

This file has been cleaned of potential threats.

If you confirm that the file is coming from a trusted source, you can send the following SHA-256 hash value to your admin for the original file.

53fb8e48e5b17713a09dec0aa84909907b079c31e6530bfa446e14c1a941b668

To view the reconstructed contents, please SCROLL DOWN to next page.

POTENSI RIP (*RIBOSOME INACTIVATING PROTEIN*) YANG BERASAL DARI TUMBUHAN SEBAGAI BIOPESTISIDA

(The Potential of RIP (Ribosome Inactivating Protein) as Biopesticides)

Tati Suharti * dan Dharmawati F. Djam'an

Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Perbenihan Tanaman Hutan
Jl. Pakuan Ciheuleut 105, Bogor, Jawa Barat, 16129, Indonesia

Article Info

Dates:

Received in 4 April 2019;
received in revised form 24
November 2019; accepted 25
November 2019.
Available online since 30
December 2019

Kata Kunci:

Ribosome Inactivating Protein,
hama, penyakit, biopestisida,
ramah lingkungan

Keywords:

Ribosome Inactivating Protein,
pests, diseases, biopesticides,
friendly to environment

How to cite this article:

Suharti, T. & Djam'an D.F., (2019).
Potensi RIP (*Ribosome Inactivating
Protein*) yang berasal dari
tumbuhan sebagai biopestisida.
Buletin Eboni, 1(1), 33-39. Doi:
<http://doi.org/10.20886/buleboni.5271>

Copyright:

Copyright ©2019 Environment
and Forestry Research and
Development Institute of
Makassar. This is an open
access article and content from
this work may be used under the
terms of the Creative Commons
Attribution 4.0 licence

Abstrak

RIP (Ribosome Inactivating Protein) dihasilkan tanaman mampu berperan sebagai pertahanan tanaman dari hama dan penyakit. Protein ini banyak digunakan sebagai anti jamur, anti bakteri, anti virus dan anti serangga. Oleh karena itu, RIP yang terkandung pada tanaman berpotensi dimanfaatkan untuk biopestisida yang ramah lingkungan. Tujuan tulisan ini untuk memberikan informasi mengenai RIP yang berasal dari tanaman dan potensinya sebagai biopestisida. Cara kerja RIP yaitu dengan menghambat sintesis protein saat proses translasi pada hama dan patogen. RIP mempunyai spektrum yang luas sehingga dapat mengatasi serangga hama dari berbagai ordo dan patogen baik cendawan, bakteri maupun virus. Beberapa jenis tanaman yang mengandung RIP antara lain mimba, jahe, kunyit, lengkuas, jarak kepyar, jarak pagar, sirsak dan pare. Aplikasi RP dapat berupa minyak, minyak atsiri, larutan, tepung, abu maupun simplisia. RIP dapat diaplikasikan pada benih, bibit, tanaman dan produk pascapanen. Kelebihan penggunaan RIP antara lain bahan mudah diperoleh, murah, mudah dalam aplikasi dan ramah lingkungan. Tanaman yang mengandung RIP berpotensi besar untuk dikembangkan secara komersial sehingga diharapkan ke depan, pengendalian hama dan penyakit mengandalkan tanaman yang mengandung RIP baik secara langsung maupun dalam bentuk formula pestisida. Dengan demikian program penanaman yang ramah lingkungan dapat terwujud.

Abstract

RIP (Ribosome Inactivating Protein) produced by plants that can act as a plant defense from pest and disease. This protein is widely used as an anti-fungal, anti-bacterial, anti-virus and anti-insect. Therefore, RIP contained in plants has the potential to be used for environmentally friendly biopesticides. The purpose of this paper is to provide information on RIP derived from plants and its potential as a biopesticide. The mode of action of RIP works is by inhibiting protein synthesis during translating process of pest and plant pathogen. RIP has a broad spectrum so that it can overcome insect pests from various orders and pathogens both fungi, bacteria and viruses. Some types of plants that contain RIP include neem, ginger, turmeric, galangal, castor bean, jatropha, soursop and bitter melon. RP applications can be in the form of oil, essential oils, solutions, flour, ash and simplicia. RIP can be applied to seeds, seeds, plants and post-harvest products. The advantages of using RIP include easily available materials, inexpensive, easy to application and environmentally friendly. The plants contain RP has high potency to commercially developed so in the future, the controlling of pest and disease rely on the plants contain RIP both direct and in the pesticides formulations form. Therefore echo friendly plantation programme can be realized.

