

# BABADOTAN (*Ageratum conyzoides* L.) SEBAGAI INSEKTISIDA NABATI

Rohimatun<sup>1)</sup>, Mahindra Dewi Nur Aisyah<sup>2)</sup>, Ahyar<sup>1)</sup>, dan Slamet Wahyudin<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik  
Jalan Tentara Pelajar No. 3, Bogor 16111

<sup>2)</sup>Alumni Departemen Proteksi Tanaman, Institut Pertanian Bogor,  
Jalan Kamper Kampus Dramaga IPB, Bogor 16680  
e-mail: [ima.faizfatin@gmail.com](mailto:ima.faizfatin@gmail.com)

*Ageratum conyzoides* L. merupakan salah satu tumbuhan yang dikenal masyarakat luas sebagai gulma. Walaupun dikenal sebagai gulma, tumbuhan ini sejak dulu dimanfaatkan sebagai obat tradisional. Kandungan metabolit sekundernya memiliki potensi sebagai insektisida nabati. *A. conyzoides* mengandung metabolit sekunder, seperti flavonoid, koumarin, dan minyak atsiri. Flavonoid dan koumarin bersifat sebagai *antifeedant* hingga mengakibatkan mortalitas beberapa serangga hama. Prekosen I dan II yang terkandung dalam minyak atsiri diketahui dapat mengganggu pertumbuhan dan perkembangan serangga.

Kata kunci: *antifeedant*, gulma, metabolit sekunder, mortalitas, pertumbuhan dan perkembangan serangga

## PENDAHULUAN

Tumbuhan menghasilkan metabolit primer dan sekunder. Produk metabolit sekunder (*secondary metabolite products*) memegang peran penting bagi tumbuhan, salah satunya melindungi tanaman, baik dari cekaman biotik (gangguan organisme pengganggu tanaman /OPT) maupun abiotik (Mithöfer dan Boland 2012). Sebagai hasil koevolusi dengan lingkungan (Schoonhoven *et al.*, 2005), metabolit sekunder banyak dimanfaatkan sebagai insektisida nabati, yang berperan sebagai penolak, penarik, pembunuh, penghambat nafsu makan, maupun pengatur pertumbuhan dan perkembangan/*growth regulator* serangga (Gajger dan Dar 2021).

Hasil ekstraksi senyawa kimia pada tumbuhan lebih selektif dan kurang persisten di alam jika dibandingkan dengan bahan sintesis sehingga penggunaannya aman bagi para petani, pengguna, dan lingkungan di sekitarnya (Regnault-Roger, 2005). Salah satu tumbuhan yang mudah ditemui di sekitar kita adalah *Ageratum conyzoides* L.

(Asteraceae) (Gambar 1). *A. conyzoides* banyak dikenal sebagai gulma dalam pertanian. Ternyata, tanaman ini mengandung senyawa kimia metabolit sekunder yang dapat dimanfaatkan sebagai insektisida nabati. Selain itu, sifatnya yang adaptif di berbagai kondisi lingkungan dan mudah berkembang biak, menjadikannya mudah ditemui sehingga berpotensi dikembangkan sebagai bahan baku insektisida nabati. Tulisan ini mengulas tentang ciri umum, kandungan metabolit sekunder, potensi, kendala, dan tindak lanjut pengembangan *A. conyzoides* sebagai insektisida nabati.

## CIRI UMUM

Tumbuhan *A. conyzoides* berasal dari Amerika Selatan dan banyak dikenal masyarakat umum sebagai gulma. Tumbuhan tersebut memiliki beberapa nama daerah, misalnya *babadotan* (Jawa Barat) dan *wedusan* (Jawa Tengah) (Djauhariya dan Hernani 2004). Berdasarkan taksonominya, urutan klasifikasi anggota famili Asteraceae ini adalah sebagai berikut,

Kingdom : Plantae  
Divisi : Magnoliophyta  
Kelas : Magnoliopsida  
Ordo : Asterales  
Famili : Asteraceae  
Genus : *Ageratum*  
Spesies : *Ageratum conyzoides* (L.) (Cronquist 1981).

Tumbuhan *A. conyzoides* tergolong gulma aromatik yang dapat tumbuh sepanjang tahun. Tumbuhan ini tergolong invasif karena dapat beradaptasi di semua lingkungan yang cukup kelembapan dan pencahayaannya hingga ketinggian 2.100 m dpl, seperti lahan pertanian, padang rumput, hingga area hutan (Batish *et al.*, 2006).

