

GANDAPURA : PENGOLAHAN, FITOKIMIA, MINYAK ATSIRI DAN DAYA HERBISIDA

Hernani

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian

ABSTRAK

Gandapura (*Gaultheria fragrantissima*) merupakan tanaman minyak atsiri yang cukup potensial, karena mengandung metil salisilat sangat tinggi yang banyak digunakan dalam industri makanan, minuman, farmasi dan kosmetik. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari proses pengolahan, fitokimia, kadar minyak atsiri dan daya herbisida dari daun gandapura, baik dalam bentuk ekstrak ataupun minyak. Pada pengolahan bahan baku digunakan metode pelayuan 2, 3 dan 5 hari untuk melihat pengaruhnya terhadap kadar minyak atsiri dan metil salisilat, kualitas bahan baku seperti kadar abu, kadar abu tak larut asam, kadar sari yang larut dalam air dan alkohol. Untuk fitokimia digunakan metode MMI (Depkes, 1989). Pembuatan ekstrak menggunakan 3 jenis pelarut, yaitu metanol, etil asetat dan heksan. Uji daya herbisida secara *in vitro* terhadap *Mimosa invisa* menggunakan modifikasi metode Milliskiewicz *et al.* (1992) dan Nezu *et al.* (1996). Hasil pengolahan terhadap daun sebelum proses penyulingan menunjukkan bahwa lama pelayuan mempengaruhi kadar minyak atsiri, dimana semakin lama proses pelayuan menurunkan kadar minyak atsirinya. Untuk kadar metil salisilat dalam 2 hari pelayuan kadarnya masih konstan, tetapi akan menurun sampai 80% setelah 5 hari pelayuan. Kadar sari yang larut dalam air dan alkohol ternyata cukup tinggi. Dari skrining fitokimia terhadap 3 jenis ekstrak ternyata ekstrak etil asetat dan metanol mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, glikosida, saponin dan tannin, sedangkan untuk ekstrak heksan hanya mengandung glikosida dan alkaloid. Hasil uji aktifitas herbisida secara *in vitro* terhadap *M. invisa* menunjukkan bahwa ekstrak dan minyak

atsiri dapat menghambat pertumbuhan tunas dengan kisaran 42 - 70%; 33 - 70,12%; 36,88 - 80,55%; 24,8 - 100% dan 99,67% masing-masing untuk ekstrak metanol, etil asetat, heksan, minyak atsiri dan minyak atsiri sintetis. Komponen utama minyak atsiri adalah metil salisilat dengan limpahan mencapai 97%, sedangkan dalam ekstrak metanol kadarnya hanya sekitar 3,66%.

Kata kunci : Gandapura, fitokimia, minyak atsiri, herbisida

Gandapura : Processing, phytochemistry, essential oil and herbicide effect

ABSTRACT

Gandapura (Gaultheria fragrantissima) is a plant with high potency to develop because its main compound, methyl salicylate, is widely used in food and beverages, pharmaceutical and cosmetics industries. Present work was to study the processing, phytochemistry, essential oil content and herbicide effect from extracts and essential oils of gandapura. For the processing of raw material the wilting method was used (2,3 and 5 days) to observe its effect on essential oil and methyl salicylate, quality of raw material such as ash content, ash insoluble in acid, extractives soluble in water and alcohol. The phytochemistry was conducted by the MMI method. The extract was made by the use of 3 types of solvent, such as methanol, ethyl acetate and hexane. The herbicide effect was conducted in vitro, using a modification method of Milliskiewicz et al. (1992) and Nezu et al. (1996). The result of the processing method showed that the longer the wilting time, the lower essential oil contents. However, methyl salicylate content was still constant in 2 days wilting time and decreased until 80% after 5

days. The water and alcohol soluble extractives were very high. The phytochemistry showed that methanol and ethyl acetate extracts contained alkaloid, flavonoida, glycoside, saponin and tannin while the hexane extract contained glycoside and alkaloid. The herbicide in vitro test on *M. invisa* showed that extracts and essential oil of gandapura inhibit the growth of shoots ranging from 42 - 70%, 36666,88 - 80,55%, 24,80 - 100% and 99,67%, each for methanol, ethyl acetate, hexane, essential oil and synthetic essential oil, respectively. The abundances of methyl soliveylate, as of the main compound, reaches 97%, while the methanol extract contain only 3,66%.

Keywords : *Gaultheria fragrantissima*, phytochemistry, essential oil, herbicide effect.

