

Koefisien Perpindahan Massa pada Ekstraksi Tanin dari Putrimalu (*Mimosa Pudica*)

Tjukup Marnoto dan Gogot Haryono.

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta
Jln. Swk 104 Lingkar utara, Condongcatur, Yogyakarta, 55283.
Telp/fax: 0274 486889, email : tjukup@gmail.com

Abstrak

Putrimalu (*Mimosa pudica*) mudah tumbuh di seluruh wilayah Indonesia, tumbuhan ini mengandung 10 % tannin. Penelitian ini mempelajari pengambilan tannin dari putrimalu menggunakan ekstraksi soxhlet. Putrimalu yang telah dilayukan diekstraksi dengan pelarut organik (aseton ethanol, methanol, n. hexana), sampel ekstrak diambil pada setiap selang waktu 20 menit, kemudian kadar ekstrak tannin dianalisa dengan Thin Layer Chromatography (TLC). Jenis pelarut yang sesuai adalah etanol dengan kadar minimum 66%. Nilai koefisien dari persamaan model matematik, didapat konstanta Henry $h = 0.086008$, koefisien adsorpsi pada kadar etanol 66% $K_{sa} = 0.115006$. Penelitian ini dapat menyumbang perkembangan ilmu pengetahuan dan dalam aplikasinya dapat meningkatkan nilai jual tumbuhan putrimalu dan dapat mensejahterakan masyarakat.

Abstract

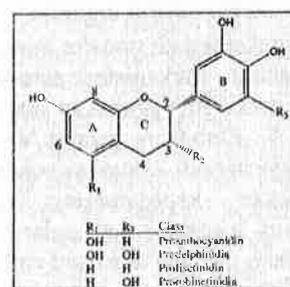
Putrimalu (*mimosa pudica*) easy grow all over Indonesian province, this plant content of 10 % tannin. In this research had investigated of taking tannin from putrimalu by soxhlet extractor. Dry plant of putrimalu extracted by organic solvent (acetone, ethanol, methanol, and n. hexane), the sample of tannin extract was taken every 20 minute and analyzed by Thin Layer Chromatography (TLC). Suitable solvent is ethanol in minimum concentration of 66% (w/w). Constant values of mathematical model equation are constant of Henry $h = 0.086008$ and adsorption coefficient $K_{sa} = 0.115006$. This research contributes to development of knowledge and it's to increase economic value in putrimalu plant and finally it can prosper society.

Keywords: mass transfer, adsorption, Henry, soxhlet, tannin.

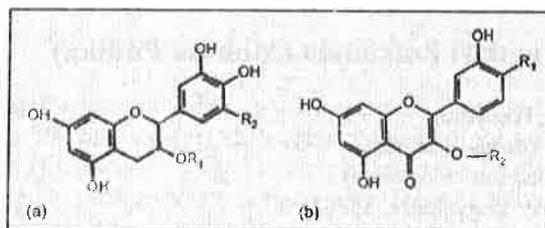
I. Pendahuluan

Putrimalu, dengan nama latin *Mimosa Pudica* adalah tumbuhan yang tumbuh secara liar dan tidak mempunyai nilai jual. Tanaman ini dapat tumbuh di hampir seluruh kepulauan Indonesia, batangnya bulat, berbulu, dan berduri. Pada seluruh bagian tumbuhan ini mengandung 10 % tannin, (Winarno, 1994). Tannin memiliki bobot molekular mulai dari 500 sampai lebih dari 20.000. Tannin biasanya dibagi menjadi *hydrolyzable tannin* dan *tannin kental* (*proanthocyanidins*), yaitu tannin yang tidak dapat dihidrolisa. Molekul tannin *hydrolyzable tannin* terdapat *polyol* karbohidrat (biasanya D-glukosa). *Hydrolyzable tannin* adalah hidrolisa asam lemah untuk memproduksi karbohidrat dan *phenolic acids*. (nn, 2005) *Hydrolyzable tannin* atau tannin yang dapat terhidrolisis merupakan ikatan ester suatu monosakarida terutama D-glukosa yang gugus hidrolisisnya terikat dengan asam *gallat*, *digallat*, *trigallat* dan asam *heksa hidroksi difenat*. Tannin tidak dapat terhidrolisis atau tannin kental, jenis ini bila terhidrolisis tidak menghasilkan senyawa-senyawa

