

POTENSI FORMULA MINYAK CENGKEH SERAI WANGI UNTUK MENGENDALIKAN ULAT GRAYAK (*Spodoptera litura*) PADA TANAMAN CABAI (*Capsicum frutescens* L.)

Tri Lestari Mardiningsih^{*1}, Indah Nur Fitri^{*2}, Maryanti Setyaningsih^{*3}, dan Hilman Faruq^{*3}

¹Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat

²Alumnus FKIP Universitas Muhammadiyah Prof. Dr Hamka

³FKIP Universitas Muhammadiyah Prof. Dr Hamka

E-mail: tri_mardiningsih@yahoo.com

Minyak cengkeh dan serai wangi diketahui mempunyai aktivitas sebagai insektisida nabati. Pencampuran dua jenis minyak atsiri diharapkan dapat meningkatkan aktivitas insektisidanya. Penelitian bertujuan untuk menguji pengaruh formula minyak cengkeh + serai wangi terhadap mortalitas ulat grayak (*Spodoptera litura*) dan kerusakan tanaman inangnya (cabai). Penelitian dilakukan di rumah kaca Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Bogor, yang disusun dalam rancangan acak kelompok, terdiri atas lima perlakuan konsentrasi formula minyak cengkeh + serai wangi (2,5; 5; 7,5; 10 ml, kontrol), dan diulang sebanyak lima kali. Parameter yang diamati adalah mortalitas larva dan intensitas kerusakan tanaman cabai. Formula minyak cengkeh + serai wangi 10 ml/l menyebabkan mortalitas larva *S. litura* tertinggi, yaitu 86% dan persentase rata-rata intensitas kerusakan tanaman cabai terendah (18%) selama 7 hari pengamatan.

Kata kunci: *Spodoptera litura*, minyak atsiri, mortalitas, kerusakan tanaman

PENDAHULUAN

Ulat grayak (*Spodoptera litura*) merupakan salah satu hama daun yang penting karena sering menyerang berbagai jenis tanaman, seperti cabai, tembakau, kapas, kedelai, bit, kubis, dan tanaman lainnya (Wikipedia, 2018). Ulat grayak disebut juga ulat tentara karena ulat tersebut aktif makan tanaman pada malam hari sehingga dalam waktu semalam dapat menghabiskan seluruh pertanaman (Wikipedia, 2016). Gejala yang tampak adalah daun berlubang-lubang atau terpotong-potong hingga daun tinggal tulang-tulangnya. Hama ini tergolong polifag (hama yang mempunyai banyak jenis tanaman inang), hampir setiap jenis tanaman diserang habis-habisan (Kalshoven, 1981). Tingkat kerusakan akibat

serangan ulat ini cukup tinggi. Di India bagian selatan, ulat tersebut dapat menyebabkan kehilangan hasil pada tanaman kacang tanah sebesar 71% (Amin, 1983).

Upaya yang paling sering dilakukan petani ialah pemberantasan dengan menggunakan pestisida kimia. Penggunaan pestisida kimia masih merupakan pilihan utama dan penggunaannya masih belum sesuai dengan yang diharapkan, bahkan terjadi perubahan ekologis yang tidak menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman bahkan sebaliknya menguntungkan bagi OPT (organisme pengganggu tanaman).

Beberapa jenis tanaman yang mengandung minyak atsiri diketahui dapat memberi efek pengendalian terhadap serangga sehingga tanaman tersebut dapat digunakan sebagai alternatif pestisida alami. Salah satu minyak atsiri yang digunakan sebagai pestisida nabati, yaitu serai wangi. Minyak serai wangi yang diaplikasikan pada tanaman cabai mengurangi peletakan dan penetasan telur *Helicoverpa armigera* di laboratorium. Selain itu juga dapat menurunkan tingkat kerusakan buah dan meningkatkan kualitas buah di lapang (Setiawati *et al.*, 2011). Selain minyak serai wangi, minyak cengkeh juga bersifat insektisidal, memiliki efek racun terhadap serangga (Astuthi *et al.*, 2012).

Formula cengkeh + serai wangi meningkatkan penghambatan peneluran dan mortalitas *Helopeltis antonii* di rumah kaca (Mardiningsih dan Ma'mun, 2017). Pengujian formula ini belum dilakukan terhadap serangga ordo Lepidoptera. Oleh karena itu, dilakukan penelitian yang bertujuan untuk menguji pengaruh formula minyak cengkeh + serai wangi terhadap mortalitas *S. litura* dan kerusakan tanaman inangnya, yaitu cabai.

PENGUJIAN

Bahan aktif yang digunakan dalam formulasi ini adalah minyak serai wangi

yang berasal dari Kebun Percobaan Manoko, Lembang, Bandung dan minyak cengkeh yang berasal dari Leuwiliang, Bogor. Kedua jenis minyak dicampur dengan perbandingan 1:1 kemudian ditambah dengan bahan penyusun dan dicampur dengan pengaduk sehingga menjadi formula minyak atsiri cengkeh + serai wangi (SCW).

Kegiatan ini dilaksanakan di rumah kaca Hama Balitro, Bogor dari Maret sampai Juli 2017. Penelitian disusun dalam rancangan acak kelompok (RAK) yang terdiri atas lima perlakuan konsentrasi dan lima ulangan (tiap ulangan terdiri atas 1 tanaman cabai). Sebagai perlakuan konsentrasi SCW adalah 0 (kontrol), 2,5; 5; 7,5, dan 10 ml/l. Semua tanaman tersebut dihitung daunnya dibuat jumlahnya yang terkecil, yaitu 92 daun. Tanaman yang berisi larva *S. litura* instar 3 disemprot dengan masing-masing perlakuan tersebut. Parameter yang diamati ialah mortalitas larva *S. litura* dan intensitas kerusakan tanaman cabai. Mortalitas larva dihitung dengan menggunakan rumus:

$$P_0 = \frac{r}{n} \times 100\%$$

Keterangan :

P₀ = Mortalitas larva

r = jumlah larva yang mati

n = jumlah larva seluruhnya

Tingkat kerusakan tanaman dihitung dengan rumus:

$$I = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Keterangan :

I = Tingkat kerusakan

n = jumlah daun yang rusak

N = Jumlah daun seluruhnya

Pengamatan dilakukan setiap hari selama tujuh hari berturut-turut setelah aplikasi. Data dianalisa dengan menggunakan ANOVA dan dilanjutkan dengan Duncan's Multiple Range Test (DMRT) pada taraf 5%.

Mortalitas larva *S. litura*

Mortalitas larva *S. litura* sudah mulai terlihat 1 hari setelah perlakuan mulai konsentrasi 2,5 sampai 10 ml/l. Mortalitas larva meningkat dengan meningkatnya konsentrasi dan bertambahnya waktu pengamatan. Sampai dengan 7 hari setelah perlakuan, mortalitas tertinggi terjadi pada perlakuan CSW 10 ml/l, yaitu sebesar 86% dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya (Tabel 1).

Tabel 1. Mortalitas larva *S. litura* pada metode semprot larva dan tanaman

Perlakuan	Konsentrasi (ml/l)	Mortalitas larva <i>S. litura</i> (%) pada hari ke ... setelah perlakuan						
		1	2	3	4	5	6	7
Kontrol		0 e	0 e	0 d	0 d	0 d	0 e	0 e
CSW	2,5	8 d	14 d	16 c	20 c	20 c	22 d	22 d
CSW	5	16 c	24 c	26 c	30 c	30 c	34 c	36 c
CSW	7,5	30,0 b	42 b	44 b	54 b	54 b	60 b	60 b
CSW	10	44 a	72 a	76 a	82 a	84 a	86 a	86 a
CV/KK		15,93	12,91	15,95	16,18	16,17	14,05	13,36

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menurut kolom tidak berbeda nyata pada taraf DMRT 5%

Intensitas kerusakan tanaman

Intensitas kerusakan tanaman lebih rendah dengan semakin tingginya konsentrasi CSW. Intensitas kerusakan tanaman meningkat dengan bertambahnya waktu pengamatan. Pada akhir penelitian (7 hari setelah perlakuan), intensitas kerusakan tanaman terendah terjadi pada perlakuan CSW 10 ml/l, yaitu sebesar 18,5% dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya (Tabel 2).

(Mardiningsih dan Ma'mun, 2017). Larva yang memakan daun yang sudah disemprot dengan insektisida nabati maka senyawa insektisidanya masuk ke dalam larva melalui mulut. Larva yang disemprot dengan insektisida nabati secara langsung (kontak) maka senyawa insektisidanya masuk ke dalam larva melalui pori-pori kulitnya. Diduga kandungan senyawa dan rasa panas dari formula minyak cengkeh serai wangi menyebabkan ulat mati dan menjadi hitam atau gosong. Selain itu, minyak

Tabel 2. Intensitas kerusakan tanaman oleh larva *S. litura* pada metode semprot larva dan tanaman

Perlakuan	Konsentrasi (ml/l)	Intensitas kerusakan tanaman oleh larva <i>S. litura</i> (%) pada hari ke ... setelah perlakuan						
		1	2	3	4	5	6	7
Kontrol		23,3 a	27,4 a	32,4 a	51,9 a	64,6 a	76,1 a	89,3 a
CSW	2,5	22,4 a	26,5 a	31,1 a	44,6 b	56,8 b	71,9 b	80,7 b
CSW	5	16,5 b	19,1 b	21,1 b	34,9 c	46,7 c	59,3 c	66,7 c
CSW	7,5	10,7 c	11,7 c	14,1 c	25,0 d	38,9 d	45,9 d	53,7 d
CSW	10	5,2 d	5,7 d	6,9 d	11,3 e	15,2 e	16,9 e	18,5 e
CV/KK		17,49	15,21	12,65	7,89	7,71	3,67	6,84

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menurut kolom tidak berbeda nyata pada taraf DMRT 5%

atsiri secara langsung menyebabkan toksisitas terhadap serangga (Khater, 2012).

Semakin tinggi konsentrasi formula minyak cengkeh serai wangi maka semakin besar kemampuan insektisida nabati membunuh larva *S. litura*. Hal ini kemungkinan disebabkan semakin banyak senyawa yang masuk ke dalam tubuh larva. Pada kontrol tidak ada kematian larva karena tidak diberi perlakuan, sedangkan pada perlakuan formula minyak cengkeh serai wangi konsentrasi 2,5; 5; 7,5; dan 10 ml menunjukkan semakin tinggi konsentrasi semakin tinggi kemampuan insektisida nabati tersebut membunuh larva *S. litura*. Hal itu dibuktikan juga dengan semakin pekatnya formula minyak serai wangi cengkeh pada konsentrasi tinggi, jumlah kematian larva lebih banyak pada konsentrasi 10 ml dibandingkan dengan konsentrasi 7,5; 5; dan 2,5 ml; dengan kematian larva mencapai 86%.

Senyawa yang terkandung dalam minyak serai wangi cengkeh diduga mampu mengurangi nafsu makan ulat yang terlihat dari kerusakan daun yang sangat sedikit di hari pertama, pada hari berikutnya kerusakan daun bertambah diduga karena ulat lapar sehingga terpaksa harus makan. Pengamatan pada hari ke-5, ke-6, dan ke-7, kematian larva semakin berkurang yang kemungkinan karena senyawa yang terkandung dalam formula minyak cengkeh serai wangi tersebut sudah mulai terurai akibat pemaparan sinar matahari sehingga tingkat kerusakan tanaman cabai mulai meningkat.

Hal ini sejalan dengan penelitian Atmadja (2010) bahwa insektisida nabati minyak cengkeh dan serai wangi masing-masing konsentrasi 10 ml/l efektif mengendalikan *S. litura* di lapang. Miresmaili & Isman (2006) menyatakan bahwa kelemahan dari pestisida berbasis minyak atsiri adalah mempunyai aktivitas residual yang pendek karena peka terhadap suhu dan degradasi sinar ultra violet. Karena sifatnya yang mudah menguap, pestisida minyak atsiri mempunyai ketahanan yang terbatas pada kondisi lapang (Koul *et al.*, 2008). Oleh karena itu, interval aplikasi minyak cengkeh serai wangi di lapangan dianjurkan 6-7 hari sekali. Petani juga dapat mengaplikasikannya beberapa hari sebelum panen karena aman terhadap lingkungan.

Berdasarkan penelitian Hasyim *et al.* (2010) penggunaan minyak serai wangi dapat menolak larva *Heliothis armigera*, menurunkan laju konsumsi

relatif, pertumbuhan relatif, dan menghambat aktivitas makan. Hasil penelitian ini menunjukkan residu minyak serai wangi yang terdapat dalam tanaman cabai hanya bertahan antara 1 sampai 4 hari setelah penyemprotan. Jadi, minyak serai wangi sebagai pestisida nabati mempunyai tingkat persistensi yang relatif rendah dan ramah lingkungan.

Insektisida formula minyak CSW mampu mengendalikan berbagai hama tanaman baik sebagai penolak makan, sebagai penghambat pertumbuhan, dan perkembangbiakan serangga, maupun sebagai repelan. Baehaki menyatakan bahwa toksisitas insektisida nabati dapat bertambah bila suatu senyawa lain ditambahkan (Mardiningsih *et al.*, 2011). Jadi campuran minyak serai wangi dan minyak cengkeh sebagai insektisida nabati membuat semakin kuatnya daya racun yang ditimbulkan sehingga mampu meningkatkan mortalitas *S. litura* 86% pada konsentrasi 10 ml dan menekan persentase kerusakan tanaman inangnya, yaitu cabai.