* Corresponding author (Main author). Tel/Fax: +62 2518327768
E-mail address: tie_772001@yahoo.com (T. Suharti)

I. PENDAHULUAN

Hama dan penyakit dapat merugikan tanaman dengan mengganggu proses fisiologis tanaman, bahkan dapat menimbulkan kematian pada tanaman. Namun beberapa jenis tanaman mempunyai ketahanan terhadap serangan hama dan infeksi patogen. Resistensi tanaman merupakan mekanisme pertahanan yang memungkinkan tanaman terhindar atau mempunyai daya tahan terhadap serangan hama dan infeksi patogen. Salah satu mekanisme pertahanan adalah dengan memproduksi RIP (Ribosome Inactivating Protein).

Tanaman menghasilkan *Pathogenesis Related* (PR) untuk ketahanan terhadap infeksi patogen, serangan hama atau kondisi lingkungan yang ekstrim. Pertahanan tanaman terhadap gangguan baik biotik maupun abiotik dapat berupa pertahanan pasif dan pertahanan aktif. PR protein dihasilkan jika ada gangguan sehingga mekanisme pertahanan tanaman dengan menghasilkan PR protein merupakan pertahanan aktif (Agrios, 2005). Beberapa protein anti serangga hama yang dihasilkan tanaman antara lain lektin, kitinase, protease, defensin, penghambat produksi dan aktivitas enzim pencernaan serangga (Grossi de-Sa *et al.*, 2015). Untuk menghambat penyebaran infeksi patogen, respon tanaman berupa gejala reaksi hipersensitif yaitu gejala lokal berupa kematian sel yang cepat (nekrosis) di daerah sekitar patogen berada. Pembentukan gejala reaksi hipersensitif ini diinduksi oleh PR protein (Yadav *et al.*, 2013).

PR protein terdiri 17 jenis diantaranya yaitu glukukanase, kitinase, TLP (*Thaumatococcus* Like Protein), peroksidase, defensin, thionin dan RIP (*Ribosome Inactivating Protein*) (Hedgeet *et al.*, 2013). RIP adalah protein yang dihasilkan tanaman atau mikroba yang dapat menghambat sintesis protein melalui inaktivasi ribosom (Narayanan *et al.*, 2005). RIP dihasilkan tanaman berperan sebagai pertahanan tanaman dari gangguan hama dan penyakit sehingga protein ini sudah banyak digunakan sebagai fungisida, bakterisida, virusida dan insektisida.

RIP dapat ditemukan pada akar, batang, daun, bunga, buah dan biji namun terdapat juga ditemukan hanya pada organ tertentu seperti ricin pada biji jarak kepyar (*Ricinus communis*) (Bozza *et al.*, 2015). Daun jarak kepyar diketahui menghasilkan metabolit sekunder yang bersifat antifidant terhadap hama tanaman kacang-

kacangan (*Epilachna varivestis*) (Rumape, 2013). RIP diketahui mempunyai aktivitas antiviral (Wang & Tumer, 1999). Selain itu, RIP mempunyai aktivitas antijamur yang dapat mengendalikan *Pythium irregulare*, *Fusarium oxysporum* dan *Alternaria solani* serta aktivitas antibakteri seperti terhadap *Pseudomonas syringae* dan *Agrobacterium tumefaciens* (Vivanco *et al.*, 1999).

Penggunaan biopestisida yang mengandung RIP merupakan salah satu alternatif pengendalian hama dan penyakit yang ramah lingkungan mengingat penggunaan pestisida kimia yang berlebih akan mengganggu kesehatan dan keamanan lingkungan. Keuntungan dari pemanfaatan RIP dalam pengendalian hama dan penyakit yaitu berkurangnya penggunaan pestisida kimia yang berarti mengurangi polusi racun kimia pada lingkungan dan dapat mempertahankan atau meningkatkan keanekaragaman spesies. Di samping itu dalam tataran operasional pemanfaatan RIP dapat kompatibel untuk dikombinasikan dengan hampir semua teknik pengendalian. Tujuan tulisan ini untuk memberikan informasi mengenai RIP yang berasal dari tanaman dan potensinya sebagai biopestisida.