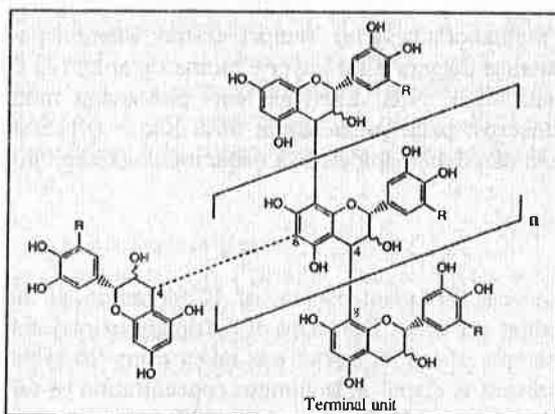
dengan bobot molekular yang rendah tetapi suatu *amorf* yang tidak larut berwarna merah. Rumus-rumus umum dan standard tannin terkondensasi maupun tannin terhidrolisa ditunjukkan pada gambar-gambar berikut ini (Hedqvist, dkk. 2000; Schofield dkk., 2001; Guimaraes, 2002; Masturah dkk. 2007). Jika $R_1=R_2=OH$, $R_3=H$ maka struktur ini adalah grup (-) epicatechin, Bila pada R_1 dan R_2 sebagai komponen lain maka grup ini terindikasi dibawah struktur $R_2=O$ -galloyl pada catechin galat.



Gambar 2: Rumus umum unit struktur standard tannin.



Gambar 3. Dasar struktur kimia dari a) flavon-3-ol dan b) flavonol



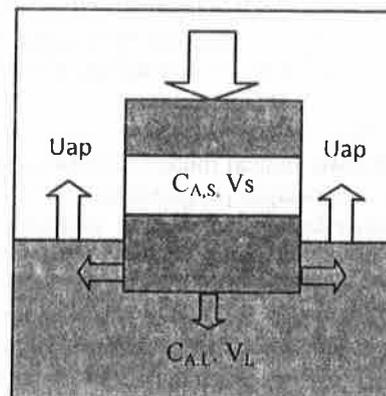
Gambar 4. Model struktur tannin terkondensasi.

Kaitan 4-6 adalah alternatif ikatan interflavan merupakan masing-masing suatu multi unit struktur

Pengambilan tannin dari tumbuhan dapat dilakukan dengan ekstraksi dengan pelarut organik, seperti aceton, etanol, metanol dan normal heksan (Muetzel & Becker, 2006). Ekstraksi adalah pemisahan komponen dalam campuran berdasarkan kestimbangan kelarutan. Atau dengan kata lain didalam komponen campuran tersebut ada beda kelarutan terhadap pelarut tertentu dan pada kondisi tertentu. Ekstraksi tannin dari suatu tumbuhan untuk keperluan bahan pewarna, harus juga memperhatikan ketuhan dan kecepatan hasil. Penelitian ini akan dipelajari ekstraksi tannin dari putrimalu menggunakan soxhlet terhadap beberapa pelarut organik. Juga akan dikaji peristiwa transfer massa tannin terhadap pelarut organik.

Proses ekstraksi terjadi transfer massa (solute) dari padatan ke pelarut. Mekanisme perpindahan massa pada proses ekstraksi menggunakan *soxhlet* ditunjukkan pada gambar 5. Embunan pelarut di curahkan ke padatan sehingga terjadi ekstraksi solute, selanjutnya ekstrak dialirkan kepenampung pelarut yang dipanaskan terus menerus, uap pelarut yang timbul diembunkan diatas padatan dan hasil embunan tercurah ke padatan dan terjadi ekstraksi terus menerus, sehingga terkumpul fase ekstrak pada penampung pelarut. Demikian seterusnya sehingga solute yang terekstrak terakumulasi didalam penampung pelarut. Pemodelan matematika perpindahan massa pernah

dibuat oleh peneliti terdahulu seperti Kumoro & Masitah (2006), Masturah, dkk. (2007). Peristiwa perpindahan massa solute pada proses ekstraksi *soxhlet* dapat dinyatakan dengan persamaan matematik dengan pemodelan dinamik pada perpindahan masa.