PENUTUP

Pemberian formula minyak atsiri cengkeh + serai wangi (CSW) mampu mengakibatkan mortalitas *S. litura* dan menekan persentase kerusakan tanaman cabai (*C. frutescens* L.). Formula minyak cengkeh + serai wangi (CSW) pada konsentrasi 10 ml/l menyebabkan mortalitas ulat grayak dan menekan intensitas kerusakan tanaman tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Sdr. Endang Sugandi atas bantuan teknisnya dalam melakukan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, P.W. 183. Major field insect pests of groundnut in India and associated crop losses. In: R.B.H. Krishnamurthy, K.S.R.K. Murthy (Eds.), Proceedings of the National Seminar on Crop Losses due to Insect Pests. Hyderabad, Andhra Pradesh, India, 7–9 January, 1983, pp. 337–344. April 2018].
- Astuthi, M., K. Sumiartha, I.W. Susila, G.N. Wirya, dan I.P. Sudiarta. 2012. Efikasi minyak atsiri tanaman cengkeh, pala, dan jahe terhadap mortalitas ulat bulu Gempinis dari famili Lymantriidae. *Jurnal Agric. Sci. and Biotechnol.* 1(1): 12-23.
- Atmadja, W.R. 2010. Pemanfaatan insektisida nabati nilam, cengkeh, dan seraiwangi untuk mengendalikan ulat grayak *S. litura*. *Prosiding Seminar Nasional VI Peranan Entomologi dalam Mendukung Pengembangan Pertanian Ramah Lingkungan dan Kesehatan Masyarakat*. Bogor. Hlm. 191-200.
- Balfas, R. dan T.L. Mardiningsih. 2016. Pengaruh minyak atsiri terhadap mortalitas dan penghambatan peneluran *Crociodolomia pavonana* F. *Bul. Littro.* 27(1): 85–92.
- Hasyim, A., W. Setiawati, R. Murtiningsih, dan E. Sofiari. 2010. Efikasi dan persistensi minyak serai sebagai biopestisida terhadap *Heliothis armigera* Hubn. *Jurnal Hort.* 20 (4): 377-386.
- Kalshoven, L.G.E. 1981. Pests of Crops in Indonesia. PT Ichtar Baru Van-Hoeve. Jakarta. 701 p.
- Khater, H.F. 2012. Prospects of botanical biopesticides in insect pest management. *Pharmacologia.* 3 (12): 641-656.
- Koul, O., S. Walia, G.S. Dhaliwal. 2008. Essential oils as green pesticides: Potential and constrains. *Biopesticides. Jurnal Biopesticides International.* 4(1): 63-84.
- Mardiningsih, T. L., N. C. Salam, dan C. Sukmana. 2011. Pengaruh beberapa jenis insektisida nabati terhadap mortalitas *Spodoptera litura*. Seminar Nasional Pestisida Nabati IV. Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik. Hlm. 51-60.
- Mardiningsih, T.L. and Ma'mun. 2017. The effect of essential oil formulas on mortality and oviposition deterrent of *Helopeltis antonii*. *Bul. Littro.* 28 (2): 171-180.
- Miresmaili, S. and M.B. Isman. 2006. Efficacy and persistence of rosemary oil as an acaricide against twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) on greenhouse tomato. *J. Econ. Entomol.* 99:2015-2023.
- Novizan. 2002. *Membuat dan memanfaatkan pestisida ramah lingkungan*. Jakarta: AgroMedia Pustaka.
- Setiawati W., R. Murtiningsih and A. Hasyim. 2011. Laboratory and field evaluation oils from *Cymbopogon nardus* as oviposition deterrent and ovicidal activities against *Helicoverpa armigera* Hubner on chili pepper. *Jurnal Hort.* 12(1): 9-16.
- Wikipedia. 2016. *Spodoptera*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Spodoptera>. [25 April 2018].
- Wikipedia. 2018. *Spodoptera litura*. April 2018].

AKAR TUBA (*Derris elliptica*) SEBAGAI INSEKTISIDA NABATI

Paramita Maris

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat

E-mail = paramitamaris@yahoo.com

Tanaman tuba (*Derris elliptica*) merupakan salah satu tanaman yang sudah lama dikenal dapat digunakan sebagai pestisida nabati. Pestisida nabati adalah pestisida yang bahan dasarnya berasal dari tanaman seperti tuba yang memiliki beberapa kandungan senyawa metabolit sekunder yang dapat berfungsi sebagai racun. Salah satu di antara senyawa tersebut adalah rotenon. Rotenon biasanya banyak terdapat di bagian akar tuba meskipun juga terdapat di bagian-bagian lain tanaman. Rotenon yang tergolong sebagai senyawa isoflavonoid ini merupakan bahan racun yang berspektrum luas sehingga dapat mengendalikan berbagai macam serangga hama, moluska, dan bahkan ikan. Dari berbagai penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa rotenon efektif dalam mengendalikan serangga hama. Ini menunjukkan bahwa akar tuba sebagai insektisida nabati layak untuk menjadi pilihan petani.

Kata kunci: Akar tuba, rotenon, insektisida nabati

PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara yang memiliki keanekaragaman hayati nomor dua di dunia setelah Brazil. Keanekaragaman hayati ini merupakan gudang dari banyaknya senyawa bahan aktif, termasuk di antaranya adalah senyawa metabolit sekunder (Kardinan, 2011). Senyawa metabolit sekunder dihasilkan pada tingkat pertumbuhan atau kondisi tertentu. Kelompok senyawa ini biasanya diproduksi terbatas oleh tanaman dan untuk tujuan yang spesifik. Adanya kemampuan tanaman untuk berfotosintesis menyebabkan produk metabolit sekunder yang dihasilkan tanaman berbeda dengan metabolit sekunder yang dihasilkan oleh organisme lainnya (Dalimunthe dan Rachmawan, 2017).

Senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan tanaman biasanya tidak memiliki fungsi yang jelas terhadap proses fisiologi maupun biokimia pada tanaman itu sendiri (Kardinan, 2011). Namun senyawa metabolit sekunder tersebut biasanya memiliki peran

penting dalam pemuliaan tanaman, ketahanan tanaman, polinasi, dan interaksi tanaman dengan lingkungannya (Anulika *et al.*, 2016).

Senyawa metabolit sekunder dapat ditemukan di daun, batang atau akar tanaman tergantung tipe senyawanya (Anulika *et al.*, 2016). Sebagian besar dari senyawa metabolit sekunder ini memiliki efek yang manjur untuk pengendalian hama tanaman, memiliki sifat toksisitas mamalia yang rendah, dan memiliki sifat biodegradasi. Karena itulah, senyawa metabolit sekunder dapat menjadi salah satu senyawa yang aman digunakan dalam pengelolaan hama dan penyakit tanaman sekaligus menjadi alternatif yang efektif bagi pengendalian yang menggunakan pestisida sintetik (Laxmishree and Nandita, 2017).



(Lokasi: Balitro)



(Lokasi: Balitro)

Gambar 1. Penampilan tanaman tuba (*Derris elliptica*)

Makin dibatasinya penggunaan pestisida kimia oleh pemerintah membuat peran pestisida nabati semakin besar. Pemanfaatan agensi pengendali hayati dan biopestisida (termasuk di dalamnya pestisida nabati) merupakan salah satu program dari Pengelolaan Hama Terpadu (PHT) yang saat ini sedang digalakkan pemerintah. Peluang penggunaan pestisida nabati menjadi semakin meningkat karena selain dapat meningkatkan kualitas produk pertanian, pestisida nabati juga ramah lingkungan.

Beberapa tanaman yang tumbuh di Indonesia saat ini telah dimanfaatkan sebagai pestisida nabati, antara lain : piretrum (*Chrysanthemum cinerariaefolium*), jeringo (*Acorus calamus*), tembakau (*Nicotiana tabacum*), mimba (*Azadirachta indica*), cengkeh (*Syzygium aromaticum*), serai wangi (*Andropogon nardus*), akar tuba (*Derris elliptica*), jarak pagar (*Jatropha*

curcas), kunyit (*Curcuma longa*), dan mahkota dewa (*Phaleria macrocarpa*) (Wiratno *et al.*, 2013).

MORFOLOGI TANAMAN

Tuba adalah salah satu tanaman yang sering digunakan sebagai bahan untuk pestisida nabati. Tuba merupakan tanaman perdu memanjat dengan tinggi yang dapat mencapai 10 meter. Batangnya berkayu dan merambat dengan ranting tua berwarna kecokelatan dengan lentisel serupa dengan jerawat (Gambar 1). Nama lainnya adalah jenu, jelun, tungkul, tobha, jheno, mombul dan lain-lain. Buah polong berbentuk oval dan bersayap di sepanjang tepi bawahnya. Biji bulat, berakar tunggang, serta dapat diperbanyak dengan stek batang (Kardinan dan Karmawati, 2011).

Tanaman tuba dapat tumbuh baik di semak-semak, hutan atau di pinggir sungai. Tuba liar tumbuh mulai dari India bagian timur sampai Papua Nugini. Di Indonesia tuba tumbuh di dataran rendah dan tinggi sampai dengan 1500 m dpl. Tumbuhnya berpencair-pencar di tempat yang tidak begitu kering (Kardinan dan Karmawati, 2011). Di Gorontalo, akar tuba merupakan salah satu dari beberapa tanaman yang sering digunakan sebagai pestisida nabati untuk melindungi tanaman gandum dari serangan OPT (Organisme Pengganggu Tanaman) (Musa *et al.*, 2016).

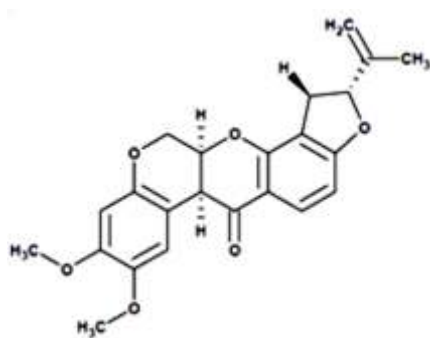
Tanaman tuba paling banyak dibudidayakan untuk diambil akarnya (Gambar 2) sebagai sumber rotenon. Rotenon adalah bahan aktif yang berfungsi sebagai racun (Gambar 3). Akar tuba kering biasanya mengandung sekitar 5% rotenon (Ling, 2003). Kandungan rotenon pada bagian akar

tuba biasanya selalu lebih banyak daripada yang ada di batang, meskipun kondisi lingkungan tempat tanaman tuba ditanam juga menentukan tinggi rendahnya kandungan rotenon (Zubairi *et al.*, 2014).



(Sumber : Othman *et al.*, [2015])

Gambar 2. Akar tanaman tuba (*D. elliptica*)



(Sumber : Ling [2003])

Gambar 3. Struktur Rotenon ($C_{23}H_{22}O_6$) pada tanaman tuba

Rotenon banyak terdapat di tanaman legum, seperti *Lonchocarpus utilis*, *L. urucu*, *Tephrosia spp.*, *Dalbergia paniculata*, dan tanaman tuba (Ling, 2003). Tanaman tuba, seperti *D. elliptica*, *D. longicarpa*, dan *D. mallasensis*, biasanya digunakan untuk sumber penghasil rotenon apabila akan dikomersialisasikan (Soffers *et al.*, 2008). Selain rotenon, kandungan lain yang terdapat dalam tanaman akar tuba adalah deguelin, ellipton, dan toxicarol (Kardinan dan Karmawati, 2011). Semua senyawa tersebut termasuk ke dalam famili senyawa kimia yang sama dengan rotenon. Ellipton juga merupakan insektisida aktif, namun memiliki toksisitas, kadar *antifeedant*, kadar penghambat pertumbuhan dan perkembangan, dan pencegahan oviposisi yang berbeda dengan rotenon. Ellipton menunjukkan toksisitas yang kuat terhadap larva *Plutella xylostella* dan *P. vittata* dewasa, namun menunjukkan toksisitas yang lebih rendah terhadap aphids dan larva *P. rapae* apabila dibandingkan dengan

rotenon (Liu *et al.*, 2006). Rotenon aktif untuk pengendalian moluska. Semakin tinggi konsentrasi rotenon yang digunakan maka tingkat kematian *Achatina fulica* juga semakin tinggi (Firdaus, 2010). Selain moluska, rotenon juga aktif untuk ikan, mencit, tungau, dan serangga (Kardinan dan Karmawati, 2011).

Rotenon sudah digunakan selama berabad-abad di Asia Tenggara dan Amerika Selatan untuk memanen ikan dengan cepat yang nantinya ikan tersebut akan dikonsumsi oleh manusia. Ikan diketahui sensitif terhadap rotenon, menyerap racunnya dengan cepat dan mati dalam jangka waktu beberapa jam saja, bahkan dengan konsentrasi di bawah 1 ppm. Manusia diketahui insensitif terhadap rotenon sehingga hal ini membuat margin antara tingkat konsentrasi yang dibutuhkan untuk membunuh ikan dan konsentrasi yang dapat berpotensi berbahaya bagi makhluk hidup lain termasuk manusia, sangat besar (Ling, 2003).