II. MEKANISME KERJA RIP SEBAGAI FUNGISIDA, BAKTERI-SIDA, VIRUSIDA DAN INSEKTISIDA

Ribosom merupakan organel sel yang terdiri dari protein dan asam nukleat (rRNA) yang bertanggung jawab dalam sintesis protein. Ribosom terdiri dari dua sub unit yaitu sub unit besar dan sub unit kecil. Sub unit besar eukariot yaitu 60S yang terdiri dari RNA salah satunya 28S rRNA (Lafontaine & Tollervey, 2001).

Aktivitas RIP merupakan reaksi enzimatis yang melibatkan RNA glikosidase yang memotong ikatan glikosidik adenine tertentu pada 28S rRNA ribosom eukariot (Narayanan *et al.*, 2005). Posisi adenin yang dipotong yaitu pada tempat bergabungnya faktor pemanjangan/*elongation factor* (EF) dengan ribosom pada saat translasi yang merupakan daerah lestari pada rRNA. Pemotongan ini menyebabkan (EF) tidak dapat bergabung dengan ribosom sehingga translasi tidak terjadi. Cara kerja lainnya yaitu melalui aktivitas DNase (Narayanan *et al.*, 2005) dan RNase (Choudhary *et al.*, 2008). DNase dengan memotong DNA superkoil dan sirkuler menjadi nik sirkuler dan linear. RIP juga dapat merusak DNA dan mRNA

dengan aktivitas glikosilase polinukleotida adenin (Narayanan *et al.*, 2005).

RIP menghambat multiplikasi dan pertumbuhan virus, cendawan dan bakteri melalui inaktivasi ribosom dan kematian sel (Park, 2006). RIP BE27 ditemukan pada jaringan yang mati pada daun bit yang dapat berperan sebagai antiviral melalui kematian sel dengan menginduksi senyawa-senyawa pertahanan seperti hidrogen peroksida dan asam salisilat, sedangkan pada konsentrasi yang lebih rendah, RIP BE27 dapat berperan sebagai anti cendawan dengan cara masuk ke sitosol selanjutnya mematikan sel cendawan (Citores *et al.*, 2015). RIP yang berasal dari daun tembakau (TRIP) mampu menghambat beberapa jenis bakteri patogen tanaman seperti *P. solanacearum*, *Ervinia amylovora* dan *E. Herbicola* (Sharma, 2004).

RIP dapat mengganggu perkembangan serangga bahkan mematikan serangga (Stirpe & Oriol, 2015). RIP dapat bersifat sitotoksik dengan menginduksi kematian sel (apoptosis) (Narayanan *et al.*, 2005) sehingga RIP dapat dimanfaatkan untuk insektisida. Ricin yang berasal dari tanaman jarak merupakan RIP toksik terhadap sel neuron (Stirpe & Oriol, 2015) sehingga tanaman ini dapat dimanfaatkan sebagai insektisida (Kodjo *et al.*, 2011).

III. PENGGUNAAN RIP YANG BERASAL DARI BEBERAPA JENIS TANAMAN UNTUK MENGATASI HAMA DAN PENYAKIT TANAMAN

Penggunaan tanaman untuk mengatasi hama dan penyakit tanaman sudah banyak dilakukan

sejak dulu. Beberapa tanaman yang mengandung RIP tertera pada Tabel 1. Pada Tabel 1. terlihat bahwa RIP dapat mengendalikan hama yang berasal dari ordo Lepidoptera (ulat), Coleoptera (kumbang), Orthoptera (belalang), Hemiptera (kutu daun, kepik). Selain itu, RIP dapat mengatasi infeksi patogen tanaman dari golongan cendawan, virus dan bakteri.