Gambar 5. Proses perpindahan masa *solute* dari padatan ke cairan pada ekstraksi *Soxhlet*.

Perpindahan massa *solute* dari permukaan padatan ke cairan dapat ditinjau dari neraca massa solute pada padatan dan juga pada cairan (solvent). Kecepatan pengurangan solute pada padatan dapat dinyatakan dengan persamaan 1:

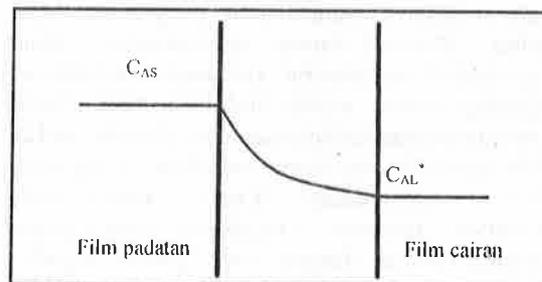
$$-N_A = \frac{d(V_s \cdot C_{A,S})}{dt} = V_s \frac{dC_{A,S}}{dt} + C_{A,S} \frac{dV_s}{dt} \quad (1)$$

Pada pengurangan konsentrasi solute volume padatan dianggap tetap (tidak menyusut) maka persamaan (1) menjadi:

$$\frac{d(V_s \cdot C_{A,S})}{dt} = V_s \frac{dC_{A,S}}{dt} \quad (2)$$

Kecepatan pengurangan solute pada padatan tentunya sama dengan kecepatan solute yang di pindahkan ke dalam cairan, maka kecepatan perpindahan massa padat cair dapat diekspresikan dengan persamaan

$$N_A = K_{sa} \cdot V_s (C_{A,S} - C_{A,L}^*) \quad (3)$$



Gambar 6. Profile film antar fasa padat dan cair.

Apabila konsentrasi tannin pada film cairan ($C_{A,L}^*$) mengikuti hukum Henry, dan konstanta Henry adalah (h) maka :

$$C_{A,L}^* = h \cdot C_{A,S} \quad (4)$$

Substitusi persamaan (4) ke persamaan (3) :

$$N_A = K_{sa} \cdot V_s \cdot C_{A,S} (1-h) \quad (5)$$

Dimana K_{sa} adalah koefisien perpindahan massa atau koefisien adsorpsi padat cair. Substitusi persamaan (5) ke persamaan (2) diperoleh :

$$- K_{sa} \cdot V_s \cdot C_{A,S} (1-h) = V_s \cdot \frac{dC_{A,S}}{dt}$$

$$\text{atau } \frac{dC_{A,S}}{C_{A,S}} = - K_{sa} (1-h) dt \quad (6)$$

Integrasi dari persamaan (6) pada $t = 0$, $C_{A,S} = C_{A,S,0}$ dan pada $t = t$, $C_{A,S} = C_{A,S,t}$, didapatkan:

$$C_{A,S} = C_{A,S,0} \cdot e^{-K_{sa}(1-h)t} \quad (7)$$

Nilai $K_{sa}(1-h)$ adalah kombinasi koefisien adsorpsi dan konstante Henry, yang nilainya selalu tetap atau konstan. Maka dapat dinyatakan sebagai $D = K_{sa}(1-h)$. Jumlah solute terlarut dalam ekstrak adalah konsentrasi zat terlarut kali volume larutan ($C_{A,L} \cdot V_L$) dan sama dengan jumlah solute yang dipindahkan dari padatan ke pelarut. Jika dinyatakan dalam persamaan neraca masa adalah seperti persamaan (8).