Akar *A. conyzoides* bertipe *fasciculate* (= akar-akar bergelombol membentuk klaster dari sebelah bawah nodus batang dan berdaging), berwarna kuning kecokelatan dan melekat lemah pada tanah. Saat masih muda, batangnya berwarna hijau dan akan menjadi cokelat saat sudah tua. Batangnya termasuk tipe

*aerial* (= berada di atas tanah), berbentuk silinder, dan tertutupi oleh trikoma. Daunnya merupakan daun sederhana, tipe *opposite* (= berhadapan), berbentuk oval, ujungnya runcing, tepi daun bagian pangkal bergerigi, dan tertutupi oleh trikoma yang berwarna keputihan. Tangkai daun *A. conyzoides* lurus dan memiliki kontur cekung-cembung (*concave-convex*) (Santos *et al.* 2016).

Tipe perbungaan *A. conyzoides* adalah terminal (di ujung cabang utama) dan tiap tangkainya mengandung kurang lebih lima belas kepala bunga yang berwarna putih hingga ungu kebiruan. Bentuk bunganya adalah *tubulated* (tabung). Diameter bunganya berukuran 3-4 mm dan ditunjang oleh tangkai pendek berukuran panjang 0,5-2 cm. Buah *A. conyzoides* bertipe *achene* (= biji tunggal di dalam buah) dan berbentuk gelondong, dengan penampang berbentuk persegi panjang berukuran 1,5 sampai 2 mm. Buah yang dihasilkan akan berwarna hitam saat matang. Biji yang dihasilkan oleh *A. conyzoides* ini digunakan sebagai alat berkembang biak, yang disebarkan oleh angin dan air. Biji yang telah tersebar mudah berkecambah (PlantNet, 2021)

## KANDUNGAN BAHAN AKTIF DAN MANFAAT UMUM

Kandungan bahan aktif dalam *A. conyzoides*, antara lain alkaloid, saponin, flavanoid, polifenol, minyak atsiri, koumarin, steroid, triterpen, dan tannin (Rahayu *et al.* 1999; Odeleye *et al.* 2014). Di samping itu, Moreira *et al.* (2007a) juga mendeteksi adanya senyawa 5,6,7,8,3',4'5'-heptametoksiflavon dan 5,6,7,8,3'-pentametoksi-4'5'-metilen dioksiflavon. Kadar minyak atsiri pada daun dan tangkai babadotan sebesar 0,41% (Balfas dan Sugandi 2013). Namun, Rahayu *et al.* (1999) menyatakan minyak atsiri yang disuling dari daun dan batang *A. conyzoides* dapat mencapai 1,6% (w/v). Perbedaan kandungan suatu bahan aktif dalam jenis tumbuhan yang sama dapat disebabkan oleh faktor lingkungan, bagian tanaman yang



Gambar 1. Akar (A) dan bagian tumbuhan *A. conyzoides* (B) Sumber: PlantNet (2021) (A); Koleksi pribadi (B)

diekstrak, dan cara ekstraksi (Dadang dan Prijono 2008). Sebagai contoh, *A. conyzoides* yang diambil dari dataran menengah memiliki kandungan saponin, sedangkan yang diambil dari dataran rendah tidak ada (Katuuk *et al.* 2019). Hasil skrining senyawa fitokimia *A. conyzoides* disajikan pada Tabel 1.

Kandungan minyak atsiri pada *A. conyzoides* ditandai dengan adanya turunan kromen yang mudah menguap (*volatile chromene derivatives*) (sampai

(Brojendro *et al.*, 2012), antiinflamasi (Moura *et al.*, 2005), dan lainnya. Dalam bidang pengendalian OPT, kandungan kimia yang dihasilkan *A. conyzoides* diketahui dapat berfungsi, antara lain sebagai insektisida (Balfas dan Sugandi 2013; Moreira *et al.*, 2007a), bakterisida (Odeleye *et al.*, 2014), fungisida (Pal dan Kumar, 2013), nematisida (Pavaraj *et al.*, 2010), herbisida karena kandungan allelopatinya (Kong *et al.*, 2004), dan antiparasit (Teixeira *et al.*, 2014).

Tabel 1 Skrining fitokimia tumbuhan *A. conyzoides*

Senyawa fitokimia	Daun	Batang	Akar	Bunga
Alkaloid	+++	+	+	++
Auron	++	-	+	+
Chalkon	+	+	+	+
Flavon	+	+	-	-
Flavonoid	+++	++	+	++
Flavonol	+	+	-	+
HCN ( <i>cyanic acid</i> /asam sianida)	+	+	+	+
Lekoantosianin	+	+	-	-
Saponin	++	+	+	+
Tannin	+++	++	+	++

Keterangan: -: tidak terkandung; +: konsentrasi rendah; ++: konsentrasi menengah; +++: konsentrasi tinggi. Sumber: Harborne (1998); Onwuka (2005); Amadi *et al.* (2012).