Aplikasi RIP dapat melalui perlakuan benih atau produk pascapanen di penyimpanan seperti gabah, biji-bijian (Sumartini & Yusnawan, 2005; Saxena, 2015), penyemprotan pada bibit (Islam & Faruq, 2012) dan tanaman di lapangan (Djunaedi, 2009). Tanaman yang berpotensi sebagai biopestisida dapat diaplikasikan hanya satu jenis tanaman atau dapat digabung dengan jenis tanaman lainnya yang juga berpotensi sebagai biopestisida, seperti larutan mimba dan lengkuas mampu mengurangi serangan hama ulat grayak (*Spodoptera litura*) pada tanaman kubis (Rahayuningtias & Harijani, 2017). Campuran ini dapat juga diberi sabun colek atau deterjen (Djunaedi, 2009).

IV. APLIKASI TANAMAN PENGHASIL RIP SEBAGAI BIOPESTISIDA

Tanaman penghasil RIP diaplikasikan untuk mengatasi hama dan penyakit tanaman dapat berupa minyak, minyak atsiri, larutan, serbuk, abu maupun simplisia. Bagian tanaman yang digunakan untuk pestisida yaitu akar, cabang biji, rhizome dan daun namun bagian tanaman yang sering digunakan yaitu daun dan biji. Daun yang digunakan dapat daun kering atau daun segar.

Tabel 1. Beberapa jenis RIP yang berasal dari tumbuhan yang bermanfaat sebagai biopestisida
Table 1. Some types of RIP derived from plants that are useful as biopesticides

Tanaman (Plants)	RIP (RIP)	Hama (Pests)	Patogen tanaman (Plant pathogens)	Pustaka (References)
Mimba	Nimbolide	Ulat <i>Plutella xylostella</i>	Pepper yellow leaf curl virus	Cohen (1996), Diabate & Tano (2014)
Jahe	Gingerol	Kumbang <i>Callosobruchus chinensis</i>	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	Astusi <i>et al.</i> (2013)
Kunyit	Kurkumin	Ulat grayak <i>S. litura</i>	Jamur tepung <i>Erysiphe</i> spp.	Astusi <i>et al.</i> (2013)
Lengkuas	Galangin	Belalang	<i>F. oxysporum</i>	Astusi <i>et al.</i> (2013)
Jarak pagar	Curcin	Ulat <i>P. ylostella</i>	<i>Ceratocystis paradoxa</i>	Diabate <i>et al.</i> (2014) Jonathan <i>et al.</i> (2012)
Jarak kepyar	Ricin	<i>E. varivestis</i>	<i>Alternaria solani</i>	Rumape (2013) Basayo <i>et al.</i> , (2013)
Sirsak	Acetogenins	Kumbang <i>Callosobruchus chinensis</i>	Pepper yellow leaf curl virus	Riyanto (2009) Gunaeni <i>et al.</i> , (2015)
Pare	Momorcharin	Kutu daun <i>Lipaphis erysimi</i>	<i>Alternaria alternata</i>	Mishra <i>et al.</i> , (2006), Gupta <i>et al.</i> , (2016)

A. Minyak

Minyak diperoleh dengan cara pengepresan. Beberapa tanaman yang mengandung minyak antara lain biji jarak pagar (Khasanah, 2011), lengkuas, sirsak (Riyanto, 2009). Minyak dicampur dengan air selanjutnya dapat diaplikasikan sebagai fumigan maupun penyemprotan di lapangan. Minyak lengkuas dan minyak sirsak dengan konsentrasi masing-masing 1 % dapat bersifat repelen dan mematikan hama pada biji kacang hijau, *C. chinensis* (Riyanto, 2009). Minyak biji jarak pagar efektif mematikan ulat *S.litura* pada konsentrasi 40 ml/l air (Khasanah, 2011).

B. Minyak atsiri

Minyak atsiri diperoleh dengan cara penyulingan. Beberapa minyak atsiri yang berpotensi untuk mengendalikan hama penyakit antara lain lengkuas, dan jahe (Wiratno *et al.*, 2016). Astuthi *et al.* (2012) melaporkan bahwa minyak jahe dengan konsentrasi 10% menyebabkan mortalitas ulat gempinis hingga 94 %.