Ikan lebih sensitif terhadap rotenon karena lipofilik rotenon lebih mudah diambil melalui insang atau trakea, daripada melalui kulit. Rotenon juga lebih tahan lama di dalam air selama 6 bulan daripada di bawah sinar matahari. Sofiyana *et al.* (2014) melakukan penelitian yang menggunakan ikan patin sebagai obyek perlakuan ekstrak akar tuba. Penelitian ini menghasilkan konsentrasi ambang atas dan bawah ekstrak akar tuba terhadap ikan patin, berturut-turut sebesar 1.9 mg/L dan 1.1 mg/L dengan nilai LC50-96 jam ekstrak akar tuba terhadap benih ikan patin adalah 1.6 mg/L. Insang ikan patin mengalami hiperplasia, hemoragi, edema, dan nekrosis. Hati ikan juga mengalami pembengkakan. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak akar tuba memiliki daya racun kuat bagi ikan.

Penelitian yang dilakukan oleh Zubairi *et al.* (2015) juga menunjukkan bahwa meskipun sebagian besar senyawa metabolit sekunder tahan terhadap panas, namun rotenon merupakan salah satu dari sedikit senyawa metabolit yang sensitif terhadap suhu. Suhu di atas 40°C (terekposnya rotenon oleh cahaya, udara, dan panas) akan mengakibatkan hilangnya daya racun rotenon sehingga rotenon akan menjadi senyawa non-toksik.

Berbagai hasil penelitian yang sudah dilakukan menunjukkan bahwa akar tuba juga berfungsi efektif sebagai insektisida. Hama-hama yang prospektif untuk dikendalikan antara lain :

Crocidolomia pavonana, *P. xylostella*, *Chrysomya bezzianan*, *Spodoptera litura*, *Trichoplusia ni*, *Coccus viridis*, *Nezara viridula*, *Thrips tabaci*, *Ceracitis capitata*, dan *Idiocerus sp.* (Kardinan dan Karmawati, 2011).

AKAR TUBA SEBAGAI INSEKTISIDANABATI

Serangga merupakan hewan yang paling banyak terdapat di bumi dan bisa ditemukan di semua habitat. Sebagian kecil di antaranya (kurang dari 0.5%) adalah serangga hama yang meskipun jumlahnya sangat sedikit, namun bertanggungjawab terhadap seperlima kerusakan dari total produksi pertanian dunia per tahunnya. Kerugian yang sebesar ini tentunya menjadi beban yang berat untuk dunia pertanian. Insektisida nabati yang merupakan salah satu jawaban bagi permasalahan tersebut memiliki beberapa cara untuk mempengaruhi serangga hama tergantung pada karakter fisiologi, baik serangga hamanya maupun tanaman yang digunakan sebagai insektisida. Cara-cara tersebut antara lain sebagai *repellent*, *antifeedant*, senyawa toksik, penghambat pertumbuhan, dan atraktan (Hikal *et al.*, 2017).

Saat ini terdapat 4 tipe produk nabati yang paling banyak digunakan untuk pengendalian hama tanaman, antara lain piretrum, rotenon, mimba dan minyak atsiri. Rotenon tergolong pestisida nabati yang memiliki spektrum yang luas. Secara kimia, rotenon adalah senyawa isoflavonoid yang dapat diekstrak dari akar atau batang tanaman legum (Laxmishree and Nandita, 2017). Hal ini sesuai dengan pengujian yang dilakukan Musa *et al.* (2016) yang melakukan uji fitokimia pada ekstrak murni akar tuba. Pengujian tersebut menunjukkan bahwa ekstrak akar tuba mengandung senyawa flavonoid.

Rotenon tergolong sebagai racun perut, agar penggunaannya efektif maka rotenon harus diinjeksikan (Isman, 2006). Rotenon merupakan racun metabolik yang mempengaruhi respirasi sel, penyerapan oksigen akan diblok dan produksi energi akan berkurang secara signifikan (Ling, 2003). Hal ini karena rotenon menghalangi konversi dari nutrisi menjadi energi di tingkat sel (respirasi seluler). Setelah terekspose rotenon, serangga biasanya akan berhenti makan dan akan mati dalam jangka waktu yang bervariasi, mulai dari beberapa jam sampai beberapa hari setelah terekspose (Liu *et al.*, 2006).

Dalam penelitian oleh Utomo *et al.* (2017) terlihat bahwa insektisida akar tuba berpengaruh nyata terhadap mortalitas larva *P. xylostella*, pada penelitian tersebut metode celup pakan (daun kubis) lebih efektif dibandingkan dengan metode tetes langsung ke serangga hamanya. Metode celup pakan juga membuat persentase larva dan pupa untuk menjadi imago menjadi lebih kecil daripada persentase yang dihasilkan dari metode tetes. Hal ini juga dibuktikan dalam penelitian uji laboratorium yang dilakukan Frasawi *et al.* (2016) yang menyatakan bahwa insektisida akar tuba efektif mengendalikan ulat jantung kubis (*Crocidolomia pavonana*) dengan metode pengujian celup pakan. Mortalitas *C. pavonana* yang diuji akan semakin meningkat seiring dengan semakin meningkatnya konsentrasi insektisida akar tuba yang digunakan.

Akar tuba juga cukup efektif digunakan untuk membatasi populasi serangga hama. Pengujian yang dilakukan Pangnakhorn dan Chuenchooklin (2015) pada pomelo (*Citrus maxima*) membuktikan bahwa *D. elliptica* cukup efektif dalam mengurangi populasi *Scirtothrips dorsalis* dan *Phyllocnistis citrella*.

Uji insektisida akar tuba juga dilakukan terhadap larva nyamuk demam berdarah *Aedes aegypti*, mortalitas larva nyamuk mulai terlihat signifikan pada konsentrasi 50 ppm. Hal ini, membuktikan bahwa insektisida akar tuba efektif untuk membunuh larva *A. aegypti* (Komansilan *et al.*, 2017)

Menurut Ling (2003), rotenon sudah terdaftar di beberapa negara sebagai insektisida seperti di New Zealand dan Amerika Serikat. Di New Zealand, rotenon terdaftar sebagai insektisida untuk tanaman hias dan tanaman yang akan diambil hasilnya. Sedangkan di Amerika Serikat, rotenon terdaftar sebagai insektisida dengan beberapa kegunaan, antara lain : tanaman konsumsi (dengan beberapa ketentuan untuk aplikasinya), tanaman nonkonsumsi, tanaman pangan di rumah kaca, tanaman non-pangan di rumah kaca, hewan peliharaan, ternak, rumah tangga, dan komersial serta keperluan industri.

Rotenon biasanya diperdagangkan dalam bentuk *dust*. Di California, sekitar 200 kg rotenon digunakan tiap tahunnya, sebagian besar digunakan pada tanaman selada dan tomat. Meskipun sudah banyak insektisida nabati yang beredar di masyarakat, masih ada beberapa kendala untuk mengkomersialisasikan insektisida nabati. Kendala-kendala

tersebut antara lain: ketersediaan sumber insektisida nabati, standarisasi ekstrak yang digunakan, dan persetujuan dari regulator. Untuk dapat memproduksi insektisida nabati dalam skala komersial, sumber bahan nabati harus dapat dibudidayakan sehingga ketersediaan insektisida juga stabil dan dapat diandalkan oleh petani. Standarisasi ekstrak yang digunakan juga harus ditetapkan dalam level tertentu agar juga dapat menjadi acuan oleh pengguna. Biasanya standarisasi ini sudah ada dalam produksi beberapa insektisida nabati yang sudah banyak digunakan seperti pirethrum, mimba, dan rotenon. Hal terakhir yang penting bagi komersialisasi insektisida nabati yang baru adalah persetujuan dari regulator. Dalam banyak kasus, tidak ada perbedaan dalam pengujian antara pestisida sintetik dan biopestisida (termasuk insektisida nabati) meskipun jelas bahwa insektisida nabati memiliki toksisitas lebih rendah terhadap mamalia, efek samping yang lebih rendah terhadap organisme non-target, dan lebih ramah terhadap lingkungan (Isman, 2006).

PENUTUP

Tanaman tuba adalah salah satu tanaman yang dapat digunakan sebagai insektisida nabati. Tanaman ini banyak diambil akarnya sebagai sumber rotenon yang berfungsi sebagai racun. Rotenon aktif digunakan untuk pengendalian berbagai macam OPT (Organisme Pengganggu Tanaman) seperti moluska, mencit, tungau, dan serangga hama lainnya. Rotenon juga telah lama digunakan untuk memanen ikan dengan cepat karena ikan diketahui sensitif terhadap rotenon. Rotenon merupakan salah satu senyawa metabolit sekunder yang sensitif terhadap suhu dan cahaya matahari sehingga lebih tahan lama di dalam air.

Berbagai hasil penelitian yang telah dilakukan memperlihatkan bahwa insektisida yang dibuat dari akar tuba efektif untuk mengendalikan serangga hama. Setelah terekspos rotenon biasanya serangga akan berhenti makan dan mati dalam jangka waktu yang bervariasi. Di beberapa negara, rotenon sudah terdaftar sebagai produk insektisida. Ini menunjukkan bahwa akar tuba cukup prospektif untuk digunakan sebagai insektisida nabati meskipun masih memerlukan tahapan lebih lanjut untuk penggunaan secara komersial.

DAFTAR PUSTAKA

- Anulika N. P., E. O. Ignatius, E. S. Raymond, O-I Osasere and A. H. Abiola. 2016. The chemistry of natural product : plant secondary metabolites. *International Journal of Technology Enhancement and Emerging Engineering Research Vol 4 Issue 8 : 1-8.*
- Dalimunthe, C. dan A. Rachmawan. 2017. Prospek pemanfaatan metabolit sekunder tumbuhan sebagai pestisida nabati untuk pengendalian patogen pada tanaman karet. *Warta Perkaratan 36(1) : 15-28.*
- Firdaus K., 2010. Efektivitas penggunaan pestisida nabati ekstrak akar tuba (*Derris elliptica* (roxb.) benth.) untuk mengendalikan hama bekicot pada tanaman vanili. *Karya Ilmiah untuk Diploma. Politeknik Pertanian Negeri Samarinda. Samarinda.*
- Frasawi O., M. Tulung, dan B. N. Pinaria. 2016. Efektivitas ekstrak akar tuba terhadap hama ulat krop *Crocidolomia pavonana* pada tanaman kubis di Kota Tomohon. *Jurnal LPPM Bidang Sains dan Teknologi 3 (2) : 43-53.*
- Hikal W. M., R. S. Baeshen and H. A. H. Said-Al Ahl. 2017. Botanical insecticide as simple extractives for pest control. *Cogent Biology (3) : 1404274.*
- Isman, M. B. 2006. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annu. Rev. Entomol. 51 : 45-66.*
- Kardinan, A. 2011. Penggunaan pestisida nabati sebagai kearifan lokal dalam pengendalian hama tanaman menuju sistem pertanian organik. *Pengembangan Inovasi Pertanian 4 (4) : 262-278.*
- Kardinan, A. dan E. Karmawati. 2011. *Pestisida Nabati (Botanical Pesticide)*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta.
- Komansilan A., N. W. Suriani and H. Lawalata. 2017. Test toxic tuba root extract as a natural insecticide on larvae of *Aedes aegypti* mosquito vector of dengue fever. *International Journal of ChemTech Research 10 (4) : 522-528.*
- Laxmishree, C. and S. Nandita. 2017. Botanical pesticides - a major alternative to chemical pesticides : A Review. *Int. J. of Life Sciences Vol. 5 (4) : 722-729.*
- Ling, N. 2003. *Rotenone - A Review of Its Toxicity and Use for Fisheries Management (Science for Conservation 211)*. New Zealand Department of Conservation. Wellington.
- Liu T. X., H. H. Xu and W. C. Luo. 2006. Opportunities and potentials of botanical extract and products for management of insect pest in cruciferous vegetables. In Rai, M. and M. C. Carpinella (eds). *Advances in Phytomedicine Volume 3 : Naturally Occuring Bioactive Compounds*. Elsevier.

- Musa, W., J. Ahmad, and C. J. Lamangantjo. 2016. Bioactive compounds in tombili seeds and tubile roots as the alternative for synthetic pesticide to protect wheats from insects and pests. *International Journal of ChemTech Research Vol. 9 (4)* : 604-615.
- Othman, Z. S., N. H. Hassan, M. R. Yusop and S. I. Zubairi. 2015. Development of a new binary solvent system using ionic liquids as additives to improve rotenone extraction yield from Malaysia *Derris* sp. *Journal of Chemistry 2015* : 468917.
- Pangnakorn, U. and S. Chuenhooklin. 2015. Effectiveness of biopesticide against insect pest and its quality of pomelo (*Citrus Maxima* Merr.). *International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering* 9 (3) : 285 - 288.
- Soffers, A. E. M. F., Wiratno, A. J. Murk, and I. M. C. M. Rietjens. 2008. Consumer safety evaluation of application of botanical pesticides in black pepper crop protection. In Wiratno. *Effectiveness and Safety of Botanical Pesticides Applied in Black Pepper (Piper nigrum) Plantations*. Phd Thesis. Wageningen University. Wageningen.
- Sofiyana E., Rachimi, dan E. I. Raharjo. 2014. Uji toksisitas ekstrak akar tuba (*Derris elliptica* Benth) terhadap kelangsungan hidup benih ikan patin (*Pangasius pangasius*). *Jurnal Ruaya 1 (1)* : 9-14.
- Utomo, I. S., M. Hoesain, dan M. W. Jadmiko. 2017. Uji efektivitas ekstrak akar tuba (*Derris elliptica* B.) dan umbi gadung (*Dioscorea hispida* D.) terhadap mortalitas dan perkembangan hama *Plutella xylostella* L. di Laboratorium. *Gontor AGROTECH Science Journal 3 (1)* : 89-109.
- Wiratno, Siswanto, dan I. M. Trisawa. 2013. Perkembangan penelitian, formulasi, dan pemanfaatan pestisida nabati. *J. Litbang Pert. 32 (4)* : 150-155.
- Zubairi, S. I., M. R. Sarmidi, and R. A. Aziz. 2014. A study of rotenone from *Derris* roots of varies location, plant parts and types of solvent used. *Advances in Environmental Biology* 8(2) : 445-449.
- _____, M. R. Sarmidi, and R. A. Aziz. 2015. A thermal degradation (thermolysis) study of rotenone extracted from *Derris elliptica* roots using reverse-phase high performance liquid chromatography (RP-HPLC). *Sains Malaysiana* 44 (1) : 121-126.