80%), yaitu prekosen (prekosen I/C<sub>12</sub>H<sub>14</sub>O<sub>2</sub>/7-metoksi-2,2-dimetilkromen); ageratokromen (prekosen II/C<sub>13</sub>H<sub>16</sub>O<sub>3</sub>/6,7-dimetoksi-2,2-dimetilkromen), dan tipe enkesalin. *A. conyzoides* kaya akan kandungan prekosen I (80%), sedangkan prekosen II sangat sedikit (kurang dari 1%). Kandungan prekosen paling banyak terdapat di daun, diikuti oleh bunga, sedangkan kandungannya di batang dan akar hanya sedikit (Rahayu *et al.*, 1999). Kandungan senyawa kimia pada minyak atsiri bunga *A. conyzoides* disajikan pada Tabel 2.

Tumbuhan *A. conyzoides* sejak lama diketahui memiliki manfaat dalam dunia pengobatan, antara lain, seperti disentri, demam, diare, analgesik

## AKTIVITAS INSEKTISIDAL

Tumbuhan *A. conyzoides* mempunyai berbagai aktivitas insektisidal yang dapat dipergunakan untuk mengendalikan berbagai serangga hama tanaman (Tabel 3). Aktivitas insektisidalnya bergantung pada beberapa faktor, seperti bagian tumbuhan yang digunakan, sediaan saat aplikasi, cara dan frekuensi aplikasi, serta serangga target.

Senyawa koumarin disebut paling berpengaruh terhadap kematian serangga hama (Moreira *et al.*, 2007a). Di samping senyawa koumarin, Onyilagha *et al.* (2004) menyebutkan senyawa heptametoksiflavon yang

terkandung dalam *A. conyzoides* bersifat sebagai *antifeedant* dan penghambat pertumbuhan serangga. Senyawa kromen (prekosen I dan II) dapat memengaruhi perkembangan serangga, yaitu sebagai hormon antijuvenil yang menyebabkan imago infertil. Prekosen I dan II dilaporkan juga dapat mempercepat metamorfosis larva sehingga menghasilkan serangga yang lemah dan kecil (Singh dan Rao, 2000). Akibat aplikasi *A. conyzoides* ini, serangga target akan menjadi dewasa sebelum waktunya dan menghasilkan serangga dewasa yang steril atau hampir mati.

Senyawa prekosen juga dianggap senyawa yang bertanggung jawab dalam kematian kepik hijau. Kartika *et al.* (2016) menyebutkan penggunaan ekstrak tepung daun *A. conyzoides* dengan dosis 100 g/l dapat menyebabkan mortalitas kepik hijau *Nezara viridula* L. (Hemiptera: Pentatomidae) sebesar 72,50%. Senyawa aktif prekosen masuk ke dalam tubuh *N. viridula* melalui kutikula serangga ketika diaplikasikan secara kontak, sebagai racun perut dengan masuk melalui alat mulut, serta sebagai racun saraf dengan menghambat kerja enzim kolinesterase (Sembel, 2011). Enzim kolinesterase dalam tubuh serangga akan terhambat kerjanya. Senyawa prekosen mengikat enzim yang berperan untuk menghidrolisis asetilkolin tersebut sehingga tidak dapat melakukan fungsinya untuk menghantarkan rangsangan ke impuls saraf. Akibatnya, aktivitas *N. viridula* akan terganggu hingga mengakibatkan kematian (Tampubolon *et al.*, 2018).

Senyawa prekosen II yang masuk melalui sistem pencernaan dapat mereduksi secara signifikan kecepatan pertumbuhan, kecepatan asimilasi nutrisi, dan mengakibatkan tubuh menjadi ringan sehingga larva serangga terlihat mengecil. Penelitian yang dilakukan oleh Nurhudiman (2016) menyebutkan larva *P. xylostella* yang diberi ekstrak *A. conyzoides* terlihat berwarna hitam dikarenakan rusaknya kutikula. Hal tersebut dikarenakan larutan ekstrak *A. conyzoides* bersifat apolar, mudah menembus, dan meresap melalui kutikula (Hasibuan, 2012 dalam Hurhudiman, 2016). Pertumbuhan dan perkembangan serangga sangat dipengaruhi oleh keberadaan protein. Aplikasi *A. conyzoides* juga dapat menurunkan kadar total protein pada *S. litura* (Renuga dan Sahayaraj, 2009). Secara umum, penurunan kadar total protein pada serangga dapat mengganggu metabolisme yang pada akhirnya menyebabkan mortalitas.