C. Larutan

Penyiapan larutan biopestisida dapat dilakukan dengan beberapa cara, antara lain benih/daun kering diblender atau ditumbuk selanjutnya diberi air, diaduk dan dibiarkan sampai 1 jam (Fuseini, 2010) atau selama 24 jam (Djunaedi, 2009). Larutan kemudian disaring sebelum diaplikasikan ke tanaman. Larutan biopestisida dapat langsung diaplikasikan atau direbus terlebih dahulu sebelum diaplikasikan (Nahak & Sahu, 2014). Pelarut lain yang dapat digunakan untuk melarutkan bahan aktif yaitu alkohol (Astutiet *et al.*, 2013).

Larutan daun mimba mampu menghambat pertumbuhan cendawan *F. moniliforme* (Fuseini, 2010), *Aspergillus* sp. dan *Rhizopus* sp. (Mondal *et al.*, 2009) dan *Penicillium* sp. (Mossiniet *et al.*, 2009). Ekstrak mimba dengan konsentrasi 25 % mampu mengurangi insidensi penyakit layu pada bibit tomat yang disebabkan oleh *F. oxysporum*, selain itu mampu meningkatkan aktivitas antioksidan (Faraq *et al.*, 2011).

Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa larutan daun mimba 50%, jahe 50% dan kunyit 50% dapat mengurangi insidensi *damping off* pada bibit tomat, cabai dan terung yang disebabkan oleh *F.oxysporum* dan *Sclerotium rolfsii*, selain itu dapat meningkatkan perkecambahan, tinggi bibit, panjang akar dan

biomassa (Islam & Faruq, 2012). Sirsak diketahui mempunyai kemampuan mengendalikan hama yang cukup efektif. Daun sirsak dapat digunakan mengatasi serangan hama trips, belalang ulat, kutu daun, dan wereng (Djunaedi, 2009).

Larutan jahe dengan konsentrasi 10 % mampu menghambat pertumbuhan cendawan *Aspergillus flavus* dan mengurangi intensitas kerusakan yang disebabkan *A. flavus* pada biji kacang tanah (Sumartini & Yusnawan, 2005). Larutan kunyit dengan konsentrasi 10 % dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis* dan cendawan *A. solani* (Starngalin, 2011).

Tanaman yang berpotensi sebagai antiviral antara lain bunga pukul empat, sirsak dan mimba. Daun bunga pukul empat konsentrasi 50 %, daun sirsak konsentrasi 40 % dan daun mimba konsentrasi 50 % dalam pelarut air dapat mengurangi intensitas penyakit kuning pada cabai 6-19 % yang disebabkan *Pepper yellow leaf curl virus* (Gunaeni *et al.* 2015).

Aplikasi RIP untuk mengatasi hama secara umum untuk luasan satu hektar yaitu larutan yang terdiri dari air 20 liter, daun mimba 8 kg, rimpang lengkuas 6 kg, serai 6 kg, diberi deterjen atau sabun colek sebanyak 20 gr, diaduk sampai merata selanjutnya dibiarkan selama 24 jam. Larutan tersebut kemudian disaring dan diberi air lagi sebanyak 60 liter, selanjutnya larutan sebanyak 80 liter dapat diaplikasikan ke tanaman (Djunaedi, 2009).

D. Tepung/abu

Aplikasi RIP dapat juga berupa tepung atau abu sisa hasil pembakaran. Daun, batang, biji diblender atau ditumbuk selanjutnya disaring sampai mendapatkan bentuk bubuk. Bentuk tepung umumnya diaplikasikan untuk hama dan penyakit di penyimpanan atau di persemaian. Tepung mimba dengan dosis 50 g/polybag dapat menghambat layu pada tanaman tomat yang disebabkan *F. oxysporum* (Hayati *et al.*, 2016).

Bubuk kernel atau dicampur dengan padi dengan dosis 1-2% mampu mengurangi serangan hama gudang. Serbuk yang berasal dari biji mimba dengan dosis 7,2 g/karung koni mampu mengendalikan hingga 80 % serangga hama pada gandum di penyimpanan dan efektif selama 13 bulan (Saxena, 2012). Tepung daun sirsak dengan dosis 15 g/100 g beras mampu mematikan hama *Sitophilus oryzae* (Isnaini *et al.*, 2015).