$$C_{A,L} \cdot V_L = V_s (C_{A,S,0} - C_{A,S,t}) = V_s \cdot C_{A,S,0} (1 - e^{-Dt}) \quad (8)$$

$$C_{A,L} = \frac{V_s}{V_L} \cdot C_{A,S,0} (1 - e^{-Dt}) \quad (9)$$

$\frac{V_s}{V_L} = R$ adalah rasio volume padatan dan volume pelarut, maka persamaan (9) dapat disederhanakan seperti persamaan (10).

$$C_{A,L} = R \cdot C_{A,S,0} (1 - e^{-Dt}) = B (1 - e^{-Dt}) \quad (10)$$

Dimana $C_{A,L}$ adalah konsentrasi solut pada ekstrak, $B = R \cdot C_{A,S,0}$, t adalah waktu ekstraksi.

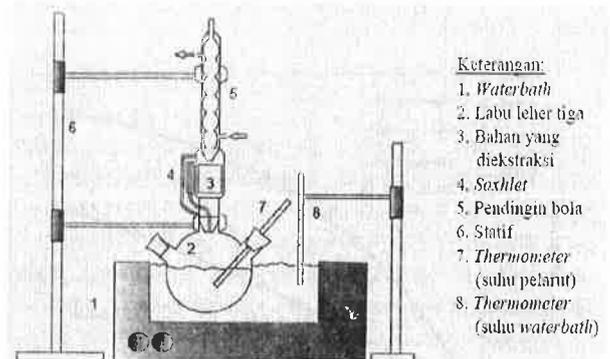
II. Metodologi

Pelarut organik yang digunakan pada penelitian ini yaitu metanol, etanol, acetone dan normal heksan. Tumbuhan putrimalu yang akan diekstraksi, sebelumnya dilayukan (dikeringkan pada suhu ruangan) sampai berat mendekati stabil, kemudian di potong-potong dengan ukuran tertentu, dan ditimbang beratnya.

Perlakuan yang digunakan pada penelitian ini secara lengkap ditunjukkan pada gambar 7. Analisa kadar tannin dilakukan menggunakan *Thin Layer Chromatography* (TLC), terhadap masing-masing sampel yang diambil setiap selang waktu 20 menit, pada masing-masing variabel. Sehingga diperoleh kadar tannin terekstrak setiap waktu pada berbagai variabel yang dilakukan.

Pengolahan data dilakukan dengan metode jumlah kuadrat kesalahan (SSE) minimum antara data eksperimen dan data perhitungan dengan persamaan

model matematik, sehingga akan didapatkan konstanta-konstanta optimum dari persamaan tersebut, apabila kedua data sama atau saling berdekatan. Perhitungan dilakukan metoda numerik.



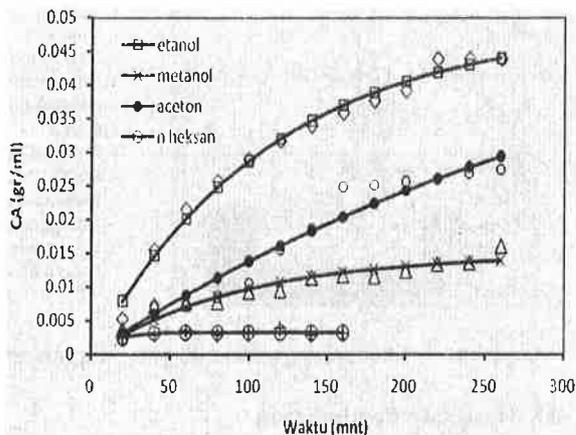
Gambar 7. Skema rangkaian alat yang digunakan.