PENDAHULUAN

Gandapura (*Gaultheria fragrantissima*) dikenal juga sebagai *Indian wintergreen*, mempunyai sinonim *G. punctuata*, termasuk dalam famili Ericaceae, dan merupakan salah satu tanaman penghasil minyak atsiri yang cukup potensial. Tanaman ini dapat tumbuh pada dataran tinggi, 1.300 - 3.300 m dpl., (Oyen dan Dung, 1999) dan belum dikembangkan secara ekonomis karena belum tersedia teknologi budidayanya yang tepat. Selama ini, daun dipanen dari tumbuhan di daerah pegunungan yang ada di Jawa Tengah, terutama dari gunung Lawu, Tawangmangu.

Secara tradisional, tanaman ini dimanfaatkan untuk analgesik, karminatif, diuretik, mengobati rematik, mencegah kerontokan rambut, antiseptik dan antelmintik. Dalam industri, digunakan sebagai campuran untuk pewangi dalam pembuatan minuman, parfum, obat, permen dan pasta gigi (Oyen dan Dung, 1999;

Hener *et al.*, 1990). Bahkan daun yang telah difermentasi dapat dibuat sebagai teh herbal (Oyen *et al.*, 1999). Daun yang masih segar mempunyai bau yang sangat aromatis sehingga tanaman aromatis yang mengandung atsiri bisa dimanfaatkan dalam bidang aromaterapi, farmasi, kosmetik dan parfum (Shiva *et al.*, 1996).

Daun gandapura mengandung minyak atsiri sekitar 1,2%, bila disuling dalam keadaan segar kadar minyaknya hanya 0,5 - 0,8%, tetapi bila telah dikeringkan dapat mencapai 1% (Heyne, 1987; Anonim, 1997). Cara penggunaan minyak atsiri bisa dalam bentuk kompres (4 - 5 tetes atau 0,20 - 0,25 ml dicampur dengan air hangat atau dingin sebanyak sekitar 200 ml), minyak untuk pijat (12 - 15 tetes atau 0,60 - 0,75 ml) dalam 30 ml minyak almon) dan lotion (25 tetes atau 0,25 ml minyak dalam 60 g lotion netral (Anonim, 2003). Selain itu, minyak atsiri gandapura bisa dimanfaatkan juga sebagai insektisida atau insek repellent. Metode ekstraksi terhadap minyak atsiri akan berpengaruh terhadap rasa, aroma, kenampakan dan komposisi kimia dari produk, seperti minyak hasil penyulingan mempunyai bau dan aroma yang berbeda dengan minyak hasil ekstraksi dengan menggunakan pelarut organik (Ravid *et al.*, 1983).

Komponen utama dari minyak atsirinya adalah metil salisilat, jumlahnya dapat mencapai 93% (Heyne, 1987). Senyawa metil salisilat merupakan metil ester dari asam asetil salisilat, bersifat sangat iritasi dan toksik, namun bila masih terikat dalam

tanaman aslinya tidak berbahaya (Anonim, 1997). Senyawa ini terbentuk dari proses fermentasi enzim primeverosida untuk memutus rantai glikosida metil salisilat, kemudian metil salisilat akan terpisah dari glikosidanya. Untuk memenuhi kebutuhan dalam industri, dapat dibuat minyak gandapura secara sintetik atau minyak atsiri hasil penyulingan dari ranting dan kulit batang kayu *Betula lenta* dari famili Betulaceae (Anonim, 1997).

Pemakaian minyak gandapura dalam produk makanan, penambahannya tidak boleh terlalu berlebihan, karena minyak bersifat sangat toksik. Persyaratan yang dianjurkan adalah 0,04% atau untuk campuran permen sekitar 0,2 - 0,5 mg/100 mg (Oyen dan Dung, 1999). Produk-produk obat gosok, terutama untuk pegal-pegal dan rematik yang menggunakan minyak gandapura sebagai bahan campuran utama telah banyak beredar (Anonim, 2002).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui proses pengolahan terbaik, fitokimia, kadar minyak atsiri dan daya herbisida dari ekstrak dan minyak atsiri daun gandapura.