Abu sebaiknya berasal dari sisa tanaman yang mengandung RIP atau limbah. Dengan demikian sisa tanaman atau serasah dapat

dimanfaatkan secara maksimal, sehingga dapat mengurangi biaya pemeliharaan/pengendalian hama dan penyakit. Selain itu, karena abu merupakan bahan organik, maka fungsi abu selain dapat sebagai pengendali hama dan penyakit juga dapat menyuburkan tanaman.

E. Simplisia

Simplisia adalah bahan alami yang sudah dikeringkan namun belum diolah (Rukmi, 2009). Tanaman yang mengandung RIP dikeringkan selanjutnya dapat langsung digunakan untuk mengendalikan hama atau penyakit. Cara ini biasanya diaplikasikan untuk mengatasi serangan hama di gudang. Saxena (2015) melaporkan bahwa daun mimba kering yang diletakkan secara bertumpuk mampu mengurangi kerusakan biji-bijian yang diakibatkan oleh serangan serangga hama.

V. KESIMPULAN

Tanaman yang mengandung RIP berpotensi sebagai biopestisida. Cara kerja RIP yaitu dengan menghambat sintesis protein saat proses translasi pada hama dan patogen. RIP mempunyai spektrum yang luas sehingga dapat mengatasi serangga hama dari berbagai ordo dan patogen baik cendawan, bakteri maupun virus. Beberapa jenis tanaman yang mengandung RIP antara lain mimba, jahe, kunyit, lengkuas, jarak kepyar, jarak pagar, sirsak dan pare. Aplikasi RIP dapat berupa minyak, minyak atsiri, larutan, tepung, abu maupun simplisia. RIP dapat diaplikasikan pada benih, bibit, tanaman dan produk pascapanen. Kelebihan penggunaan RIP antara lain bahan mudah diperoleh, murah, mudah dalam aplikasi dan ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

Astuti, U.P. T. Wahyuni dan B. Honorita. (2013). *Petunjuk Teknis Pembuatan Pestisida Nabati*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Bengkulu. 70 p.

Astuthi, M.M.M., K. Sumiartha, I.W. Susila, G. N. A. S. Wirya dan I.P. Sudiarta. (2012). Efikasi minyak atsiri tanaman cengkeh (*Syzygium aromaticum* (L.) Meer. & Perry), pala (*Myristica fragrans* Houtt), dan jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) terhadap mortalitas ulat bulu gempinis dari famili Lymantriidae. *Journal of Agricultural Science and Biotechnology*, 1(1), 14-23.

Basayo, I., H. Nahunnaro and D. M. Gwary. (2013). Effect of aqueous exreact of *Ricinus communis*

on radial growth of *Alternaria solani*. *African Journal of Agricultural Research*, 8(36), 4541-4545.

Bozza, W.P., W. H. Tolleson, L. A. R. Rosado and B. Zhang. (2015). Ricin detection: tracking active toxin. *Biotechnology Advances*, 33(1), 117-123.

Choudhary, N., H. C. Kapoor and M. L. Lodha. (2008). Cloning and expression of antiviral/ribosome-inactivating protein from *Bougainvillea xbuttiana*. *Journal of Biosciences*, 33(1), 91-101.

Citores, L., R. Iglesias, C. Gay and J. M. Ferreras. (2016). Antifungal activity of the ribosome-inactivating protein BE27 from sugar beet (*Beta vulgaris* L.) against the green mould *Penicillium digitatum*. *Molecular Plant Pathology*, 17(2), 261-271.

Cohen, E., G.B. Quistad and J.E. Casida. (1996). Cytotoxicity of nimbolide, epoxyazadiradione and other limonoids from neem insecticide. *Life Sciences*, 58(13), 1075-1081.

Diabate, D., J.A. Gnago & Y. Tano. (2014). Toxicity, antifeedant and repellent effect of *Azadirachta indica* (A. Juss) and *Jatropha carcus* L. aqueous extracts against *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, 4(11), 51-60.

Djunaedi, A. 2009. Biopestisida sebagai pengendali organisme pengganggu tanaman (OPT) yang ramah lingkungan. *Embryo*, 6(1), 88-95.

Faraq, H. R., Z. A. Abdou, D. A. salama, M. Ibrahim and H. Srour. (2011). Effect of neem and willow aqueous extracts on fusarium wilt disease in tomato seedlings: inducton of antioxidant defensive enzymes. *Annals of Agricultural Sciences*, 56(1), 1-7.