Tabel 2 Kandungan senyawa kimia minyak atsiri pada bunga dan daun *A. conyzoides*

Komponen	Minyak bunga (%) <sup>1)</sup>	Minyak daun (%) <sup>2)</sup>
Demetoksi ageratokromen	57,2	
$\beta$ -karyofillen	18,5	12,5
Siklopentanol, 3-metil-		10,7
Propan, 1,2-dikloro-		10,4
1,1-Disyanoetan		10,3
9-Azabisiklo[6.1.0] non-4-en-9-amine, (1.alfa.,4Z,8.alfa.)-		10,3
3,4-Pentadienal, 2,2-dimetil		10,0
2-Siclopenten-1-one, 2-metil-		10,0
Dihidromirsen		9,9
Bisiklo [5.1.0] oktan, 8-metilen		9,9
3,4-Oktadien		9,8
Dihidromirsene		9,8
Asam borinik, dietil-, 1-metil-2-propinil ester		9,6
2,6-Dimetil-8-oksookta-2,6-asam dienoik, metil ester		9,5
N-Metil-7-azabisklo (2,2,1) hept-2-ene		9,4
1,5-Heptadien		9,2
4-Okso-4,5,6,7-tetrahidrobenzofurazan		9,0
2,3-Heksadien, 2-metil-		8,9
Sikloheksanemetanol, 4-metilen-		8,9
Trisiklo [3.2.2.0] nonane-2-Asam karboksilik		8,6
Bisiklo [4.1.0] heptan,-3-siklopropil,-7-hidroksmetil, (cis)		8,5
1,5-Decadien		8,2
Spiro [siklopropan-1,2'-[6.7] diaza bisiklo [3.2.2] non-6-ene		7,8
1,3-Heksadien, 2,5-dimetil		6,1
1-Hepten-6-yne		5,8
2-(2-Hidroksi fenoksi)-1-feniletanol		5,6
3-Heksen-1-yne, (Z)-		5,5
1,3-Pentadien		5,3
1,6-Heptadien		
$\beta$ -kubeben	5,2	5,2
7-Klorobisiklo [4.1.0] hept-3-en		5,1
Bisiklo [2.1.1] hex-2-ene, 2-eteny		5,0
3-metil-1-hexin		4,8
Butanedinitril		4,8
Siklopropen, 3-metil-3-vinil-		4,4
Bisiklo [3.1.0] heksan, 6-metilen-		4,5
Bisiklo [10.1.0] trideka-4,8-dien-3-karboksamid, N-(3-klorofenil)		
Germakren D	3,9	
$\alpha$ -karyofillen	2,9	
Trans- $\beta$ -farnesen	2,4	
$\alpha$ -kubeben	1,6	
Cis- $\beta$ -farnesen	1,5	
Germakren B	1,4	
$\beta$ -elemene	0,8	
Car-4-en	0,8	
Camfen	0,7	
Borneol	0,4	
Eugenol	0,4	
Isobonil lasetat	0,4	
Isobonil fomat	0,3	
Limonen	0,1	

Sumber: <sup>1)</sup>Usman *et al.* (2013); <sup>2)</sup>Quoc dan Pham (2020).

Tabel 3. Bagian tumbuhan, sediaan bahan, serangga target, dan referensi dengan menggunakan *A. conyzoides* sebagai insektisida nabati

Bahannya tumbuhan	Sediaan bahan	Serangga target			Referensi
		Spesies	Ordo	Famili	
Daun dan batang	Minyak	<i>S. litura</i>	Lepidoptera	Noctuidae	Balfas dan Willis (2009)
Daun	Minyak	<i>Doleschallia bisaltidae</i> Cramer	Lepidoptera	Nymphalidae	Balfas <i>et al.</i> (2010)
Daun	Ekstrak heksan	<i>Sitophylus zeamais</i> Motschulsky	Coleoptera	Curculionidae	Bouda <i>et al.</i> (2001); Moreira <i>et al.</i> (2007b)
Daun	Ekstrak heksan	<i>Rhyzopertha dominica</i> (F.)	Coleoptera	Bostrichidae	Moreira <i>et al.</i> (2007b)
Daun	Ekstrak heksan	<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (L.)	Coleoptera	Silvanidae	Moreira <i>et al.</i> (2007b)
Semua bagian	Tepung	<i>S. zeamais</i>	Coleoptera	Curculionidae	Sari dan Salbiah (2020)
Daun	Minyak	<i>Tribolium castaneum</i> Herbst	Coleoptera	Tenebrionidae	Jatya <i>et al.</i> , (2014)
Bagian arial	Ekstrak	<i>Eucosma critica</i> Meyrick	Lepidoptera	Eucosmidae	Radjani dan Chandel (2016)
Daun	Ekstrak air	<i>Plutella xylostella</i> (L.)	Lepidoptera	Plutellidae	Amoabeng <i>et al.</i> (2013)
Daun	Ekstrak air	<i>Brevicoryne brassicae</i> (L.)	Hemiptera	Aphididae	Amoabeng <i>et al.</i> (2013)
Batang dan daun	Ekstrak air	<i>Zonocerus variegatus</i> L.	Orthoptera	Acrididae	Ingrid <i>et al.</i> (2020)