KEMALAKIAN (*Croton tiglium* L.): TANAMAN MULTIGUNA YANG POTENSIAL SEBAGAI PESTISIDA NABATI

Marlina Puspita Sari

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat
E-mail : marlinapuspitasari.balittro@gmail.com

Kemalakuan (*Croton tiglium* L.) merupakan salah satu tanaman obat yang banyak ditemukan di Indonesia, khususnya di Kalimantan. Sejak dahulu, tanaman obat ini banyak dimanfaatkan oleh masyarakat untuk pengobatan berbagai penyakit, baik yang ringan maupun kronis. Selain sebagai obat, kemalakuan juga mengandung bahan-bahan yang dapat dikembangkan sebagai pestisida nabati. Kemalakuan mengandung piperedin, porbol ester, flavonoid, saponin, dan tanin yang merupakan bahan-bahan yang sering digunakan sebagai pestisida nabati. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk menguji potensi kemalakuan sebagai larvasida maupun insektisida dan menunjukkan hasil yang efektif. Penggunaan kemalakuan sebagai pestisida nabati selain efektif juga lebih ramah lingkungan karena tidak mengandung residu yang berbahaya bagi lingkungan.

Kata kunci : Kemalakuan, pestisida nabati, larvasida, insektisida

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang terkenal kaya akan tanaman obat. Hutan Indonesia merupakan habitat bagi 30.000 dari total 40.000 jenis tumbuhan-obat yang telah dikenal di dunia. Jumlah ini mewakili 90 persen dari total tumbuhan-obat yang terdapat di Asia. Sejak dahulu tanaman-obat banyak dimanfaatkan oleh masyarakat untuk pengobatan berbagai penyakit, baik yang ringan maupun kronis. Salah satu jenis tanaman-obat yang ada di Indonesia adalah kemalakuan (*Croton tiglium*). Kemalakuan dapat ditemukan di hampir seluruh wilayah Indonesia. Terdapat beberapa nama lain dari kemalakuan di Indonesia, yaitu simalakian (Sumatera Barat), ceraken (Jawa), roengkok (Sumatera Utara), semoeki (Ternate), kowe (Tidore), kamandrah (Kalimantan), kemalakuan (Sunda), cempala (Bugis), kelmure (Halmahera Selatan), tupu (Halmahera Utara), semuli (Ternate), dan ceraken atau cerakin (Indonesia) (Ahmadi *et al.*, 2011). Masyarakat secara turun-temurun banyak memanfaatkan biji kemalakuan sebagai obat pencahar (Saputera 2008).

Di China, Brazil, dan beberapa negara lain kemalakuan banyak dimanfaatkan sebagai obat gangguan pencernaan, khususnya yang diakibatkan oleh infeksi gastrointestinal (Wang *et al.*, 2008). Di Bangladesh, daunnya digunakan sebagai obat nyeri dan bengkak, buahnya sebagai obat asma serta gangguan empedu, & bijinya untuk obat pembersih perut dan konstipasi (Rahmatullah *et al.*, 2010). Selain sebagai obat, kemalakuan juga mengandung bahan-bahan yang dapat dikembangkan sebagai pestisida nabati.

Pestisida nabati adalah pestisida yang berasal dari tumbuhan, sedangkan arti pestisida itu sendiri adalah bahan yang dapat digunakan untuk mengendalikan populasi OPT (Organisme Pengganggu Tumbuhan). Pestisida nabati bersifat mudah terdegradasi di alam (*bio-degradable*), sehingga residunya pada tanaman dan lingkungan tidak signifikan (Anonim, 2012).

Penggunaan pestisida nabati untuk mengendalikan hama dan penyakit diharapkan dapat mengurangi dampak negatif dari penggunaan pestisida kimia secara berlebihan. Beberapa dampak

negatif dari pestisida di antaranya: berkurangnya keanekaragaman hayati, pestisida berspektrum luas dapat membunuh parasitoid, predator, hiperparasit serta makhluk bukan sasaran, seperti lebah, serangga penyerbuk, cacing, dan serangga bangkai (Laba, 2010). Dalam makalah ini akan dibahas mengenai kemalakuan dan potensinya sebagai pestisida nabati.

MORFOLOGI TANAMAN KEMALAKIAN

Tanaman *C. tiglium* termasuk dalam divisi Spermatophyta, kelas Dicotyledoneae, bangsa Euphorbiales, suku Euphorbiaceae, marga *Croton*, jenis *C. tiglium* (Khare, 2004). Habitus tanaman kemalakuan berupa semak dengan tinggi tanaman sekitar 2-3 m. Batang berbentuk tegak, bulat, berambut dan berwarna hijau, dengan daun tunggal, berseling dan lonjong. Bentuk tepi daun bergerigi dengan ujung yang runcing. Panjang daun sekitar 3-5 cm dengan lebar daun sekitar 1-4 cm. Bentuk tangkai silindris dengan panjang 2-3 cm, bentuk pertulangan menyirip dan berwarna hijau. Bunganya majemuk dengan bentuk bulir berada di ujung batang dengan kelopak membulat, memiliki banyak benang sari dengan mahkota berbentuk corong. Buahnya berbentuk bulat dengan diameter sekitar 0,5 cm dan berwarna hijau (Gambar 1).



Gambar 1. Morfologi tanaman kemalakuan

atau Piperin (Ahmadi *et al.*, 2011). Menurut Iswantini *et al.* (2007), piperin merupakan suatu golongan alkaloid sejenis piperidin yang biasa digunakan sebagai larvasida/insektisida. Selain itu, Marshall & Kinghorn (1984) juga menyatakan bahwa salah satu kandungan bahan aktif dari biji kemalakuan adalah *phorbol 13-decanoate*; juga *phorbol ester* lainnya, yaitu *4-deoxy-4a-phorboldiester*, *phorbol monoester* dan *4-deoxy-4a-*

Budi daya tanaman kemalakuan tidak terlalu sukar untuk dilakukan, khususnya apabila diperbanyak dengan biji. Bijinya hanya perlu disebar ke permukaan tanah persemaian maka akan tumbuh dengan baik. Tumbuhan ini berbunga dan berbuah sepanjang tahun sehingga ketersediannya mencukupi apabila akan dikembangkan sebagai pestisida nabati (Heyne, 1988).

KANDUNGAN SENYAWA DALAM KEMALAKIAN

C. tiglium telah lama dikenal sebagai tanaman beracun. Bijinya sangat beracun, mengandung sejumlah *phorbol ester* yang mengiritasi kulit dan menunjukkan efek laksatif yang kuat (Verstraete, 2010). *Phorbol ester* bersifat

toksik dan banyak dimanfaatkan sebagai bahan aktif insektisida. Riyadhhi (2008) menganalisis minyak yang diperoleh dari kemalakuan dengan GC-MS metode IV dan berhasil mengidentifikasi 12 senyawa dengan komponen utama *oleic acid* dan *octadecanoic acid*, 3-[(1-oxohexadecyl)oxy]-2-[(1-oxotetradecyl)oxy]propyl ester. Selain itu, ditemukan juga senyawa yang berfungsi menyerupai feromon, yaitu (Z)-13-octadecenal dan cis-9-hexadecenal dan senyawa piperin yang termasuk dalam golongan alkaloid piperidin sebesar 0,47% area (Tabel 1).

Senyawa aktif dominan yang terdapat dalam minyak biji kemalakuan yang diprediksi sebagai larvasida nabati adalah Piperidin, 1-[5-(1,3-benzodioxol-5-yl)-1-oxo-2,4-pentadienyl]-, (E,E)-

Tabel 1. Hasil identifikasi komponen minyak kemalakuan dengan GC-MS metode IV

Komponen	% Area	% Kemiripan fragmentasi
1-Butanol, 2-methyl- atau 2-Methyl-1 butanol atau sec-Butylcarbinol	4,31	89
ci-11-Hexadecenal atau 11-Hexadecenal, (Z)- atau (Z)-11-Hexadecenal	0,80	81
Oleic Aci atau 9-Octadecenoic acid (Z)-	9,72	90
Eicosanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl ester	0,06	82
13-Octadecenal, (Z)-	0,31	87
cis-9-Hexadecenal atau 9-Hexadecenal, (Z)-	0,36	90
Piperidine, 1-[5-(1,3-benzodioxol-5-yl)-1-oxo-2,4-pentadienyl]-, (E,E)- atau Piperine	0,47	85
Gamma.-Tocopherol	0,09	84
Octadecanoic acid, 3-[(1-oxohexadecyl)oxy]-2-[(1-oxotetradecyl)oxy]propyl ester	35,57	85

Sumber : Riyadhhi, 2008

dnoc, *propamocarb*, *1,4-naphthoquinone* dan *piperidine*, 1-(1-oxo-3-phenyl-2-propynyl). Hasil uji fitokimia semua bagian kemalakuan baik dengan ekstrak air maupun etanol menunjukkan adanya kandungan flavonoid, saponin, terpenoid, steroid, tanin, dan hidrokuinon (Iswantini *et al.*, 2009). Berdasarkan hasil penelitian tersebut kemalakuan sangat berpotensi untuk dikembangkan sebagai pestisida nabati karena mengandung berbagai senyawa yang bersifat toksik bagi hama.

POTENSI KEMALAKIAN SEBAGAI PESTISIDA NABATI

Beberapa penelitian mengenai kemalakuan sebagai pestisida nabati telah dilakukan khususnya untuk pengendalian serangga. Penelitian yang dilakukan tidak hanya di Indonesia saja, di India Utara Borah *et al.* (2012) meneliti beberapa tanaman yang mengandung minyak, termasuk kemalakuan untuk mengendalikan nyamuk *Aedes aegypti* dan *Culex quinquefasciatus*. Selain nyamuk,

phorbolmonoester Senyawa *phorbol ester* yang ditemukan paling tinggi konsentrasinya adalah *phorbol 12 tiglate 13-decanoate* dan terdapat dalam bentuk minyak (Minyak Kroton, MK) dan dikatakan efektif digunakan sebagai pestisida. Roufiq (2012) melakukan penelitian dengan menggunakan GC-MS dan memperoleh enam senyawa aktif pada biji kemalakuan yang diketahui sebagai insektisida, yaitu *butacarboxim*, *2,3,6-trichlorphenol*,

ekstrak biji kemalakuan dapat digunakan sebagai insektisida alami terhadap ulat daun bawang (*Spodoptera exigua*) dan mampu membunuh larva ulat daun bawang 93,3 sampai 100% (Jannah *et al.*, 2016). Ekstrak biji kemalakuan juga efektif membunuh kepik cokelat pengisap polong kacang panjang (*Riptortus linearis*) pada konsentrasi 1,5 dan 2%. Dengan semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang diberikan, semakin tinggi pula persentase daya bunuhnya (Illah *et al.*, 2017). Hasil uji kelarutan dalam air yang dilakukan oleh Winoto *et al.* (2013), menunjukkan bahwa larvasida nabati minyak biji kemalakuan tidak mempengaruhi kualitas air sehingga penggunaan kemalakuan sebagai larvasida tidak berbahaya bagi lingkungan. Peningkatan temperatur menyebabkan kandungan zat aktif yang berpotensi sebagai larvasida dalam formula meningkat. Formula kemalakuan dapat bertahan selama delapan hari setelah aplikasi dengan kemampuan membunuh larva *A. aegypti* lebih dari 50%. Hasil penelitian Iswantini *et al.* (2009) menyebutkan bahwa minyak biji kemalakuan hasil pengepresan pada suhu dengan 105°C berpotensi tertinggi sebagai larvasida.