BAHAN DAN METODE

Bahan baku yang digunakan adalah daun gandapura, berasal dari gunung Lawu di Tawangmangu, Jawa Tengah. Sebelum dilakukan penyulingan bahan dilayukan selama, 2, 3 dan 5 hari. Penyulingan dilakukan secara uap dan air dengan lama penyulingan 6 jam. Mutu bahan baku

dianalisis, sesuai ketentuan Materia Medika Indonesia (Depkes, 1989) terutama dalam penentuan kadar air, kadar abu, kadar abu tak larut asam, kadar sari yang larut dalam air dan alkohol.

Untuk pembuatan ekstrak digunakan 3 jenis pelarut, yaitu heksan (non polar), etil asetat (semipolar) dan metanol (polar). Untuk uji daya herbisida dari ekstrak dan minyak secara *invitro* digunakan modifikasi metode Miliszkievics *et al.* (1992) dan Nezu *et al.* (1996) terhadap daya kecambah biji *Mimosa invisa*. Biji *M.invisa* ditunaskan dalam petridish yang telah dilapisi kertas saring lembab, setelah biji bertunas 2 - 3 mm, lalu dipindahkan ke dalam petridish yang telah berisi larutan yang akan diuji dengan variasi konsentrasi ekstrak dan minyak atsiri (0,1; 0,5; 1,0; 5,0 dan 10,0%), dan sebagai kontrol digunakan akuades. Selanjutnya petridish ditempatkan pada temperatur ruang. Pengamatan dilakukan terhadap gejala keracunan dari kecambah yang hidup dan mati, panjang akar dan tunas setelah 12 hari.

Analisis kimia dilakukan terhadap ekstrak secara kromatografi lapis tipis (KLT), dengan menggunakan adsorben silica gel GF₂₅₄, eluen sikloheksan etil asetat asam format = 8,5 1,5 4 tetes dan larutan penampak asam sulfat 50%. Analisis terhadap minyak atsiri secara kromatografi gas dilakukan dengan kondisi peralatan sebagai berikut

Tipe alat · Hitachi. Detektor FID

Kolom Kapiler, panjang 30 m, isi kolom carbowax 20 M

Suhu kolom terprogram 60-180°C/3°C/menit. Suhu injektor 250°C

Analisis secara spektrometri masa untuk identifikasi senyawa secara kualitatif dilakukan dengan alat jenis Hewlett Packard 6890; gas pembawa helium; kolom Innowax (30 M); suhu kolom terprogram 60°C-180°C/3°C/menit; detektor MSD dan suhu injektor 210°C.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis mutu terhadap bahan baku menunjukkan bahwa zat berkhasiat yang terlarut dalam air dan alkohol menunjukkan perbedaan, dimana yang terlarut dalam air jauh lebih tinggi dibandingkan yang larut dalam alkohol (Tabel 1). Kandungan zat berkhasiat ditunjukkan dari nilai kadar sari, semakin tinggi nilainya akan semakin baik.

Proses lama pelayuan ternyata berpengaruh terhadap kadar minyak atsiri yang dihasilkan (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa proses pelayuan akan menguapkan air dan minyak secara bersamaan, sehingga semakin lama waktu pelayuan akan menurunkan kadar air dan minyak yang dihasilkan. Hal ini berarti bahwa sebaiknya daun dilayukan tidak terlalu lama. Bila daun disuling dalam keadaan segar maka kadar minyak yang dihasilkan terlalu kecil, yaitu hanya 0,1% (Heyne, 1987). Selain itu, lama pelayuan juga akan berpengaruh terhadap kadar metil salisilat. Kualitas minyak atsiri sangat ditentukan oleh kandungan metil salisilatnya sebagai komponen utama, semakin tinggi kadarnya akan semakin baik kualitas minyak tersebut.

Senyawa metil salisilat banyak digunakan sebagai penambah aroma dalam makanan, minuman, farmasi, parfum dan penyerap ultra violet dalam lotion untuk mencegah kulit terbakar dari sengatan matahari (Hawley, 1981).

Tabel 1. Karakteristik bahan baku gandapura
Table 1 Characteristic of raw material

Karakteristik/ <i>Characteristic</i>	Nilai/ <i>Value</i>
Kadar air, % <i>Water content</i>	16,17
Kadar abu, % <i>Ash content</i>	4,16
Kadar abu tak larut asam, % <i>Ash insoluble in acid</i>	0,20
Kadar sari yang larut dalam air, % <i>Water soluble extractives</i>	21,25
Kadar sari yang larut dalam alkohol, % <i>Alcohol soluble extractives</i>	12,67