III. Hasil dan Pembahasan

Pelarut (*solvent*) yang digunakan adalah normal heksan, acetone, metanol dan etanol, berat bahan yang diekstraksi masing-masing 10 gram dan volume pelarut 350 ml. Cuplikan diambil setiap waktu ekstraksi dengan selang waktu 20 menit, sampai kadar solute yang terekstrak tetap (sudah tercapai kesetimbangan). Data hasil analisa dapat ditunjukkan pada gambar 9. Perbandingan data eksperimen (kadar solute pada solvent) dengan data hasil perhitungan menggunakan model persamaan tidak jauh berbeda, sehingga konstanta – konstanta $B = C_{A,S,0} \cdot R$ (Kandungan solute awal pada permukaan padatan) dan D (kombinasi konstanta kesetimbangan adsorpsi dan konstante Henry) dari berbagai pelarut dapat dievaluasi. Hasil konstanta dari berbagai pelarut ditunjukkan pada tabel 1. Gambar 8 menunjukkan bahwa jumlah tannin terekstrak adalah berbeda beda, walaupun volume pelarut yang digunakan adalah sama. Pelarut etanol merupakan pelarut organik yang menghasilkan ekstrak tannin terbanyak dibanding pelarut lainnya. Type tannin ada yang mudah larut dalam air dan ada yang mudah larut dalam pelarut organik, sementara pelarut etanol adalah pelarut organik yang suka air juga mengandung air, maka tannin yang terekstrak pada etanol bisa berupa tannin dari kedua type, maka hasilnya lebih banyak dibandingkan dengan pelarut lainnya. Kesimpulan sementara diambil bahwa ekstraksi tannin dari tumbuhan putrimalu sebaiknya menggunakan pelarut etanol. Waktu ekstraksi pada kondisi penelitian ini sampai keadaan setimbang adalah sampai 260 menit, ekstrak tannin yang diperoleh lebih banyak dibanding pelarut-pelarut lainnya. Penelitian selanjutnya dilakukan dengan pelarut etanol dengan variasi kadar etanol.

Tabel 1 : Konstanta B dan D pada berbagai jenis pelarut.

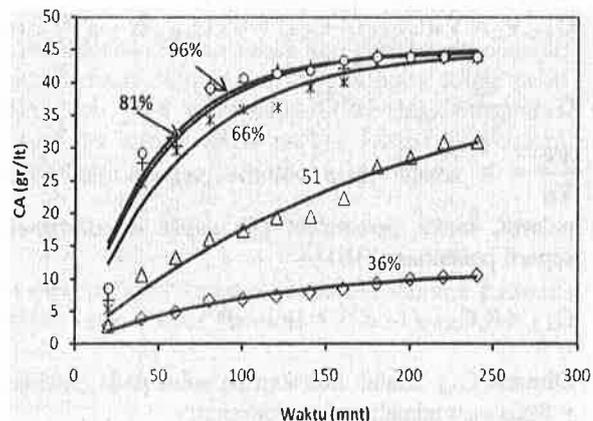
Konstante/Solven	Etanol	Metanol	Aceton	N Heksan
$B = R.C_{A,S_0}$	1,0501	1,0149	1,0602	1,0032
$D = K_{sa}(1-h)$	0.0088	0.0106	0.0027	0,0842



Gambar 8. Hubungan kadar tannin dan waktu ekstraksi pada berbagai jenis pelarut

Variabel perubahan kadar etanol dilakukan dengan berat sampel masing-masing 10 gram, volume pelarut 350 ml dan perubahan kadar etanol 96% ; 81% ; 66% ; 51% ; 36% berat. Data eksperimen ditunjukkan pada gambar 10 yang diambil pada selang waktu 20 menit hingga tercapai kesetimbangan (ditandai kadar solute tetap) yaitu 240 menit. Perbandingan data penelitian dan perhitungan menggunakan persamaan model matematik, diperlukan untuk mengevaluasi konstante Henry, koefisien perpindahan masa atau koefisien adsorpsi tannin dengan pelarut etanol, serta kadar tannin dipermukaan padatan. Gambar 9 menunjukkan bahwa perbandingan data eksperimen dan data perhitungan tidak jauh berbeda, maka dapat diambil kesimpulan bahwa