PENUTUP

Masih tingginya penggunaan pestisida kimia di Indonesia untuk pengendalian hama dan penyakit menimbulkan kekhawatiran sendiri, khususnya terhadap lingkungan. Penggunaan pestisida kimia dalam dosis tinggi secara terus-menerus telah diketahui dapat menimbulkan permasalahan, di antaranya resistensi hama maupun patogen penyebab penyakit, resurgensi serta peledakan hama sekunder. Diperlukan suatu terobosan baru sebagai solusi akan permasalahan tersebut, salah satunya dengan pemanfaatan tanaman sebagai pestisida nabati seperti tanaman kemalakuan. Kandungan beberapa senyawa dalam kemalakuan seperti porbol ester dan piperin telah diteliti potensial sebagai larvasida maupun insektisida. Meskipun demikian, belum banyak petani maupun masyarakat yang mengetahui mengenai potensi tanaman kemalakuan. Perlu adanya pengembangan produk berbasis kemalakuan kemudian disosialisasikan kepada masyarakat, sehingga manfaat kemalakuan sebagai pestisida nabati juga dapat dirasakan oleh masyarakat tidak hanya sebatas penelitian di laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadi NR, D Mangunwidjaja, O Suparno, D I Pradono. 2011. Optimasi proses ekstraksi biji kamandrah (*Croton tiglium* L.) dengan pengempunan dan identifikasi kandungan bahan aktifnya sebagai larvasida nabati pencegah penyakit demam berdarah dengue. *J. Tek. Ind. Pert.* Vol. 21 (3), 154-162.
- Anonim. 2012. Pestisida Nabati. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Bogor, 30 hal.
- Borah R, MC Kalita, RC Goswani, & AK Talukdar. 2012. Larvicidal efficacy of crude seed extracts of six important oil yielding plants of North East India against the mosquitoes *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*. *J. Biofertil Biopestici.* 2012, 3:2-5.
- Heyne K. 1988. Tumbuhan Berguna Indonesia. Terjemahan Badan Litbang Kehutanan, Jakarta, 2521 hal.
- Iswantini D, R Rosihan, M Djumali, KH Upik, R Min. 2007. Bioprospeksi tanaman obat kamandrah (*Croton tiglium* L.) : studi agrobiofisik dan pemanfaatannya sebagai larvasida hayati pencegah demam berdarah dengue. Laporan KKP3T. IPB bekerjasama dengan Badan Litbang Jakarta.
- Iswantini D, R Rosman, U Kesumawati, D Mangunwidjaja, M Rahminiwati, A Riyadhi. 2009. Studi agrobiofisik kamandrah (*Croton tiglium*) dan penentuan potensi awal kamandrah sebagai larvasida hayati pencegah penyakit demam berdarah dengue. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* 14(2): 83-90.
- Illah IN, A Ramadhan, F Dhafir. 2017. Daya bunuh ekstrak biji kamandrah (*Croton tiglium* L) terhadap kepik cokelat pengisap polong kacang panjang (*Riptortus linearis*) dan penggunaannya sebagai media pembelajaran. *e-JIP BIOL.* 5(1): 48-57.
- Jannah N, Ratman, & I Said. 2016. Pemanfaatan ekstrak biji cerakin (*Croton tiglium* L) sebagai insektisida nabati terhadap ulat daun bawang (*Spodoptera exigua* Hubn). *J.Akad.Kim* 5(1):23-28.
- Khare CP. 2004. *Indian Medicinal Plants: An Illustrated Dictionary.* Springer Science & Business Media, Verlag Heidelberg, 844 hal.
- Laba IW. 2010. Analisis empiris penggunaan insektisida menuju pertanian berkelanjutan. Naskah disarikan dari bahan Orasi Profesor Riset di Bogor, Pengembangan Inovasi Pertanian 3: 120-137.
- Marshall GT & AD Kinghorn. 1984. Short-chain phorbol ester constituent of croton oil. *Journal American Oil Chemists' Society* 61(7): 1220-1225.
- Rahmatullah M, SMI Sadeak, SC Bachar, MT Hossain, A Mamun, Montaha, N Jahan, MH Chowdhury, R Jahan, D Nasrin, M Rahman, and S Rahman. 2010. Brine shrimp toxicity study of different bangladeshi medicinal plants. *Advances in Natural and Applied Sciences*, 4(2): 163-173.
- Riyadhi A. 2008. Identifikasi senyawa aktif tanaman kamandrah (*Croton tiglium*) dan biji jarak pagar (*Jatropha curcas*) sebagai larvasida nabati. Disertasi. IPB, Bogor, 103 hal.
- Roufiq N. 2012. Rekayasa proses ekstraksi minyak biji kamandrah (*Croton tiglium* L.) dengan pengempunan dan pengembangannya sebagai larvasida nabati pencegah penyakit demam berdarah dengue. Disertasi. IPB, Bogor, 198 hal.
- Saputera, M Djumali, R Sapta, LBS Kardono, & IP Dyah. 2008. Characteristics, efficacy and safety testing of standardized extract of *croton tiglium* seed from Indonesia as laxative material. *Pakistan Journal Biological Science* 11 (14): 618-622.
- Verstraete F. 2010. Management and regulation of certain bioactive compounds present as inherent toxins in plants intended for feed and food In: *Bioactive compounds in plants – benefits and risks for man and animals. The Norwegian Academy of Science and Letter; Oslo, 255 p.*
- Wang X, FM Zhang, ZX Liu, HZ Feng, ZB Yu, YY Lu, HH Zhai, FH Bai, YQ Shi, M Lan, JP Jin, and DM Fan. 2008. Effects of essential oil from *Croton tiglium* L. On intestinal transit in mice. *Journal of Ethnopharmacology* 117:102-107.
- Winoto E, D Iswantini, I Batubara, UK Hadi. 2013. Formulasi larvasida nabati berbasis minyak biji kamandrah (*Croton tiglium* L.) terstandar sebagai pencegah penyakit demam berdarah. *Bul. Littro* 24 (2): 101-110.

CINCAU HIJAU RAMBAT (*Cyclea barbata* Miers): TANAMAN OBAT POTENSIAL YANG MENJANJIKAN PELUANG USAHA

Sitti Fatimah Syahid

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat

Email: ifa_sy@yahoo.co.id

Cincau hijau rambat (*Cyclea barbata* Miers.) atau *green grass jelly* merupakan salah satu jenis tanaman obat yang multi khasiat. Berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman ini sudah terbukti secara scientific mampu menurunkan tekanan darah tinggi, mengobati sariawan, diare, thipus dan gangguan pada usus. Cincau hijau rambat memiliki efek farmakologis sebagai anti hipertensi, anti bakteri, anti radang, anti oksidan dan anti kanker karena adanya kandungan flavonoid, polifenol dan klorofil dalam daun tanaman. Mengonsumsi cincau hijau rambat dapat membebaskan sel sel kanker pada stadium dini dalam tubuh. Pembuatan minuman dari daun cincau hijau rambat ini sangat mudah dan dalam waktu yang singkat. Daun yang agak tua dicuci sampai bersih dan ditiriskan, tambahkan air matang yang agak hangat dan daun diremas sebentar lalu didiamkan lebih kurang sepuluh menit agar karbohidrat yang terdapat dalam daun dapat menyerap air sebanyak-banyaknya. Lanjutkan peremasan daun kembali agar cairan kental dalam daun keluar dengan sempurna. Setelah itu dilakukan penyaringan untuk memperoleh gel lalu didiamkan selama lebih kurang satu jam pada kondisi suhu ruang. Mengingat manfaat tanaman disamping sebagai bahan obat juga minuman fungsional, akan memberi peluang usaha yang cukup menjanjikan untuk dikembangkan.

Kata kunci: *Cyclea barbata* Miers, obat potensial, minuman kesehatan

PENDAHULUAN.

Cincau hijau rambat (*Cyclea barbata* Miers) merupakan salah satu spesies tanaman obat dari famili Menispermaceae. Memiliki batang agak berkayu, lunak, berbentuk bulat, dengan warna hijau tua dan tumbuh merambat dengan cara melilitkan batangnya kepada tanaman lain seperti gamal atau lamtoro (Gambar 1). Tinggi tanaman dapat mencapai 4-5 meter demi mencapai sinar matahari. Daun berbentuk jantung (Gambar 2), tunggal, duduk daun tersusun secara berseling pada batang dengan pertulangan daun

melengkung dan memiliki ibu tulang daun. Permukaan dan tangkai daun memiliki bulu halus dan berwarna hijau. Bunga majemuk berbentuk malai dengan kelopak berbentuk corong. Memiliki akar tunggang berwarna coklat (Syamsuhidayat dan Hutapea, 1991; Atmawati *et al.*, 2014).



Gambar 1. Tanaman cincau hijau rambat (*C. barbata* Miers).



Gambar 2. Daun tanaman cincau hijau rambat (*C. barbata* Miers) yang akan dibuat gel

Cincau hijau rambat memiliki berbagai kandungan kimia diantaranya karbohidrat, lemak, protein, polifenol, flavonoid, klorofil, alkaloid, mineral dan vitamin A dan B (Hatta, 1995 ; Syamsuhidayat dan Hutapea, 1991; Katrin *et al.*, 2012). Kandungan flavonoid, polifenol, alkaloid dan klorofil dalam daun tanaman menjadikan cincau hijau rambat ini memiliki efek farmakologis sebagai anti hipertensi,

anti bakteri, anti oksidan, anti radang dan anti kanker. (Kusmardiyani *et al.*, 2014). Ekstrak etanol dari daun cincau hijau rambat ini mampu menghambat pertumbuhan biofilm pada bakteri *Salmonella thypi* (Permanasari *et al.*, 2016).

KLASIFIKASITANAMAN

Cincau hijau rambat termasuk kedalam famili Menispermaceae. Adapun klasifikasi lengkap dari tanaman adalah sebagai berikut (Syamsuhidayat dan Hutapea, 1991) :

Kerajaan : Plantae
Sub Divisi : Spermatophyta
Kelas : Magnoliopsida
Ordo : Ranunculales
Famili : enispermaceae
Genus : *Cyclea*
Spesies : *Cyclea barbata* Miers.

BUDIDAYA TANAMAN

Secara konvensional, cincau hijau rambat dapat diperbanyak dengan menggunakan umbi yang terdapat di dalam tanah. Umbi tanaman yang dapat mencapai panjang 50 cm ini dipotong-potong dengan ukuran 2 cm dan ditanam dalam lubang yang telah diberi pupuk kandang sebanyak 1 kg/tanaman. Selang waktu dua bulan, umbi telah menjadi individu baru dan tanaman dapat dirambatkan pada tanaman lain, diantaranya lamtoro ataupun gamal untuk memaksimalkan pertumbuhannya. Untuk panen daun dapat dilakukan satu bulan sekali.

Upaya pengadaan benih tanaman cincau hijau rambat secara massal juga dapat dilakukan melalui teknik kultur jaringan. Sebagai sumber eksplan digunakan tunas-tunas muda. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat saat ini sedang mengobservasi metode perbanyakan tanaman cincau hijau rambat melalui teknik kultur jaringan. Teknik sterilisasi eksplan sudah berhasil diperoleh untuk mendapatkan biakan steril. Inisiasi tunas pada media MS + Benzyl Adenin 0.1 mg/l yang diperkaya glutamin 100 mg/l menghasilkan inisiasi paling cepat yaitu 7 hari setelah tanam, dibandingkan perlakuan tanpa glutamin. Multiplikasi tunas sedang dalam tahap penelitian.



Gambar 3. Inisiasi tunas cincau hitam pada media MS + Benzyl Adenin 0.1 mg/l + Glutamin 100 mg/l.

MANFAAT TANAMAN UNTUK KESEHATAN

Cincau hijau rambat memiliki banyak manfaat untuk kesehatan. Secara konvensional perasan air daunnya digunakan untuk mengobati panas dalam, demam, sariawan, disentri, menurunkan tekanan darah, tifus, penyakit usus dan juga bisul pada perut (Kusmardiyani *et al.*, 2014). Dari hasil penelitian, cincau hijau rambat ini dapat digunakan untuk mengobati penyakit kanker stadium dini seperti kanker mulut rahim, kanker payudara, kanker darah dan kanker paru.

PEMBUATAN CINCAU SEBAGAI MINUMAN KESEHATAN

Untuk minuman fungsional, pembuatan gel dari cincau hijau rambat sangat mudah dan waktu yang singkat. Pada tahap awal dilakukan pemetikan daun yang agak tua lalu dicuci sampai bersih dan ditiriskan. Selanjutnya ditambahkan air matang yang agak hangat dan daun diremas sebentar lalu didiamkan lebih kurang sepuluh menit agar karbohidrat yang terdapat dalam daun dapat menyerap air sebanyak-banyaknya. Lanjutkan peremasan daun kembali agar cairan kental dalam daun keluar dengan sempurna. Setelah itu dilakukan penyaringan untuk memperoleh gel kemudian didiamkan selama lebih kurang satu jam pada kondisi suhu ruang (Gambar 4). Biasanya setelah gel terbentuk akan ditemukan sedikit sisa air pada permukaan gel. Air tersebut dapat dibuang dan setelah itu gel dapat dipotong-potong sesuai selera. Gel cincau hijau rambat dapat dikonsumsi



Gambar 4. Proses pembuatan minuman fungsional berbahan baku cincau hijau rambat. (A). Daun cincau hijau rambat yang sudah dicuci bersih, (B) Daun cincau hijau rambat sedang diperas dengan ditambahkan air matang, (C) Penyaringan air daun cincau hijau rambat, (D) Cincau hijau rambat siap didinginkan pada suhu ruang selama lebih kurang 1 jam.

sebagai minuman kesehatan dengan ditambahkan santan dan gula merah (Gambar 5).



