrosis pada tubuli ginjal pada pemberian 10, 100 dan 1000 mg/kg BB tidak berbeda secara nyata ( $P>0,05$ ). Lesio nekrosis tersebut kemungkinan terjadi karena adanya senyawa pada ekstrak yang bersifat nefrotoksik. Senyawa-senyawa pada ekstrak *A.altissima* sampai pada kadar 1000

mg/kg BB, meskipun tidak bersifat toksik pada sel hati tetapi meningkatkan nekrosis pada tubuli ginjal (Gambar 2). Menurut Lu (1995) tubulus proksimal merupakan bagian yang paling mudah mengalami kerusakan akibat zat toksik karena pada bagian tersebut terjadi proses absorpsi dan sekresi. Meningkatnya nekrosis pada tubulus ginjal mencit akibat meningkatnya pemberian ekstrak berkaitan dengan komponen kimia pada ekstrak tersebut.

Hasil penapisan fitokimia ekstrak *A.altissima* menunjukkan bahwa ekstrak tersebut mengandung lemak dan asam lemak tinggi, sterol dan quassinoid, golongan triterpenoid, gula pereduksi, glikosida steroid, flavonoid dan saponin. Duke (1983) menyatakan, batang *A.altissima* mengandung senyawa kimia oleoresin, resin, ailanthin, quassin, isoquercetin, tannin, saponin, dan neoquassin. Quasinoid diketahui dapat menghambat sintesa protein.



**Gambar 2.** Histologi jaringan ginjal mencit akibat pemberian ekstrak *A.altissima* 1000 mg/kg BB. Lesio glomerulus berupa atrofi (A), nekrosis (B), degenerasi hidropis sel epitel tubuli (kiri). Lesio berupa endapan protein glomerulus (A), endapan protein pada tubuli (B) dan kongesti interstitium (C). Pewarnaan HE, Bar : 2 um.

## Simpulan dan Saran

### Simpulan

Pemberian ekstrak *A.altissima* selama 7 hari pada kadar 1, 10, 100 dan 1000 mg/kg BB tidak menimbulkan perubahan pada vena porta dan vena centralis hati, tetapi meningkatkan nekrosis sel pada tubuli ginjal pada kadar  $\geq 10$  mg/kg BB.

### Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui senyawa yang bersifat toksik

pada *A.altissima*. Fraksinasi ekstrak juga perlu dilakukan untuk mengetahui senyawa-senyawa yang bersifat toksik pada *A. Altissima*.

## Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini terlaksana atas biaya dari DIPA Pusat Penelitian Biologi-LIPI. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada Kapuslit Biologi-LIPI. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Lab. Patologi, Fakultas Kedokteran Hewan-Institut Pertanian Bogor yang memperkenankan untuk penggunaan fasilitas laboratoriumnya.

## Daftar Pustaka

- Burrows, G.E. 2001. *Toxic Plants of North America*. Iowa State University Press. United States of America. [http://en.wikipedia.org/wiki/Ailanthus\\_altissima](http://en.wikipedia.org/wiki/Ailanthus_altissima).
- Cheville, N.F. 2006. *Cell Death and Cell Recovery*. In: Introduction of Veterinary Pathology. 3<sup>rd</sup> Ed. Blackwell Publishing. USA.
- Cooper, B.J. dan Slauson, D.O. 2002. *Mechanism of Disease: A Textbook of Comparative General Pathology*. 3<sup>rd</sup> Ed. Mosby, USA.
- Dell'Agli, M., Galli, G.V., Parapini, S., Basilico, N., Taramelli, D., Said, A., Rashed, K. dan Bosisio, E. 2008. Anti-plasmodial activity of *Ailanthus excelsa*. *Fitoterapia*, 79 (2): 112–6.
- Duke, J.A. 1983. *Ailanthus altissima* (Mill) Swingle. Handbook of Energy Crops. Purdue University Center for New Crops and Plant Products.
- Greer, G. dan Aldrich, P.R. 2005. Genetic and Biochemical Variation of U.S. *Ailanthus altissima* Populations: A Preliminary Discussion of a Research Plan. *Proc. Of 16<sup>th</sup> U.S. Dept. of Agric. Interagency Research Forum on Gypsy Moth and Other Invasive Species*: 29–20.
- Heisey, R.M. 1996. Identification of an Allelopathic Compound from *Ailanthus altissima* (Simaroubaceae) and Characterization of its Herbicidal Activity. *American J. of Botany*, 83 (2): 192–200.
- Jin, M.H., Yook, J., Lee, F., Lin, C.X., Quan Z., Son K.H., Bae, K.H., Kim, H.P., Kang, S.S. dan Chang, H.W. 2006. Anti-inflammation Activity of *Ailanthus altissima* in Ovalbumin-induced Lung Inflammation. *Biological & Pharmaceutical Bull*, 29 (5): 884.
- Lu, F.C. 1995. *Toksikologi Dasar*. Edisi ke-2. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Okunade, A.L., Bikoff, R.E., Casper, S.J., Oksman, A., Goldberg, D.E. dan Lewis, W.H. 2003. Antiplasmodial activity of extracts and quassinoids isolated from seedlings of *Ailanthus altissima* (Simaroubaceae). *Phytother-Res*, 17 (6): 675–7.
- Sumarny, R., Parodi, D. dan Darmono. 2006. Pengaruh Pemberian Ekstrak Kering Rimpang Temu Putih (*Curcuma zedoria* Rosc.) Per Oral terhadap Beberapa Parameter Gangguan Ginjal pada Tikus Putih Jantan. *Majalah Farmasi Indonesia*, 17 (1): 19–24.
- Tsao, R., Romanchuk, F.E., Peterson, C.J. dan Coats, J.R. 2003. Plant Growth Regulatory Effect and Insecticidal Activity of the Extracts of the Tree of Heaven (*A.altissima*). <http://biomedcentral.com/1472-6785/2/1>.