persamaan model matematik ini dapat mewakili proses perpindahan massa pada ekstraksi *soxhlet*, dan konstante yang diperoleh adalah sesuai dengan model persamaan tersebut. Hubungan koefisien dan konstanta yang diperoleh pada berbagai kadar etanol dapat dilihat pada tabel 2. Merujuk dari hasil ekstrak tannin yang diperoleh dan tercapainya kesetimbangan, maka kesetimbangan hampir bersamaan pada kadar etanol 66% keatas, hal ini menunjukkan bahwa pelarut yang digunakan pada ekstrak tannin dari tumbuhan putrimalu, kadar pelarut terendah pada penelitian ini adalah 66% berat, atau untuk ekstraksi tannin cukup menggunakan kadar etanol sekitar 66 %, akan menghasilkan ekstrak tannin yang sama dengan penggunaan kadar etanol lebih tinggi.



Gambar 9. Hubungan antara waktu ekstraksi terhadap kadar tannin pada variabel macam kadar Etanol

Tabel 2 : Hubungan kefisien dan konstanta pada berbagai kadar etanol.

Kadar etanol (%)	$B=R.C_{AS,0}$	$D=K_{sa}(1-h)$	K_{sa}	h
36	1.0115	0.0095	0.067896	0.86008
51	1.0445	0.0052	0.037164	0.86008
66	1.0458	0.0161	0.115066	0.86008
81	1.0462	0.0196	0.140080	0.86008
96	1.0458	0.0213	0.152230	0.86008

Konstante dan koefisien yang didapatkan menunjukkan karakter dari proses perpindahan massa tannin dari padatan ke pelarut etanol. Gambar 11 dan tabel 2 menunjukkan bahwa konstante Henry pada lapisan film fas padat-cair (etanol) dari tannin pada kesetimbangan film adalah tetap $h=0.086008$. Konstante D yang berubah-ubah pada berbagai kadar

etanol menunjukkan bahwa koefisien adsorpsi tannin terhadap pelarut etanol (K_{sa}) juga berubah-ubah. Secara umum kecenderungannya naik terhadap naiknya kadar etanol, namun pada kenyataannya pada kadar 51 % terjadi penurunan. Kandungan tannin pada putrimalau ada type yang mudah larut terhadap air dan terhadap pelarut organik, sehingga dengan adanya

pelarut campuran antara etanol dan air dimungkinkan bahwa konstante atau koefisien adsorpsi adalah merupakan gabungan antara terhadap air dan etanol. Pada kadar etanol yang hampir sama (50%) adsorpsi keduanya berpengaruh, sedangkan pada kadar dibawah 50 % dimungkinkan bahwa pengaruh adsorpsi yang dominan adalah terhadap air, sedangkan pada kadar etanol 66% keatas adsorpsi yang berpengaruh dominan adalah terhadap etanol, sehingga semakin naik kadar etanol, koefisien adsorpsi semakin besar. Hal yang perlu diperhatikan bahwa pada ekstraksi *soxhlet* kadar uap pelarut yang diembunkan dan dicurahkan ke padatan adalah tidak sama dengan kadar cairan pelarut, sehingga perlu di teliti koefisien adsorpsi tannin terhadap etanol apabila dilakukan ekstraksi langsung (bukan *soxhlet*). Koefisien perpindahan massa atau koefisien adsorpsi tannin pada kadar pelarut etanol 66% adalah $K_{sa}=0.115066$ dan $h=0.086008$.

Konstante B yang merupakan hasil kali konsentrasi/kadar tannin awal pada padatan dan rasio volume padatan dan pelarut diperoleh nilai yang hampir sama (gambar 13), atau perubahannya terhadap kadar pelarut etanol relatif kecil, oleh karena penggunaan berat padatan dan volume pelarut yang sama, apabila di anggap volume padatan adalah sama, maka konstante B menunjukkan perubahan konsentrasi tannin pada permukaan padatan mula-mula setelah dicurahkan larutan. Hal ini dapat diambil kesimpulan sementara bahwa kadar etanol mempengaruhi difusivitas tannin didalam padatan, dan semakin tinggi kadar etanol konsentrasi tannin pada permukaan padatan semakin meningkat.