Gambar 5. Minuman kesehatan cincau hijau rambat

PELUANG USAHA

Dari lima jenis spesies cincau berbeda, yang umum dibuat sebagai bahan gel untuk bahan minuman adalah cincau hijau rambat. Cincau hijau rambat ini banyak disukai konsumen karena rasanya yang lebih enak dan tidak memerlukan tambahan bahan lain dalam proses pembuatannya. Selain itu ada salah satu aksesori dari cincau hijau rambat

yang berasal dari Desa Telogokotes, Kecamatan Purworejo yang memiliki rasa agak manis dibanding aksesori yang berasal dari daerah lain (Atmawati *et al.*, 2014). Aksesori tersebut berpeluang untuk dikembangkan dalam skala industri. Produk cincau hijau rambat ini merupakan gel yang sangat unik karena gel dapat diperoleh tanpa menambahkan zat kimia apapun. Melalui cara meremas-remas daun tanaman dan ditambahkan air matang yang hangat, setelah itu cairan disaring dan didiamkan, akan segera diperoleh bongkahan-bongkahan gel yang tembus cahaya dan agak licin yang berwarna hijau karena tingginya kandungan klorofil pada daun tanaman. Berbagai produk minuman dan makanan ringan dapat dikembangkan dengan menggunakan bahan dasar gel tersebut diantaranya minuman campuran kopi dengan cincau ataupun teh berbasis cincau.

KESIMPULAN

Cincau hijau rambat sangat potensial digunakan sebagai bahan obat diantaranya untuk mengobati panas dalam, sariawan, diare, tifus, gangguan pada pencernaan, menurunkan tekanan darah tinggi dan dapat dijadikan sebagai minuman fungsional. Pembuatan gel

dari tanaman ini sangat mudah, rasanya enak dan hanya memerlukan waktu yang singkat. Mengingat potensi tanaman yang sangat banyak, akan berpeluang dikembangkan dalam skala usaha.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Bapak Prof. Dr. Supriadi yang telah menginspirasi untuk menyelesaikan makalah ini dan memfasilitasi bahan tanaman cincau hijau rambat untuk diperbanyak di Laboratorium Kultur Jaringan Balitro.

DAFTAR PUSTAKA

- Atmawati T., Sugiarto dan Sunarto, 2014. Keragaman cincau hijau rambat (*Cyclea barbata* Miers) berdasarkan karakter morfologi di Kabupaten Purworejo. EL-VIVO, Vol2: 73-81.
- Hatta, S. 1995. Budidaya Cincau. Yogyakarta, Kaninius.6: 8.
- Katrin., B Elya dan AM Shodiq. 2012. Aktivitas antioksidan ekstrak dan fraksi daun cincau hijau rambat (*Cyclea barbata* Miers) serta identifikasi golongan senyawa dari fraksi yang paling aktif. Jurnal Bahan Alam Indonesia. 8 (2): 118-124.
- Syamsuhidayat SS dan JR Hutapea. 1991. Inventaris tanaman obat Indonesia. I. Departemen Kesehatan, Jakarta. 615 Hlm.
- Kusmardiyani S., M Insanu dan MA AlAsyar. 2014. Effect A Glycosidic flavonol isolated from green grass jelly (*Cyclea barbata* Miers) leaves. Procedia Chemistry. 13: 194-197.
- Permanasari DA., EN Sakinah dan A Santosa. 2016. Aktivitas ekstrak etanol daun cincau hijau (*Cyclea barbata* Miers) sebagai penghambat pembentukan biofilm bakteri *Salmonella thypi*. Journal of Agromedicine and medical Sciences. Vol 2(2): 24-27.

EFEKTIVITAS HIDROGEL PVAM-g-PATI JAHE UNTUK MENINGKATKAN SERAPAN PUPUK UREA

Ediningsih

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat
Email : ediningsih1217@gmail.com

Efisiensi pemberian pupuk urea pada tanaman dapat dilakukan dengan cara terkendali agar bahan aktif tidak mencemari lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari kemampuan dari hidrogel polivinil alkohol tercangkok anhidrida maleat (PVAM) dan pati termodifikasi ekstrak jahe (PVAM-g-pati jahe) dalam menyerap dan melepaskan pupuk urea. Uji daya serap urea dilakukan dengan merendam hidrogel dalam larutan urea 10% b/v selama 24 jam pada suhu ruang, kemudian bobot hidrogel ditimbang kembali setelah mengembang. Konsentrasi urea dalam filtrat diukur menggunakan spektrofotometer sinar tampak pada panjang gelombang 430 nm. Penentuan penyerapan urea menyebabkan terbentuknya senyawa kompleks berwarna kuning antara urea dan p-dimetilamino benzaldehida. Bobot urea yang diserap dapat dihitung berdasarkan selisih bobot urea pada larutan awal dan bobot urea dalam filtrat. Sedangkan, uji pelepasan urea dilakukan dengan cara merendam hidrogel dalam larutan urea 10% b/v selama 24 jam. Sampel tersebut ditempatkan di atas saringan kawat yang diletakkan di dalam 100 mL akuades dan diaduk menggunakan pengaduk magnetik. Sebanyak 2 mL larutan akuades yang telah bercampur dengan urea dipipet pada

5 menit sampai 30 menit pertama dengan interval waktu 5 menit, kemudian 60 menit dan 24 jam. bobot urea di dalam akuades dibandingkan dengan bobot urea di dalam hidrogel awal untuk menghasilkan persen urea yang dilepaskan oleh hidrogel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hidrogel PVAM-g-pati jahe memiliki kapasitas penyerapan dan pelepasan urea yang lebih rendah dibandingkan hidrogel PVAM-g-pati.

Kata kunci: PVAM, pati, jahe, urea

PENDAHULUAN

Di bidang pertanian, efisiensi penggunaan pupuk dan air merupakan hal yang sangat penting dilakukan. Pada umumnya, sekitar 40-70% nitrogen, 80-90% fosfor, dan 50-70% kalium dari pupuk yang diberikan secara konvensional justru dilepaskan ke lingkungan melalui pencucian atau penguapan sehingga tidak diserap secara efektif oleh tanaman (Ni *et al.*, 2009; Wang and Wang, 2009 dalam Rabat *et al.*, 2016). Teknologi pelepasan pupuk secara terkendali merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah ini (Jamnongan dan Kaewpirom, 2010). Teknik ini memiliki beberapa keunggulan antara lain mengurangi hilangnya pupuk dari tanah akibat hujan, atau air irigasi, menyediakan bahan aktif dalam waktu

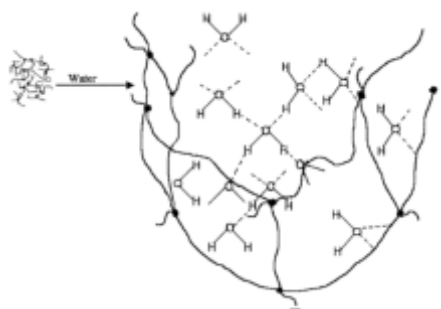
yang relatif lebih lama, meminimalkan efek negatif terkait dengan dosis dan mengurangi tingkat toksisitas (Liu *et al.*, 2007). Menurut Jamnongan dan Kaewpirom (2010), sifat hidrofilik dari polimer yang digunakan sebagai bahan dasar hidrogel akan berpengaruh terhadap jumlah *release* pupuk. Jamnongan dan Kaewpirom (2010) melaporkan hidrogel polivinil alkohol (PVA) menunjukkan aktivitas pelepasan fosfor di air yang lebih tinggi dibandingkan kitosan, hal ini diduga polivinil alkohol (PVA) lebih bersifat hidrofilik dibandingkan kitosan. Liang *et al.* (2009) melaporkan, hidrogel superabsorbent wheat straw-g-poly (acrylic acid) mampu mengalami pembengkakan dalam larutan urea dengan konsentrasi 0; 0,5; dan 1 g/L dengan derajat kesetimbangan pengembangan masing-masing 860; 855; dan 862 g/g. Akan tetapi, konsentrasi urea tidak berpengaruh terhadap proses *swelling* komposit hidrogel acrylic acid tersebut. Hal ini kemungkinan disebabkan karena urea merupakan molekul netral yang tidak bisa mempengaruhi gaya tolakan elektrostatik dari gugus fungsi $-COO^-$ pada rantai polimer. Selain itu, urea memiliki situs hidrofilik seperti $-NH_2$. Oleh karena itu, larutan urea dengan konsentrasi yang berbeda tidak dapat mengubah proses pembengkakan komposit wheat straw-g-poly (acrylic acid).

Hidrogel merupakan rantai polimer hidrofilik yang dapat menahan sejumlah air di dalam strukturnya dan mengembang tanpa ikut terlarut dalam air (Dafader *et al.*, 2013). Hidrogel dapat disintesis dari beberapa macam polimer rantai lurus misalnya poli (-vinil alkohol-) (PVA), poliakrilat, dan poliakrilamida maupun kopolimer lainnya dengan gugus hidrofilik yang melimpah (Laila, 2010). Namun, pembuatan hidrogel dari bahan sintesis dapat mencemari lingkungan karena setelah digunakan bahan ini harus dibakar terlebih dahulu agar terurai. Upaya yang dapat dilakukan untuk mempercepat waktu penguraian hidrogel berbasis polimer sintetik adalah dengan modifikasi dengan polimer alami seperti pati, kitosan, dan alginat, dan lain-lain. Penggunaan pati sebagai polimer alami dalam pembuatan hidrogel memiliki beberapa keuntungan yaitu harganya lebih murah, ketersediaannya melimpah, dan *biodegradable*. Namun, sifat hidrofilik pati menyebabkan pati rentan terhadap kelembaban dan memiliki stabilitas mekanik yang rendah. Untuk mengatasi kelemahan ini, strategi yang dapat digunakan adalah dengan penambahan agen penaut silang (*crosslinker*). Rao dan Parimalavalli (2013) melaporkan, penambahan jahe ke dalam pati mampu meningkatkan derajat *crosslinking* dari pati. Pati yang telah dimodifikasi dengan jahe 5% mempunyai *swelling power* ($14.5 \pm 0.45 \text{ g g}^{-1}$) dan kelarutan ($8.8 \pm 1.55\%$) lebih tinggi dibandingkan tapioka ($11.2 \pm 20.84 \text{ g g}^{-1}$ dan $7.1 \pm 0.45 \%$). *Swelling power* dan derajat *crosslinking* merupakan faktor yang sangat penting dalam menentukan kemampuan hidrogel dalam proses *slow release* pupuk. Menurut Daramola Osanyinlusi (2006), peningkatan nilai *swelling power*, kelarutan dan derajat *cross-linking* disebabkan karena jahe mengandung gingerol yaitu merupakan senyawa phenolik yang dapat menyebabkan terjadinya peristiwa *cross-linking* sehingga akan mempengaruhi ikatan molekul pati. *Slow release* urea berbasis matrik pati yang dimodifikasi polivinil alkohol (PVA) menggunakan penaut silang asam borat telah dilaporkan Lum *et al.* (2016). Mengingat pentingnya efisiensi pemberian pupuk untuk mencegah hilangnya bahan aktif pupuk ke lingkungan, tulisan ini menguraikan efektivitas kapasitas penyerapan dan pelepasan pupuk urea dari hidrogel berbahan dasar polivinil alkohol (PVA) yang dicangkokkan dengan anhidrida maleat (PVAM) yang kemudian

dikopolimerisasi cangkok dengan pati tapioka yang telah dimodifikasi dengan ekstrak jahe.

Mekanisme Kerja Hidrogel dalam Slow Release Urea

Menurut Adi (2012), hidrogel kemampuan hidrogel dalam menyerap dan melepaskan air tergantung pada rangsangan eksternal, seperti pH, kelembaban, suhu, dan tekanan lingkungan sekitarnya. Ketika berinteraksi dengan air, gugus hidrofilik yang bersifat polar dari hidrogel akan menyerap air dalam jumlah yang banyak, proses ini biasa disebut *swelling* (pembengkakan).



Gambar 1. *Swelling* dan pembentukan struktur tiga dimensi dari hidrogel (Rudzinski *et al.*, 2002)

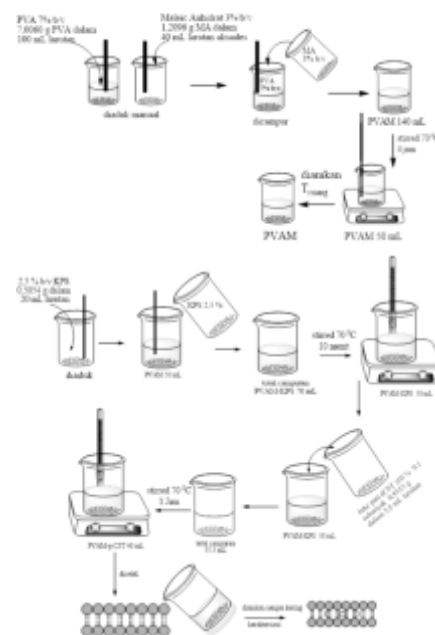
Proses pelepasan air yang terserap dalam struktur hidrogel dapat terjadi apabila kestabilan ikatan antara air dan struktur hidrogel yang terbentuk selama proses penyerapan terganggu. Beberapa stimulan luar yang dapat mengganggu stabilitas ikatan struktural hidrogel dan air meliputi perbedaan temperatur, tekanan, kelembaban, derajat keasaman dari media aplikasinya, dan juga adanya bahan kimia lain. Ketika hidrogel telah mencapai keadaan seimbang dengan lingkungan luarnya maka kemampuan hidrogel dalam berinteraksi dengan air akan berkurang. Hal ini diakibatkan oleh proses difusi air ke dalam jaringan polimer mencapai optimum sehingga hidrogel tidak mampu menahan air yang masuk ke dalam jaringannya dan melepaskan kembali ke lingkungan.