## PERMASALAHAN DAN TINDAK LANJUT

Tumbuhan *A. conyzoides* merupakan gulma yang dapat mengganggu perkembangan tanaman. Di samping itu, tanaman ini juga berpotensi sebagai inang virus tanaman (Sukanto, 2007). Wijaya *et al.* (2018) juga menyebutkan semakin banyak dan rapat populasi *A. conyzoides*, semakin sedikit jumlah dan jenis serangga hama serta serangan virus pada tanaman cabai rawit. Namun, secara teknik budidaya kondisi tersebut dapat mengurangi pertumbuhan dan produksi cabai rawit. Oleh karena itu, keberadaan gulma ini memang perlu dikendalikan. Pengendalian *A. conyzoides* sebagai gulma ini dapat dilakukan dengan memanfaatkannya sebagai insektisida nabati. Namun, ketika akan digunakan sebagai insektisida nabati, dipilih yang tidak terinfeksi virus. Jika virus sudah menginfeksi, diperlukan teknik ekstraksi yang tepat sehingga dipastikan virus sudah bersifat avirulen. Diperlukan kajian mendalam mengenai hal tersebut.

Kendala lain yang dihadapi adalah rendemen *A. conyzoides* hanya 0,4% (herba) dan 0,7% (daun). Untuk itu, diperlukan upaya peningkatan rendemen melalui program pemuliaan dan teknik penyulingan (Balfas dan Willis, 2009) dan ekstraksi bahan aktif. Permasalahan lain yang muncul saat aplikasi dengan menggunakan minyak atsiri daun *A. conyzoides* pada konsentrasi 1 dan 5% adalah munculnya gejala fitotoksik pada daun talas. Aplikasinya pada konsentrasi lebih rendah (0,5%), menyebabkan mortalitas *S. litura* lebih rendah, tetapi tidak menunjukkan gejala fitotoksik pada hari yang sama (Balfas dan Willis, 2009). Oleh karena itu, dalam aplikasinya perlu kajian lebih lanjut

untuk mendapatkan hasil pengendalian serangga hama yang optimal, tanpa menunjukkan gejala fitotoksik pada tanaman yang dibudidayakan. Menurut Dadang (2015), pengembangan insektisida nabati yang mengandung senyawa yang bersifat fitotoksik adalah dengan mengisolasi dan isolasi bertingkat senyawa yang diduga dapat menyebabkan fitotoksitas. Jika setelah diisolasi masih menyebabkan fitotoksitas, maka bahan baku insektisida nabati tersebut berpotensi dikembangkan sebagai herbisida nabati.

Tumbuhan *A. conyzoides* sebagai bahan baku insektisida nabati memiliki kelebihan. Persistensinya yang singkat karena cepat terdegradasi merupakan salah satu keuntungan dari insektisida nabati (Murray *et al.*, 2013). Hal ini menguntungkan bagi lingkungan dan menjadi salah satu prospek pengendalian di masa depan, karena tidak menimbulkan residu pada produk pertanian dan organisme nontarget menjadi tidak terpapar. Namun, pemanfaatan *A. conyzoides* maupun tanaman lain, sebagai insektisida memiliki kekurangan, antara lain bahan aktifnya mudah terurai sehingga pestisida ini tidak tahan disimpan dalam jangka waktu lama, bahan aktifnya mudah terurai dan beberapa bekerja lambat, sehingga aplikasinya harus lebih sering dibanding pestisida sintesis.

Umumnya pestisida nabati mempunyai tingkat toksisitas rendah sehingga tidak langsung mematikan hama sasaran (Wiratno *et al.* 2013). Perlu pengaturan waktu, cara, dosis, dan interval aplikasi yang tepat sehingga hasilnya optimal. Selain itu, diperlukan bahan tambahan lain yang tidak bersifat antagonis dengan bahan utama yang digunakan. Menurut Dadang dan Prijono (2008), penambahan *adjuvant*

dapat menjaga kestabilan formulasi insektisida nabati dalam mengendalikan *Crociodolomia pavonana* (F.) (Lepidoptera: Pyralidae) pada tanaman sayuran.