Fuseini, Z. (2010). Occurrence and control of seedborne pathogenic fungi of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) seeds from five agro-ecological zones of Ghana using plant extracts. [Thesis]. Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Kumasi, Ghana.

Grossi de Sa, M.F., P. B. Pelegrini, I. M. Vasconcelos, C. R. Carlini and M. S. Silva. (2015). Entomotoxic plant proteins: potential molecules to develop genetically modified plants resistant to insect-pest. *Plant Toxins, Toxinology*, 34 p.

Gunaeni, N., A.W. Wulandari dan A. Hudayya. (2015). Pengaruh bahan ekstrak tanaman terhadap pathogenesis related proteindan asam salisilat dalam menginduksi resistensi tanaman cabai merah terhadap virus kuning keriting. *Jurnal Hortikultura*, 25(2), 160-170.

Gupta, M. S. Sharma and R. Bhadauria. (2017). Phytotoxicity of *Momordica charantia* extracts

- against *Alternaria alternata*. J. Pharm. Sci. & Res., 9(1), 28-34.
- Hayati, R., T. Chamzurni dan B. Amin. (2016). Aplikasi beberapa fungisida nabati dengan berbagai dosis untuk mengendalikan penyakit layu Fusarium (*Fusarium oxysporum*) pada tanaman tomat. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian Unsyiah*, 1(1), 261-269.
- Hedge, Y.R. and R.S.Keshgond. (2013). Role of pathogenesis-related proteins in plant disease management – a review. *Agricultural Reviews* 34(2), 145-151.
- Islam, M. T. and A.N. Faruq. (2012). Effect of some medicinal plant extracts on damping-off disease of winter vegetable. *World Applied Sciences Journal*, 17(11), 1498-1503.
- Isnaini, M., E. R. Pane dan S. Wiridianti. (2015). Pengujian beberapa jenis insektisida nabati terhadap kutu beras (*Sitophilus oryzae* L.). *Jurnal Biota*, 1(1), 1-8.
- Jonathan, S. G., E. M. Udoh, E. E. Ojome, O. J. Olawuyi and B. J. Babalola. (2012). Efficacy of *Jatropha curcas* Linn. As fungicides in the control of *Ceratocystis paradoxa* (chalara anamorph) IMI 501775 associated with bole rot of *Cocos nucifera* Linn. Seedlings. Report and Opinion, 4(12), 48-60.
- Khasanah, A. R. (2011). *Pemanfaatan minyak biji jarak pagar (Jatropha curcas L.) sebagai insektisida nabati terhadap mortalitas larva Spodoptera litura F. (ulat grayak)*. [Skripsi]. Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang.
- Kodjo, T. A., M. Gbenonchi, A. Sadate, A. Komi, G. Y. M. Dieudonne and S. K. E. Cole. (2011). Bio-insecticidal effects of plant extracts and oil emulsions of *Ricinus communis* L. (Malpighiales: Euphorbiaceae) on the diamondback, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) under laboratory and semi-field conditions. *Journal of Applied Biosciences*, 43, 2899-2914.
- Lafontaine, D. L. J. and D. Tollerve. (2001). *Ribosomal RNA*. *Encyclopedia Life Sciences*.
- Mishra, D., A.K.Shukla, A.K. Dubey, A.K.Dixit and K.Singh. (2006). Insecticidal activity of vegetable oils against mustard aphid, *Lipaphis erysimi* Kalt., under field condition. *Journal of Oleo Science*, 55(5), 227-231.
- Mondal, N. K., A. Mojumdar, S. K. Chatterje, A. Banerjee, J. K. Datta, S.Gupta. (2009). Antifungal activities and chemical characterization of neem leaf extracts on the growth of some selected fungal species in vitro culture medium. *Appl. Sci. Environ. Manage.*, 13 (1), 49-53.
- Mossini, A. A. G., C. C. Arrotea and C. Kimmelmeier. (2009). Effect of neem leaf extract and neem oil on *Penicillium* growth, sporulation, morphology and Ochratoxin A production. *Toxins*, 1, 3-13.
- Nahak, G and R. K. sahu. (2014). Bioefficacy of leaf extracts of neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) on growth parameters, wilt and leaf spot diseases of Brinjal. *Research Journal of Medicinal Plant*, 8 (6), 269-276.
- Narayanan, S., N. Bora, A. Surolia & A.A. Karande. (2005). Ribosome inactivating proteins and apoptosis. *FEBS Letters*, 579, 1324–1331.
- Park, S. W., B. Prithiviraj, R. Vepachedu and J. M. Vivanco. (2006). Methods in Molecular Biology: isolation and purification of Ribosome-Inactivating Proteins in *Plant Cell Culture Protocols* (Loyola-Vargas, V.M and Vazquez-Flota F.Eds.) 318:335-347. Humana Press. New Jersey.
- Rahayuningtias, S. dan W. S. Harijani. (2017). Kemampuan pestisida nabati (mimba, gadung, laos dan serai), terhadap hama tanaman kubis (*Brassica Oleracea* L.). *Agritop*, 15(1), 207-211.
- Riyanto. (2009). Potensi lengkuas (*Languas galangal* L.), beluntas (*Pluchea indica* L.), dan sirsak (*Annona muricata* L.) sebagai insektisida nabati kumbang kacang hijau *Callosobruchus chinensis* L. (Coleoptera: Bruchidae). *Sainmatika*, 6(2), 58-66.
- Rukmi, I. (2019). Kenakeragaman *Aspergillus* pada berbagai simplisia jamur tradisional. *Jurnal Sains & Matematika*, 17(2), 82-89.
- Rumape, O. (2013). Isolasi dan identifikasi senyawa antifeedant dari daun jarak kepyar (*Ricinus communis* L.) terhadap kumbang *Epilachna varivestis* Mulsant. [Disertasi]. Universitas Negeri Gorontalo.
- Saxena, R. C. (2015). Mimba untuk Pengendalian Hama dan Konservasi Lingkungan yang Berkelanjutan [Terjemahan]. *ECHO Asa Notes* 24: 27p.
- Sharma, N, S. W. Park, R. Vepachedu, L. Barbieri, M. Ciani, F. Stirpe, B. J. Savary and J. M. Vivanco. (2004). Isolation and characterization of an RIP (ribosome inactivating protein)-like protein from tobacco with dual enzymatic activity. *Plant Physiology*, 134, 171–181.
- Starngalin, J. R., O. J. Kuhn, L. Assi and K. R. F. Schwan-Estrada. (2011). *Control of plant diseases using extracts from medicinal plants and fungi*. In *Science Against Microbial Pathogens: Communicating Current Research*