Tabel 2. Pengaruh lama pelayuan terhadap kadar air, minyak atsiri dan metil salisilat
 Table 2. Effect of wilting time on water content, essential oil and methyl salicylate

Lama pelayuan (hari) <i>Wilting time (days)</i>	Kadar air (%) <i>Water content (%)</i>	Kadar minyak atsiri (%) <i>Essential oil content (%)</i>	Kadar metil salisilat (%) <i>Methyl salicylate content (%)</i>
2	56,09	0,94	97,60
3	46,29	0,29	97,33
5	30,84	0,10	79,79

Hasil ekstraksi dari masing-masing pelarut menunjukkan bahwa rendemen ekstrak tertinggi dihasilkan oleh ekstrak methanol (12,50%) yang bersifat polar, diikuti oleh ekstrak etil asetat (3,76%) dan heksan (1,99%). Dalam ekstrak metanol akan terekstrak juga resin. Hasil uji efektifitas herbisida terhadap masing-masing ekstrak dan minyak atsiri secara *in vitro* menunjukkan bahwa ekstrak metanol bisa menghambat pertumbuhan tunas sekitar 42 - 70%, ekstrak etil asetat 33 - 70%, dan ekstrak heksan . 36 - 80%. Minyak hasil penyulingan bisa menghambat sekitar 24,80 - 100%, sedangkan minyak sintesis bisa menghambat 16,22 - 99,72% (Tabel 3). Dalam perdagangan, formula herbisida yang mempunyai tingkat keberhasilan yang cukup memuaskan adalah formula yang mempunyai bahan aktif turunan salisilat dengan nama O-pirimidinil salisilat (Nezu *et al.*, 1996). Penggunaan asam salisilat 10 mM ternyata dapat menekan pertumbuhan *Atrilex triangularis* sampai 95% (Lydon dan Duke, 1987). Senyawa metil salisilat merupakan turunan dari senyawa asam benzoat sama seperti asam salisilat hanya berbeda pada

gugus OH yang digantikan dengan gugus metil. Dalam hal ini, berarti gandapura mempunyai prospek untuk dikembangkan sebagai herbisida alami. Penggunaan bahan alami sebagai herbisida sedang digalakkan karena senyawa alami mudah terdegradasi dan tidak mencemari lingkungan. Hasil fitokimia dari masing-masing ekstrak menunjukkan bahwa ekstrak metanol dan etil asetat mengandung semua golongan senyawa yang diidentifikasi, yaitu alkaloid, saponin, flavonoid, tannin dan glikosida (Tabel 4), dan ekstrak heksan hanya mengandung senyawa alkaloid dan glikosida.

Pemisahan komponen kimia secara KLT (kromatografi lapis tipis) menunjukkan bahwa ekstrak heksan mempunyai hasil pemisahan yang terbaik untuk komposisi senyawa kurang polar (Tabel 5). Hal ini disebabkan karena kandungan golongan senyawanya jauh lebih sedikit dibandingkan kedua ekstrak yang lainnya. Bila polaritas ditingkatkan, maka pemisahan komponen terbaik diperoleh pada ekstrak etil asetat (Tabel 6). Warna-warna coklat yang dihasilkan menunjukkan adanya senyawa fenolat seperti metil salisilat.

Tabel 3. Pertumbuhan dan daya hambat dari masing-masing ekstrak dan minyak gandapura.
 Table 3. Growth and retardance capacity of the essential oil and extract

Konsentrasi Concentration (%)	Pt MeOH (cm)	Daya hambat Inhibition (%)	Pt.EtO AC (cm)	Daya hambat Inhibition (%)	Pt.H (cm)	Daya hambat Inhibition (%)	Pt. Minyak (cm)	Daya hambat Inhibition (%)	Pt. Sintetis (cm)	Daya hambat Inhibition (%)
0,1	34,49	42,52	40,09	33,18	37,90	36,88	45,13	24,80	50,25	16,22
0,5	25,33	57,8	19,65	67,25	30,70	48,88	32,55	45,75	0,70	98,20
1,0	25,20	58,00	18,77	68,72	25,86	56,90	27,38	54,40	0,70	98,20
5,0	22,80	62,00	17,93	70,12	25,40	57,70	1,25	97,92	0,20	99,67
10,0	18,14	70,00	17,90	70,20	11,67	80,55	0	100,00	0,17	99,72
Kontrol , panjang tunas 60 cm/Control, shoot length 60 cm.										