Upaya lain untuk mengatasi kelemahan penggunaan insektisida nabati adalah dengan menggunakan teknologi nano, yaitu dengan melakukan formulasi dalam bentuk nanoemulsi. Nanoemulsi merupakan sistem emulsi yang tembus pandang, dapat mendispersikan minyak dalam air (*oil in water*, o/w) (McClements dan Rao, 2011) sehingga komponen bioaktif yang bersifat hidrofobik dapat larut dalam air, serta bioaksesibilitas dan bioaktivitasnya dapat ditingkatkan (McClements dan Li, 2010).

## PENUTUP

Tumbuhan *A. conyzoides* yang dikenal sebagai gulma oleh sebagian besar masyarakat ternyata memiliki potensi sebagai insektisida nabati. Kandungan metabolit sekundernya, seperti kumarin, prekosen I dan II, diketahui bersifat insektisidal terhadap beberapa serangga hama tanaman. Namun, pemanfaatannya sebagai insektisida nabati memiliki kendala, antara lain potensinya sebagai inang virus, rendemen, fitotoksitas, dan persistensinya. Upaya yang dapat dilakukan mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan penggunaan metode ekstraksi dan penyulingan yang tepat, pemanfaatan nanoteknologi, serta aplikasi dan dosis/konsentrasi yang tepat