- and Technological Advances. A. Mendez-Vilas (Ed.). Formatex.
- Stirpe, F. and R. G. Oriol. (2015). rRbosome-inactivating proteins: an overview. *Plant Toxins, Toxinology*, 27 p.
- Sumartini dan E. Yusnawan. (2005). Pengaruh jenis dan konsentrasi bahan nabati terhadap perkembangan *Aspergillus flavus* pada medium PDA dan biji kacang tanah. *Majalah Ilmiah Biologi BIOSFERA*, 22(1), 25-29.
- Vivanco, J.M., B.J. Savary dan H.E. Flores. (1999). Characterization of two novel type I ribosome-inactivating proteins from the storage roots of the Andean Crop *Mirabilis expansa*. *Plant Physiology*, 119, 1447–1456.
- Wang P. dan N. E. Tumer. (1999). Pokeweed antiviral protein cleaves double-stranded supercoiled DNA using the same active site required to depurinate rRNA. *Nucleic Acids Research*, 27(8), 1900-1905
- Wiratno, Siswanto, Luluk dan S. Suriati. (2016). Efektivitas jenis tanaman obat dan aromatik sebagai insektisida nabati untuk mengendalikan *Diconocoris hewtti* Dst (Hemiptera: Tingidae). *Bul. Litro.*, 22(2), 198-204.
- Yadav S., A. David, F. Baluska, S.C. Bhatla. (2013). Rapid auxin-induced nitric oxide accumulation and subsequent tyrosine nitration of proteins during adventitious root formation in sunflower hypocotyls. *Plant Signaling & Behaviour*, 8(3) e23196.