Keterangan Pt panjang tunas; MeOH methanol; EtOAC etil asetat; H heksan
 Note Pt growth, MeOH methanol, EtOAC ethyl acetate, H hexane

Tabel 4. Fitokimia dari ekstrak methanol, etil asetat dan heksan
 Table 4. The phytochemistry of the extract of methanol, ethyl acetate and hexane

Ekstrak/Extract	Golongan/Group			Heksan/Hexane	Etil asetat/Ethyl acetate	Metanol/Methanol
Saponin				-	+	+++
Tannin				-	++	+++
Flavonoid				-	+++	+++
Alkaloid				+++	++	+++
Glikosida				+	+++	+++

Tabel 5. Hasil pemisahan KLT dari ekstrak heksan, etil asetat dan methanol menggunakan eluen sikloheksan:etil asetat:asam format = 8,5:1,5:4 tetes (1 tetes = 0,05 ml).

Table 5. Result of the TLC separation from hexane, ethyl acetate and methanol extract using eluen cyclohexane:ethyl acetate:formic acid = 8.5:1.5:4 drops (1 drops = 0,05 ml)

Metanol/Methanol		Etil asetat/Ethyl acetate		Heksan/Hexane	
Rf	Warna/Colour	Rf	Warna/Colour	Rf	Warna/Colour
0,19	Ungu/Purple	0,19	Ungu/Purple	0,19	Coklat/Brown
0,22	Hijau/Green	0,22	Hijau/Green	0,25	Coklat/Brown
0,28	Hijau/Green	0,31	Hijau/Green	0,31	Coklat/Brown
0,31	Hijau/Green	0,44	Coklat/Brown	0,50	Coklat/Brown
1,0	Coklat/Brown	1,0	Coklat/Brown	0,56	Coklat/Brown
				0,94	Coklat/Brown

Tabel 6. Hasil pemisahan KLT dari ekstrak heksan, etil asetat dan methanol menggunakan eluen heksan:etil asetat:metanol = 8:1 1

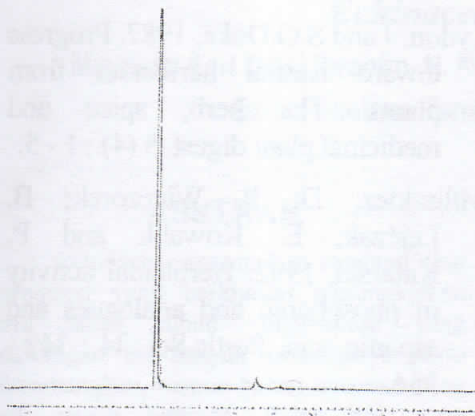
Table 6. Result of the TLC separation from hexane, ethyl acetate and methanol extract using eluen hexane:ethyl acetate:metanol = 8:1 1

Metanol/Methanol		Etil asetat/Ethyl acetate		Heksan/Hexane	
Rf	Warna	Rf	Warna	Rf	Warna
0,11	Ungu/Purple	0,05	Coklat/Brown	0,79	Hijau/Green
0,14	Ungu/Purple	0,13	Coklat/Brown	0,86	Merah/Red
0,30	Merah/Red	0,22	Hijau/Green	0,92	Merah/Red
0,58	Merah/Red	0,33	Hijau/Green	0,95	Kuning/Yellow
		0,54	Merah/Red		
		0,83	Hijau/Green		
		0,91	Hijau/Green		
		0,97	Kuning/Yellow		

Setelah kepolaran dari eluen ditingkatkan, maka terjadi pemisahan yang lebih baik pada ekstrak etil asetat (Tabel 6), hal ini ditunjukkan oleh spot-spot yang semakin banyak. Kromatogram dari minyak atsiri menunjukkan satu komponen tertinggi dengan limpahan sekitar 97% (Gambar 1).

Hasil identifikasi secara GCMS menunjukkan bahwa komponen tersebut adalah metil salisilat dan senyawa-senyawa lainnya seperti α -guaien dalam jumlah kecil. Dalam ekstrak ternyata kandungan metil salisilat sangat kecil, hanya sekitar 3,66%, dan komponen terbesar yang terdeteksi adalah asam-asam organik

seperti asam asetat dan asam heksadekanoat metil ester (Tabel 7).