Kemampuan hidrogel untuk mengembang (*swelling*) dapat dimanfaatkan untuk *controlled release* pupuk. Pelepasan nutrisi pupuk dengan *controlled release* hidrogel baik dalam air maupun di dalam tanah, adalah melalui reaksi difusi sebagian matrik hidrogel dan pori-pori hidrogel yang mengandung air (Jamnongkan dan Kaewpirom, 2010). Perendaman hidrogel di dalam larutan urea yang

dilanjutkan perendaman dalam air, menyebabkan terjadinya proses difusi. Konsentrasi pelarut yang lebih rendah di dalam jaringan polimer dan interaksi antara pupuk dan jaringan polimer cukup lemah menyebabkan jumlah pupuk yang akan dilepas akan lebih banyak dan air yang berdifusi akan lebih banyak dibandingkan tanpa perendaman dengan urea. Konsentrasi *crosslinker* berpengaruh terhadap daya difusi, konsentrasi yang rendah menyebabkan mudahnya difusi urea ke dalam hidrogel (Laila, 2010). Semakin besar konsentrasi *crosslinker*, semakin lambat kecepatan pelepasan pupuk urea, hal ini disebabkan semakin besar konsentrasi *crosslinker*, pupuk semakin tertahan di dalam jaringan kopolimer, sehingga pelepasannya semakin lambat (Witono *et al.*, 2014).

Sintesis hidrogel PVAM-g-pati jahe (Riyajan *et al.*, 2015)

Maleat anhidrida sebanyak 20 mL 3% b/v ditambahkan ke dalam 50 mL 7% b/v larutan PVA. Kemudian diaduk pada suhu 70 °C selama 2 jam sampai terbentuk gel pada campuran tersebut dan didinginkan pada suhu ruang. Kalium persulfat (KPS) 10 mL 2.5% b/v dimasukkan ke dalam larutan PVAM, diaduk pada suhu 70 °C selama 5 menit. Kemudian ditambahkan pati termodifikasi minyak jahe dengan konsentrasi 10% b/v ke dalam larutan KPS/PVAM. Kemudian campuran diaduk pada suhu 70 °C selama satu jam dan didinginkan sampai suhu kamar.

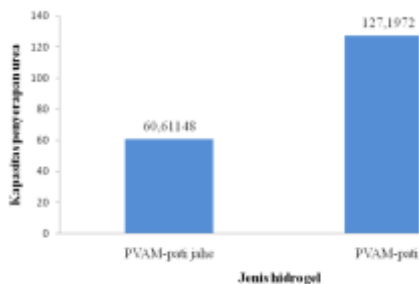


Gambar 2. Diagram alir sintesis PVAM dengan pati jahe

PVAM-g-pati dituangkan ke dalam cetakan dan didiamkan selama 7 hari pada suhu ruang. Hasil cetakan direndam dalam air akuades selama 3 hari pada suhu kamar untuk menghilangkan kotoran setelah itu dikeringkan dalam oven pada suhu 40 °C selama 1 hari.

Kapasitas penyerapan hidrogel PVAM-g-pati jahe terhadap pupuk urea

Proses penyerapan urea ke dalam jaringan hidrogel dilakukan dengan prinsip difusi-osmosis yaitu perpindahan zat terlarut urea ke dalam jaringan hidrogel melalui membran permeabel. Kemudian urea yang mengisi jaringan hidrogel akan menyebabkan daya pengembangan yang cukup besar sehingga ketika hidrogel tersebut dimasukkan ke dalam akuades menyebabkan terjadinya proses difusi air ke dalam jaringan hidrogel dan urea yang terlarut di dalamnya akan keluar dari jaringan polimer. Penambahan ekstrak jahe mampu menurunkan kapasitas penyerapan urea dengan nilai masing-masing PVAM-g-pati dan PVAM-g-pati jahe sebesar 127.20% dan 60.61% (Gambar 3).



Gambar 3. Kapasitas penyerapan urea ke dalam hidrogel

Hal ini diduga adanya penambahan ekstrak jahe dalam tapioka menyebabkan relaksasi kopolimer berkurang. Laila (2010) melaporkan, faktor-faktor yang sangat mempengaruhi kapasitas penyerapan adalah konsentrasi pengikat silang dan porositas hidrogel. Konsentrasi pengikat silang yang rendah dan tingginya porositas menyebabkan mudahnya difusi air dan urea ke dalam hidrogel.

Efektivitas pelepasan hidrogel PVAM-g-pati jahe terhadap pupuk urea

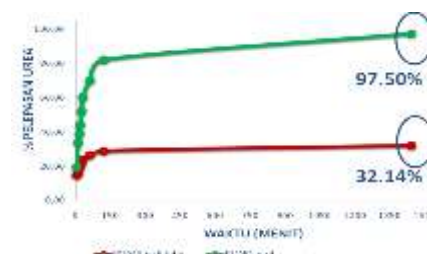
Mekanisme pelepasan urea diawali dengan PVAM-g-tapioka maupun PVAM-g-tapioka jahe secara perlahan mengembang di dalam akuades dan kemudian membentuk

hidrogel dan urea dapat larut di dalamnya. Kemudian urea secara perlahan terlepas melalui perubahan dinamik dari air bebas akibat terjadinya proses difusi air ke dalam hidrogel dan urea yang larut di dalam akuades akan keluar secara perlahan untuk menyeimbangkan konsentrasi jaringan hidrogel dengan lingkungannya. Ketika air berdifusi ke dalam jaringan, urea yang ada dalam hidrogel akan keluar perlahan sehingga diharapkan dapat menutrisi akar tanaman dalam jangka waktu lama.

Penambahan ekstrak jahe sebagai agen penaut silang membuat laju pelepasan urea di dalam air semakin rendah (Gambar 4). Laju pelepasan yang paling cepat dan persentase pelepasan urea maksimal selama 24 jam terjadi pada PVAM-g-pati sebesar 97.50%, sedangkan PVAM yang ditautkan silang dengan ekstrak jahe hanya sebesar 32.14% (Tabel 1). Hal ini dapat

KESIMPULAN DAN SARAN

Kapasitas penyerapan dan pelepasan urea dari hidrogel PVAM-g-tapioka jahe lebih rendah dibandingkan hidrogel PVAM-g-tapioka. Sebaiknya dilakukan kajian pengaruh variasi konsentrasi senyawa *crosslinker* dan variasi konsentrasi pupuk urea yang digunakan.



Gambar 4. Perbandingan pelepasan urea terhadap waktu

Tabel 1. Perbandingan nilai pelepasan urea

Jenis hidrogel	Waktu (menit)	Absorban si	% C	[urea]	% pelepasan urea
PVAM-tapioka jahe	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
	5	0.0010	0.0159	0.1984	14.83
	10	0.0012	0.0169	0.2116	15.82
	15	0.0019	0.0206	0.2579	19.28
	20	0.0022	0.0222	0.2778	20.77
	25	0.0025	0.0238	0.2976	22.25
	30	0.0029	0.0259	0.3241	24.23
	60	0.0034	0.0286	0.3571	26.70
	120	0,0039	0,0312	0,3902	29,17
	1440	0,0045	0,0344	0,4299	32,14
PVAM-tapioka	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.00
	5	0.0014	0.0180	0.2249	19.57
	10	0.0039	0.0312	0.3902	33.96
	15	0.0048	0.0360	0.4497	39.14
	20	0.0057	0.0407	0.5093	44.32
	25	0.0071	0.0481	0.6019	52.38
	30	0.0085	0.0556	0.6944	60.43
	60	0.0102	0.0646	0.8069	70.22
	120	0.0123	0.0757	0.9458	82.31
	1440	0,0149	0,0896	1,1204	97,50

menunjukkan bahwa penambahan minyak jahe dapat digunakan sebagai agen penaut silang karena mampu menahan urea lebih lama dengan laju pelepasan yang lebih rendah. Namun, nilai persen penyerapan dan pelepasan urea yang dihasilkan tidak cukup baik digunakan dalam mengontrol laju penggunaan urea di lingkungan.

D AFTAR PUSTAKA

Adi SH. 2012. Teknologi nano untuk pertanian: aplikasi hidrogel untuk efisiensi irigasi. *Jurnal Sumberdaya Lahan*. 6(1):1-16.
 Dafader NC, NT Duoc, PTT Hong, and D Binh. 2013. Synthesis and characterization of superwater absorbent hydrogel from cassava starch

- and acrylic acid blend by the application of γ -radiation. *CJASR*. 2(1):1-10.
- Daramola B and SA Osanyinlusi. 2006. Investigation on modification of cassava starch using active components of ginger roots (*Zingiber officinale Roscoe*). *African Journal of Biotechnology*. 5(10):917-920.
- Jamnongkan T and S Kaewpirom. 2010. Controlled-Release Fertilizer Based on Chitosan Hydrogel: Phosphorus Release Kinetics. *Science Journal*. 1(1):43-50.
- Laila F. 2010. Sintesis dan karakterisasi hidrogel poliakrilamida berpori untuk penyerapan dan pelepasan urea. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Program Magister Kimia. Universitas Indonesia. 1-74.
- Liang R., H Yuan, G Xi, and Q Zhou. 2009. Synthesis of wheat straw-g-poly (acrylic acid) superabsorbent composites and release of urea from it. *Carbohydrate Polymers*. 77 (2) : 181-187.
- Liu M, R Liang, F Zhan, Z Liu and A Niu. 2007. Preparation of super absorbent slow release nitrogen fertilizer by inverse suspension polymerization. *Polymer International*. 56:729-737.
- Lum YH, A Shaaban, N Mohamad and F Dimin. 2016. Slow Release of Urea Encapsulated by Starch PVA Matrix. *Key Engineering Materials*. 707. pp28-31.
- Rabat NE, S Hashimb and RA Majid. 2016. Effect of Different Monomers on Water Retention Properties of Slow Release Fertilizer Hydrogel. *Procedia Engineering* 148 : 201-207.
- Rao JS, and R Parimalavalli. 2013. Effect of cross-linking with ginger and garlic on the properties of cassava starch. *Journal of Root Crops*. 39 (2) : 189-195.
- Riyajan S, W Sukhlaaied, and W Keawmang. 2015. Preparation and properties of a hydrogel of maleated poly (vinyl alcohol) (PVAM) grafted with cassava starch. *J Carbohydr Polym*. 122:301-307.
- Rudzinski WE, AM Dave, UH. Vaishnav, SG Kumbar, AR Kulkarni and TM Aminabhavi. 2002. Hydrogels as controlled release devices in agriculture. *Designed Monomers and Polymers*. 5(1):39-65.
- Witono JRB, YIPA Miryanti, dan H Santoso. 2014. Pengembangan pati ganyong komposit melalui reaksi grafting kopolimer dalam menghasilkan biopolimer yang berpotensi sebagai *controlled release fertilizer*. Laporan Tahunan Hibah Bersaing. Universitas Katolik Parahyangan.

PERAN SERANGGA SEBAGAI DEKOMPOSER DALAM PEMBUATAN PUPUK ORGANIK

¹⁾ Agus Kardinan dan Candra Kirana ²⁾

¹⁾Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, ²⁾ Lembaga Sertifikasi Pertanian Organik INOFICE
Email : kardinanagus@yahoo.com; jubir.1253@gmail.com

Masalah sampah, khususnya sampah rumah tangga di Indonesia menjadi perhatian semua pihak karena menjadi sumber awal dari berbagai masalah sosial dan kesehatan di masyarakat, khususnya di sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Beberapa metode yang digunakan adalah dengan cara melakukan pengomposan atau dekomposisi sampah tersebut sehingga terjadi perubahan bentuk dan sifatnya menjadi lebih berguna atau dapat dimanfaatkan kembali sebagai pupuk. Salah satu cara dekomposisi sampah rumah tangga menjadi pupuk organik adalah dengan menggunakan larva dari lalat tentara hitam *Hermetia illucens* (*Black soldier fly*). Lalat ini sering dijumpai pada tumpukan limbah sayur, buah, kompos padat atau bahan organik lainnya. Lalat tentara hitam bersifat non-patogenik dan bukan vektor pembawa penyakit, beraktivitas hanya di sekitar sampah, tidak berkeliaran ke mana mana, larvanya banyak digunakan sebagai alternatif sumber protein pakan ikan maupun unggas. Cara pembuatan pupuk organik dengan menggunakan lalat tentara hitam ini sangat sederhana,

yaitu hanya menggunakan ember atau drum kemudian kita hanya memasukkan limbah sayur atau buah-buahan dari sampah rumah tangga. Lalat tentara hitam akan bertelur di dalam ember atau drum yang berisi sampah organik kemudian telur akan menetas menjadi larva dan akan mengkonversi limbah tersebut menjadi pupuk yang dikenal sebagai "Pupuk *Maggot*". Ada dua pupuk yang akan dihasilkan, yaitu pupuk cair dan pupuk padat. Selain pupuk, larva dari lalat ini dapat dipanen sebagai pakan ikan atau unggas.