IV. Kesimpulan

1. Jenis-jenis pelarut organik etanol, metanol, *N-heksana*, dan aseton, umumnya dapat mengekstrak tannin. Pelarut etanol merupakan pelarut yang paling baik untuk ekstraksi tannin pada tumbuhan putrimalu.
2. Kadar minimum pelarut etanol untuk ekstraksi tannin adalah 66%. Hasil ekstrak yang diperoleh relatif sama dengan kadar etanol diatasnya, dan waktu tercapainya kesetimbangan ekstraksi juga hampir sama yaitu 260 menit.
3. Persamaan model matematik yang dihasilkan dapat mewakili proses perpindahan massa pada ekstraksi *soxhlet*.
4. Kadar pelarut (etanol) mempengaruhi difusivitas tannin didalam padatan.
5. Koefisien perpindahan tannin terhadap etanol dipengaruhi oleh kadar etanol.
6. Kosntante Henry pada kesetimbangan film padat-cair adalah $h=0,086008$. Koefisien adserpsi pada kadar pelarut etanol 66% adalah $K_{sa}=0.115066$.
7. Manfaat penelitian ini dapat menyumbangkan perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya karakteristik peristiwa perpindahan massa pada ekstraksi *soxhlet*.
8. Aplikasi penelitian ini dapat meningkatkan nilai ekonomis tumbuhan putrimalu dan dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat.

V. Daftar Pustaka

- Chavan, U.D., Shahidi, F., Naczk, M., (2001), Extraction of condensed tannins from beach pea (*Lathyrus maritimus* L.) as affected by different solvents, *Food Chemistry* 75, pp. 509-512
- Guimaraes, D.O., Ferri, P.H., Heleno, D., Ferreira, Jos'e, C., Seraphin, (2002), Tannin composition of barbatimao species, *Fitoterapia* 73, pp. 292-299.
- Hedqvist, H., Irene M.H, Reed, J. D., Krueger, C. G., Murphy, C.,(2000), Characterisation of tannins and in vitro protein digestibility of several *Lotus corniculatus* varietie, *Animal Feed Science and Technology*, 87, pp. 41-56
- Jose, H. I., Hideyuki Ito, Takashi Yoshida, (2004), Oligomeric hydrolyzable tannins from *Monochaetum multiflorum*, *Phytochemistry* 65, pp. 359-367
- Kokane, D.D., More R.Y., Kale, M.B, Nehete, M. N., Mehendale, P.C., Gadgoli, C. H., (2009), Evaluation of wound healing activity of root of *Mimosa pudica*, *Journal of ethnopharmacology* 124, pp. 311-315
- Kumoro, A. C. and Masitah, H,(2006), Modelling of Andrographolide Extraction from *Andrographis Paniculata* Leaves in a Soxhlet Extractor *Proceedings of the 1st International Conference on Natural Resources Engineering & Technology 2006* (http://eprints.undip.ac.id/246/1/CPE78_-_Masitah_Hasan.pdf)
- Masturah Markom, Masitah Hasan, Wan Ramli Wan Daud, Harcharan Singh, Jamaliah Md Jahim, (2007), Extraction of hydrolysable tannins from *Phyllanthus niruri* Linn: Effects of solvents and extraction methods, *Separation and Purification Technology* 52, pp. 487-496.
- Muetzel S., Becker, K., (2006), Extractability and biological activity of tannins from various tree leaves determined by chemical and biological assays as affected by drying procedure, *Animal Feed Science and Technology*, 125, pp. 139-149.
- Schofield. P., Mbugua D.M, Pell A.N., (2001), Analysis of Condensed tannins: a Review, *Animal Feed Science and technology*, 91, pp. 21-40.
- Winarno, Rahayu, T.S., (1994), *Bahan Tambahan untuk Makanan dan Kontaminan*, Pustaka Sinar Harapan, Jakarta.
- ====, 2005, The chemistry Encyclopedia, <http://www.chemistrydaily.com/chemistry/> Tannin (akses tgl 2 Feb. 2009)