Gambar 1. Kromatogram minyak gandapura
Figure 1. Chromatogram of gandapura oil

KESIMPULAN DAN SARAN

Pelayuan daun gandapura selama 2 hari sebelum dilakukan penyulingan lebih baik dari pada pelayuan selama 3 dan 5 hari, karena mempunyai kadar minyak atsiri (0,94%) dan metil salisilatnya cukup tinggi (97,60%). Rendemen ekstrak tertinggi diperoleh dari ekstrak metanol (12,50%) diikuti oleh etil asetat (3,76%) dan heksan (1,99%). Hasil analisis fitokimia menunjukkan bahwa ekstrak metanol daun gandapura mengandung senyawa golongan alkaloid, flavonoid, glikosida, saponin dan tannin, Ekstrak etil asetat mengandung senyawa glikosida, flavonoid, tanin dan alkaloid.

Tabel 7. Identifikasi kemungkinan senyawa dalam ekstrak gandapura
Table 7 Identification of compound probability of gandapura extract

No	Waktu retensi (menit) Retention time (minute)	Persentase Percentage	Senyawa Compound
1	13,14	24,27	Asam asetat
2	15,82	7,13	Tidak teridentifikasi
3	19,32	3,28	2-Metil 2,4-pentanediol
4	20,38	2,28	Tidak teridentifikasi
5	23,61	3,66	Metil salisilat
6	34,42	8,33	Tidak teridentifikasi
7	38,20	2,53	Asam heksadekanoat metil ester
8	39,81	12,91	3,5 Dihidroksi-2-metil 5,6-dihidropiran 4-one
9	43,43	4,79	2,3-Dihidrobenzofuran
10	45,28	2,99	Asam benzoat
11	47,53	9,15	5-Oksimetil furfural

Ekstrak metanol mempunyai efek herbisida/daya hambat 42 - 70% lebih baik dari pada ekstrak etil asetat 33 - 70%, heksan 36 - 80%, minyak atsiri 24,80 - 100% dan minyak sintetis 16,22 - 99,72%. Senyawa yang sangat berperan dalam proses menghambat pertunasan adalah metil salisilat.

Disarankan agar dilakukan penelitian lebih lanjut untuk membuat formula herbisida, karena secara *in vitro* mempunyai daya hambat yang cukup tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1997 Wintergreen. <http://www.hort.purdue.edu/newcr op/med-aro/factsheet/ WINTERGREEN.html>.
- Anonim, 2002. Nepal Nature Product. <http://www.msinp.com/herbs/produ ct.htm>.
- Anonim, 2003. CanadaMedExpress. <http://www.canadamedexpress.co m/productpage66.asp>.
- Depkes., 1989. Materia Medika Indonesia. Jilid V. Departemen Kesehatan RI. 653 hal.
- Hawley, G.G., 1981. The condensed chemical dictionary. 10th Ed. Van Nostrand Reinhold Co., New York. 1135 hal.
- Hener, U., P Kreis and A. Mosandl, 1990. Enantiomeric distribution of α -pinen, β -pinen and limonene in essential oils and extracts. Part 2. Oils, perfumes and cosmetics. Flavor and fragrance jounal. 5 .. 201-204.
- Heyne, K., 1987 Tumbuhan berguna Indonesia. Jilid II. Litbang Kehutanan, Jakarta 1553-1554.
- Lydon. J and S.O.Duke, 1987 Progress toward natural herbicides from plants. The herb, spice and medicinal plant digest. 5 (4) 1 - 5.
- Miliszkiez, D; P Wieczorek; B. Lejezak; E. Kowalik and P Kafarski, 1992. Herbicidal activity of phosphonic and analogues and aspartic acid. Pestic.Sci. 34 349 - 354.
- Nezu, Y; M. Miyazaki; K. Sugiyama; N. Wada; I. Kajiware and Miyazama, 1996. Dimethoxy-pyrimidines as novel herbicides. Part 2. Synthesis and herbicidal activity of O-pyrimidines salicylates and analogues. Pestic. Sci. 47 115 - 124.
- Oyen, L.P.A and Nguyen Xuan Dung, 1999. Plants resources of South-East Asia Essential Oil No19. Prosea, Bogor, Indonesia 110 - 114.
- Ravid, U; E.Putievsky and N. Sniv, 1983. The volatile components of oleoresins and essential oils of *Foeniculum vulgare* in Israel. J.Nat.Prod. 46 (6) 848 - 851
- Shiva, M.P; A. Lehri and A. Shiva, 1996. Aromatic and medicinal plants yielding essential oils for pharmaceutical, cosmetic industries and trade. Vedams eBooks (P) Ltd. New Delhi.