## DAFTAR PUSTAKA

- Amadi BA, Duru MKC, dan Agomuo EN. 2012. Chemical profiles of leaf, stem, root, and flower *Ageratum conyzoides*. *Asian Journal of Plant Science and Research*. 2(4): 428-432.
- Amoabeng BW, Gurr GM, Gitau CW, Nicol HI, Munyai L, dan Stevenson PC. 2013. Tri-trophic insecticidal effects of African plants against cabbage pests. *PLoS ONE*. 8(10): e78651. doi:10.1371/journal.pone.0078651.
- Balfas R, Mardiningsih TL, Sukmana C, dan Sartiami D. 2010. Pengaruh minyak tanaman obat dan aromatik terhadap mortalitas *Dolichopoda bisaltidae* pada tanaman daun wungu. *Prosiding Seminar Nasional VI Perhimpunan Entomologi Indonesia. Peranan Entomologi dalam Mendukung Pengembangan Pertanian Ramah Lingkungan dan Kesehatan Masyarakat*. Bogor, 24 Juni 2010. hlm. 293-298.
- Balfas R. dan Sugandi E. 2013. Pengaruh minyak nabati terhadap kutu *Aspidiella hartii* pada tanaman jahe. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Tanaman Atsiri*. Solok, 11-12 Juli 2012. hlm. 86-96.
- Balfas R. dan Willis M. 2009. Pengaruh ekstrak tanaman obat terhadap mortalitas dan kelangsungan hidup *Spodoptera litura* F. (Lepidoptera, Noctuidae). *Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat*. 20(2): 148-156.
- Batish DR, Singh HP, Kaur S, dan Kohli RK. 2006. Phytotoxicity of *Ageratum conyzoides* towards growth and nodulation of *Cicer arietinum*. *Agriculture Ecosystem & Environment*. 11: 399-401. doi: 10.1016/j.agee.2005.09.020.
- Bouda, H, Tapondjou LA, Fontem DA, dan Gumedzoe MYD. 2001. Effect of essential oils from leaves of *Ageratum conyzoides*, *Lantana camara*, and *Chromolaena odorata* on the mortality of *Sitophilus zeamais* (Coleoptera, Curculionidae). *Journal of Stored Products Research*. 37(2001): 103-109.
- Brojendro SS, Devi WR, Marina A, Devi WI, Swapana N, dan Singh CB. 2012. Ethnobotany, phytochemistry, and pharmacology of *Ageratum conyzoides* Linn (Asteraceae). *Journal of Medicinal Plants Research*. 7(8): 371-385. doi: 10.5897/JMPR12.897.
- Cronquist A. 1981. *An Integrated System of Classification of Flowering Plants*. New York (US): Columbia University Press.
- Dadang. 2015. *Pengembangan Pestisida Nabati untuk Mendukung Pertanian Ramah Lingkungan dan Berkelanjutan*. Orasi Ilmiah Guru Besar IPB, 16 September 2015. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor. 82 hlm.
- Dadang dan D. Prijono. 2008. Insektisida Nabati: Prinsip, Pemanfaatan, dan Pengembangan. Institut Pertanian Bogor (ID): Departemen Proteksi Tanaman. 163 hlm.
- Djauhariya E. dan Hernani. 2004. *Gulma Berkhasiat Obat*. Jakarta (ID): Penebar Swadaya. hlm 128.
- Gajger IT dan Dar SA. 2021. Plant allelochemicals as sources of insecticides. *Insects*. 12(189): 1-21. doi: 10.3390/insects12030189.
- Harborne JB. 1998. *Phytochemical Methods: A Guide to Modern Technique of Plant Analysis 3rd edition*. London: Chapman and Hall.
- Ingrid DT, Akwanjoh SR, dan Yacouba M. 2020. Insecticidal activity of *Ageratum conyzoides* (Asteraceae) aqueous extracts against the grasshopper *Zonocerus variegatus* (Orthoptera: Pyrgomorphidae). *Journal of Agriculture and Ecological Research International*. 21(8): 29-36. doi: 10.9734/JAERI/2020/v21i83015.
- Jatya, Singh P, Prakash B, dan Dubey NK. 2014. Insecticidal activity of *Ageratum conyzoides* L., *Coleus aromaticus* Benth. and *Hyptis suaveolens* (L.) Poit essential oils as fumigant against storage grain insect *Tribolium castaneum* Herbst. *Journal of Food Science and Technology*. 51(9): 2210-2215. doi: 10.1007/s13197-012-0698-8.
- Kartika NI, Salbiah D, dan Sutikno A. 2016. Uji beberapa konsentrasi ekstrak tepung daun babadotan (*Ageratum conyzoides* L.) dalam mengendalikan kepik hijau (*Nezara viridula* L.) pada kacang panjang (*Vigna sinensis* L.). *JOMFaperta*. 3(1): 1-11.
- Katuuk RHH, Wanget SA, dan Tumewu P. 2019. Pengaruh perbedaan ketinggian tempat terhadap kandungan metabolit sekunder pada gulma babadotan (*Ageratum conyzoides* L.) (online). <https://ejournal.unsrat.ac.id>. 1-6pp.
- Kong C, Liang W, Hu F, Xu X, Wang P, Jiang Y, dan Xing B. 2002. Allelochemicals and their transformation in the *Ageratum conyzoides* intercropped citrus orchard soils. *Plant Soil*. 264: 49-157.
- McClements DJ dan Li Y. 2010. Structured emulsion based delivery systems: controlling the digestion and release of lipophilic food components. *Advances in Colloid and Interface Science*. 159(2): 213-228. doi: 10.1016/j.cis.2010.06.010.
- McClements DJ dan Rao J. 2011. Food-grade nanoemulsions: formulation, fabrication, properties, performance, biological fate, and potential toxicity. *Critical Review in Food Science and Nutrition*. 51(4): 285-330. doi: 10.1080/10408398.2011.559558.
- Mithöfer A dan Boland W. 2012. Plant defense against herbivores: chemical aspects. *Annual Review of Plant Biology*. 63: 431-450. doi: 10.1146/annurev-arplant-042110-103854.
- Moreira MD, Picanco MC, Barbosa LCA, Guedes RNC, Barros EC, dan Campos MR. 2007a. Compounds from *Ageratum conyzoides*: isolation, structural, elucidation and insecticidal activity. *Pest Management Science*. 63: 615-621. doi: 10.1002/ps.1376
- Moreira MD, Picanco MC, de A. Barbosa LCA, Guedes RNC, de Campos MR, Silva GA, dan Martisn JC. 2007b. Plant compounds insecticide activity against Coleoptera pests of stored products. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 42(7): 909-915.
- Moura ACA, Silva ELF, Fraga MCA, Wanderley AG, Afiatpour P, dan Maia MBS. 2005. Antiinflammatory and chronic toxicity study of the leaves of *Ageratum conyzoides* L. in rats. *Phytomedicine*. 12: 138-142.
- Murray T, Miles C, dan Daniels C. 2013. *Natural Insecticides*. A Pacific Northwest Extension Publication, PNW 649. Washington State University.
- Nurhudiman, Hasibuan R, Hariri AM, dan Purnomo. 2016. Uji potensi daun babadotan (*Ageratum conyzoides* L.) sebagai insektisida botani terhadap hama (*Plutella xylostella* L.) di laboratorium. *Jurnal Agrotek Tropika*. 6(2): 91-98. doi: 10.23960/jat.v6i2.2600.
- Odeleye OP, Oluyeye JO, Aregbesola OA, dan Odeleye PO. 2014. Evaluation of preliminary phytochemical and antibacterial activity of *Ageratum conyzoides* (L.) on some clinical bacterial isolates. *The International Journal of Engineering and Sciences (IJES)*. 3(6): 1-5.
- Onwuka GI. 2005. *Food Analysis and Instrumentation (Theory and Practice) 1th edition*. Surulere Lagos: Naphthali prints.
- Onyilagha JC, Lazorko J, Gruber MY, Soroka JJ, dan Erlandson MA. 2004. Effect of flavonoids on feeding preference and development of the crucifer pest. *Journal of Chemical Ecology*. 30: 109-124.
- Pal GK dan Kumar B. 2013. Antifungal activity of some common weed extracts against wilt causing fungi *Fusarium oxysporum*. *Current Research*. 2(1): 62-67.
- Pavaraj M, Karthikairaj K, dan Rajan MK. 2010. Effect of leaf extract of *Ageratum conyzoides* on the biochemical profile of blackgram *Vigna mungo* infected by root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. *Journal of Biopesticide*. 3(1 Special Issue): 313-316.
- PlantNet. 2021. Plantinvasivokruger - Asteraceae - *Ageratum conyzoides* (L.) L. <http://publish.plantnet-project.org/project/plantinvasivokruger/collection/collection/synthese/details/AGECO>. Diakses 06 Juni 2021.
- Quoc T dan Pham L. 2020. Physicochemical properties and antibacterial activity of essential oil of *Ageratum conyzoides* L. leaves. *Agriculturae Conspectus Scientificus*. 85(2): 139-144.

- Radjani dan Chandel BS. 2016. Insecticidal biopotentials of *Ageratum conyzoides*, *Azadirachta indica* and *Chenopodium ambrosioides* essential oils against leaf webber, *Eucosma critica* Meyrick (Lepidoptera: Eucosmidae). *International Journal of Fauna and Biological Studies*. 3(1): 143-150.
- Rahayu SB, Irwanto RR, dan van der Maesen LJG. 1999. *Ageratum L.* In: de Padua LS, Bunyapraphatsara N, dan Lemmens RHMJ (Eds.). *Plant Resources of South East Asia No. 12(1): Medicinal and Poisonous Plants (1)*. Backhays Publisher. Leiden The Netherlands – PROSEA Bogor. 711 hlm.
- Regnault-Roger C. 2005. New Insecticides of Plant Origin for The Third Millenium In: Regnault-Roger BJR, Philogene C, dan Vincent C (Eds.). *Biopesticides of Plant Origin*. Lavoisier Publishing Inc. hlm. 17-35.
- Renuga FB dan Sahayaraj K. 2009. Influence of botanicals in total head protein of *Spodoptera litura* (Fab.). *Journal of Biopesticide*. 2(1): 52-55.
- Santoz RF, Nunes BM, Sá RD, Soares LAI, dan Randau KP. 2016. Morpho-anatomical study of *Ageratum conyzoides*. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*. 26: 679-687. doi: 10.1016/j.bjp.2016.07.002.
- Sari R dan Salbiah D. 2020. Keefektifan beberapa dosis insektisida nabati babadotan (*Ageratum conyzoides* L.) terhadap kumbang bubuk biji jagung (*Sitophilus zeamais* M.) di penyimpanan. *Jurnal Dinamika Pertanian* 36(1): 29-36.
- Schoonhoven LM, van Loon JJA, dan Dicke M. 2005. *Insect-Plant Biology*. Edisi ke-2. Oxford (GB): Oxford University Press. 421 hlm.
- Sember D. 2011. Dasar-dasar Perlindungan Tanaman. Penerbit Andi. Bandung.
- Singh S dan Rao PJ. 2000. Effect of *Ageratum conyzoides* on development and reproduction of *Spodoptera litura*. *Entomology*. 102: 217-224.
- Sukamto. 2007. Babadotan (*Ageratum conyzoides*) tanaman multi fungsi yang menjadi inang potensial virus tanaman. *Warta Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri*. 13(3): 11-12.
- Tampubolon K, Sihombing FN, Purba Z, Samosir STS, dan Karim S. 2018. Potensi metabolit sekunder gulma sebagai pestisida nabati di Indonesia. *Jurnal Kultivasi*. 17(3): 683-693.
- Teixeira TL, Teixeira SC, Silva CV, dan Souza MA. 2014. Potential therapeutic use of herbal extracts in trypanosomiasis. *Pathogens and Global Health*. 108: 30-36.
- Usman LA, Zubair, Olawore MF, Muhammad NO, M'Civer FA, dan Ismaeel RO. 2013. Chemical constituents of flower essential oil of *Ageratum conyzoides* growing in Nigeria. *Elixir International Journal*. 54: 12463-12465.
- Wijaya I, Ulpah S, dan Mardaleni. 2018. Pemanfaatan babadotan (*Ageratum conyzoides* L.) untuk mengendalikan hama kutu daun pada tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescent* L.). *Jurnal Dinamika Pertanian*. 34(2): 151-162.
- Wiratno, Siswanto, dan Trisawa IM. 2013. Perkembangan penelitian, formulasi, dan pemanfaatan pestisida nabati. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 32(4): 150-155.