Kata kunci : *Hermetia illucens*, dekomposer, pupuk organik

PENDAHULUAN

Setiap kegiatan manusia dalam menjalani kehidupannya dipastikan menghasilkan bahan yang tidak dapat digunakan lagi secara langsung atau tidak diinginkan lagi oleh manusia yang dikenal dengan sampah. Menurut UU No.18 tahun 2008, sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat. Sedangkan secara spesifik, sampah rumah tangga berasal dari kegiatan

sehari-hari dalam rumah tangga yang tidak termasuk tinja dan sampah spesifik. Masalah sampah di Indonesia menjadi perhatian semua pihak karena menjadi sumber awal dari berbagai masalah sosial dan kesehatan di masyarakat, khususnya di sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Timbunan sampah nasional pada tahun 2017 mencapai 65,8 juta ton. Sementara, capaian pengurangan sampah nasional hanya sebesar 1,3 juta ton atau hanya 2,12 persen dari total timbunan sampah (Noor, 2018). Bahkan, jumlah tersebut diproyeksi menjadi 66,5 juta ton pada tahun ini dan meningkat menjadi 67,8 juta ton pada 2020 dan 70,8 juta ton pada 2025 (CNN, 20/01/2018). Pemerintahpun mengeluarkan Peraturan Presiden (Perpres) nomor 97 tahun 2017 tentang kebijakan dan strategi nasional Pengelolaan sampah dan sampah sejenis sampah rumah tangga.

Pupuk maggot merupakan salah satu jenis pupuk yang semakin populer dalam satu dasawarsa terakhir. Pupuk ini dihasilkan dari proses dekomposisi atau penguraian dari larva lalat tentara hitam *Hermetia illucens* (*Black Soldier fly*). Lalat ini berwarna hitam dan terlihat kekar sehingga disebut lalat tentara hitam (*Black Soldier Fly*). Larva atau

maggot dari lalat ini dapat mengkonversi bahan organik sebanyak 80% sehingga dapat menjadi solusi masalah sampah rumah tangga. Proses pembuatan pupuk *maggot* dapat dilakukan dalam skala rumah tangga sehingga masyarakat dapat berperan serta dalam melakukan pembuatan pupuk tersebut. Selain sebagai sumber penghasil pupuk dari sampah rumah tangga, proses pembuatan pupuk *maggot* ini juga akan menghasilkan *maggot*/larva yang dapat dijadikan makanan ikan atau unggas karena mengandung protein yang cukup tinggi (mencapai 40%). Kadar tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan kadar protein pelet buatan untuk ikan konsumsi sekitar 30-35%. Selain itu, manfaat utama yang tidak kalah penting adalah akan membantu mengurangi jumlah sampah rumah tangga yang dikirim ke TPA sampah.

LALAT TENTARA HITAM *Hermetia illucens* SEBAGAI DEKOMPOSER

Lalat tentara hitam dapat ditemui di seluruh dunia, antara 40° LS dan 45° LU dan telah banyak ditemukan di banyak negara di Eropa, Afrika, Oceania (Australia dan Selandia Baru), dan Asia (Indonesia, Jepang, Filipina dan Sri Lanka). Menurut Dortmans *et.al* (2017) lalat ini berkembang biak dengan baik pada temperatur yang hangat. Suhu optimum untuk proses bertelur pada 27,5°C-37,5°C dan pada kelembapan 30-90%. Suhu lingkungan sebaiknya tidak lebih dari 30°C karena pada suhu di atas 30°C pertumbuhan larva dapat terhambat (Dewantoro dan Efendi, 2018).



Gambar 1. *Hermetia illucens*



Gambar 2. Larva *Hermetia illucens*

Tidak seperti lalat pada umumnya (lalat rumah dan lalat hijau) yang hinggap pada makanan, lalat ini tidak hinggap pada makanan dan tidak

menggigit, bahkan dapat menekan kehadiran lalat lain yang menimbulkan penyakit. Di alam liar, lalat ini lebih suka di tempat yang banyak sinar matahari. Di Indonesia lalat tentara hitam sering ditemui pada tanaman penutup tanah *Wedelia trilobata* atau *Sphagneticola trilobata* (Caruso *et al.*, 2013). Lalat tentara hitam mengalami metamorfosis sempurna yang terdiri atas telur, larva, pre-puppa, pupa (kepompong) hingga menjadi lalat dewasa (imago). Siklus hidupnya dimulai dari perkawinan lalat betina dan jantan. Dua hingga tiga hari setelah kawin betina akan bertelur. Lalat betina akan mati setelah bertelur dan lalat jantan akan mati setelah kawin. Telur diletakkan pada celah-celah atau retakan di sekitar bahan organik. Dalam sekali bertelur, lalat betina akan menghasilkan 500-900 butir telur dengan warna kuning pucat atau krem dengan bentuk oval berukuran sekitar 1 mm. Telur akan menetas menjadi larva dalam waktu 3 - 4 hari. Setelah menetas, ukuran larva hanya sekitar 1 mm sehingga sulit terlihat. Larva akan bertambah besar setelah mengalami pergantian kulit dan berwarna putih kecoklatan. Pada masa inilah larva aktif dan rakus memakan sampah yang dikonversi menjadi pupuk melalui kotorannya. Setelah umur 18-21 hari larva akan berubah warna menjadi hitam dan sudah tidak makan serta akan memanjat dari media menuju tempat kering, fase ini disebut pre-pupa. Pada masa inilah diperlukan alur atau media untuk larva keluar dari tempat pengomposan. Dalam proses pengomposan diperlukan tempat khusus yang dibuat untuk jalur migrasi larva (*crawl-off*) supaya keluar dari tempat

Sekitar tujuh hari fase pre-pupa, larva akan masuk ke fase pupa selama kurang lebih dua fase 5 hari sampai akhirnya menyelesaikan semua fase metamorfosisnya dan menjadi lalat dewasa (imago). Lalat dewasa tidak makan selama hidupnya dengan rata-rata hidup selama 7-14 hari. Siklus hidup lalat tentara hitam dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Siklus hidup lalat tentara hitam
Sumber : www.maggotbsf.com

Kebutuhan energi untuk hidupnya diperoleh selama fase larva dewasa hingga pre-pupa. Lima belas ribu larva lalat dapat menghabiskan 5 kg sampah organik yang terdiri atas sisa buah-buahan dan sayur-sayuran selama 14 hari yang dikonversi menjadi pupuk. Hal ini 6 kali lebih cepat dibandingkan menggunakan metode *vermicompost* (pengomposan dengan cacing) yang membutuhkan waktu 3 bulan (Dewantoro & Efendi, 2018). Proses pembuatan pupuk *maggot* menggunakan larva lalat cukup mudah dilaksanakan dalam lingkup rumah tangga, karena hanya membutuhkan peralatan yang terdapat di sekitar rumah dan menggunakan sampah rumah tangga sisa memasak sehari-hari seperti limbah sayuran, buah-buahan, termasuk daging. Menurut Yuwono (2016) larva lalat ini dapat melakukan perombakan limbah organik yang berasal dari tanaman dan hewan lebih efektif dibanding larva lalat lainnya.

CARA PEMBUATAN PUPUK MAGGOT

Wadah atau komposter untuk pembuatan pupuk *maggot* dapat berupa nampan plastik, ember, drum maupun bak tembok. Dalam skala rumah tangga tentunya menggunakan ember ataupun drum cukup mudah dilakukan untuk masyarakat di perkotaan maupun pedesaan. Ukuran komposter yang digunakan sebaiknya menggunakan ukuran yang sesuai dengan jumlah sampah organik rumah tangga yang dihasilkan. Menurut Juniman (2018)

diperkirakan setiap rumah tangga/penduduk di Indonesia dapat menghasilkan sampah sebanyak 0,52 kg/jiwa/hari, sehingga jika keluarga berjumlah 4-5 orang, dapat menghasilkan sampah sebanyak 2-2,5 kg/hari inipun bukan hanya sampah organik saja, pasti masih tercampur dengan sampah an-organik seperti plastik dan lain sebagainya (Purba *et al.*, 2017). Oleh karena itu wadah yang cukup sesuai dan mudah didapatkan dan cukup ekonomis adalah yang berukuran 20 - 30 liter. Wadah untuk pembuatan pupuk juga dapat menggunakan ember bekas cat ataupun ember bekas lainnya yang berukuran 20-30 liter yang banyak dijual di tempat daur ulang barang-barang bekas. Komposter yang akan digunakan dapat dibuat saluran pembuangan (outlet) di bagian bawah dengan menggunakan pipa PVC untuk memanen cairan dari hasil dekomposisi media dan ekskresi dari maggot selama melakukan dekomposisi media. Selain dari memasang outlet untuk pengeluaran cairan, ember atau drum juga dapat dilengkapi dengan jalur migrasi larva (*crawl-off*) untuk memudahkan larva atau maggot keluar setelah masa pre-pupa, *maggot* yang terkumpul dapat dijadikan sumber indukan baru atau dijadikan sebagai pakan ikan ataupun unggas (ayam, itik, atau burung kicauan). Jalur migrasi dapat berupa kayu, bambu atau pipa yang diletakkan dalam komposter dengan kemiringan 45°. Jika kita tidak terlalu mengharapkan penggunaan dari pupuk cair dan larva atau *maggot* untuk dikembangkan maka kita hanya menyiapkan komposter (ember atau drum) saja tanpa dimodifikasi apapun. Contoh komposter tempat pembuatan pupuk *maggot* sederhana pada gambar 4 dan yang dilengkapi dengan jalur migrasi larva pada gambar 5.



Gambar 4. Komposter sederhana untuk skala rumah tangga.



Gambar 5. Komposter yang dilengkapi dengan jalur migrasi larva pada bagian dalam sumber : www.redwormcomposting.com

Komposter yang akan digunakan harus dicuci bersih sehingga tidak ada bahan-bahan kimia ataupun bahan lain yang berbahaya yang dapat membunuh larva dan diberi lubang dengan diameter sekitar 0,5 mm sebanyak 4-6 titik di bagian atas (leher) ember atau drum. Setelah komposter bersih maka limbah sayuran, buah-buahan, atau sisa daging dipotong kecil-kecil dengan ukuran 1-2 cm sebanyak 2 kg ke dalam ember 20 kg. Hal ini dapat membantu mempercepat proses karena bagian mulut larva tidak cukup besar untuk menghancurkan gumpalan sampah yang besar (Dortmans *et al.*, 2017). Untuk menarik lalat tentara hitam dewasa datang lebih cepat, dapat ditambahkan limbah kaya protein, seperti ikan, daging, dan lain-lain (Sastro, 2016). Komposter yang sudah diisi dengan sampah organik (sayuran, buah-buahan, dan lain-lain) idealnya di atasnya diletakkan media atau wadah tempat lalat betina bertelur. Media tersebut dapat berupa potongan kardus

yang dipotong melintang berlawanan dengan arah rongga, potongan pipet, potongan kayu yang memiliki lubang-lubang atau celah (Sastro, 2016) atau menggunakan *bioball* yang sering digunakan dalam filter aquarium (Dortmans *et al.*, 2017). Beberapa media tempat bertelur lalat tentara hitam dapat dilihat pada gambar 6.

Wadah yang sudah berisi sampah organik dan tempat bersarang (diletakkan di tempat terang tetapi terlindung dari sinar matahari langsung dan air hujan. Untuk mempercepat proses lalat tentara hitam bertelur pada wadah komposter, selain menambahkan sampah yang mengandung protein juga dapat meletakkan wadah komposter di daerah yang banyak ditempati lalat tentara hitam liar, seperti kebun jambu, kebun pisang, dan semak-semak (Dewantoro dan Efendi 2018). Jika hal tersebut tidak mungkin dilakukan maka cukup meletakkan wadah komposter di samping rumah dengan catatan harus terlindung dari matahari langsung dan air hujan serta mendapatkan sinar matahari yang cukup (Diner, 2010).

Wadah komposter ditutup (diberikan celah sekitar 2-3 cm) tidak terlalu rapat agar memudahkan lalat tentara hitam masuk ke dalam komposter untuk bertelur. Kemampuan dekomposisi sampah organik oleh maggot lalat tentara hitam adalah pada fase pupa, yaitu umur 21-24 hari setelah menetas (Caruso, *et all* 2013). Oleh karena itu, komposter harus dicek setelah 1-2 minggu setelah peletakan wadah, apakah sudah ada telur pada media bertelur atau larva pada sampah dalam wadah. Jika sudah ada telur dalam media bertelur maka tunggu hingga 3 minggu setelah pengecekan pertama, jika

maggot atau pupa sudah terlihat karena ukurannya sudah besar dan dapat dilihat dengan mata maka wadah dapat ditambahkan sampah organik maksimum setinggi 5 cm dari media yang sudah terdekomposisi oleh *maggot* karena jika ketinggian sampah dalam wadah lebih dari 5 cm, larva akan kesulitan mengolah sampah semuanya dan sampah yang berada pada lapisan bawah tidak tersentuh. Untuk mengatasi hal tersebut, pemberian sampah baru, dapat dilakukan dengan cara menaburkannya atau menyebarkannya membentuk huruf x, sehingga *maggot* akan mudah memakan sampah yang ditambahkan.



Gambar 6. Media tempat bertelur lalat tentara hitam. Dari kiri ke kanan: bioball, potongan kayu yang disatukan, potongan kardus. Sumber : Dortmunds et al., 2017

Sistem pemberian makan yang dilakukan terus menerus adalah hal yang disarankan untuk sistem pengolahan sampah *maggot*. Sistem pemberian makan yang terus menerus ini memberi beberapa manfaat, khususnya saat menjalankan sistem kecil di “halaman belakang rumah” pada tingkat rumah tangga atau pemukiman. Seluruh sampah organik yang terkumpul di suatu rumah tangga dimasukkan dalam sistem tersebut dan sewaktu-waktu perlu dikosongkan. Oleh karena itu, wadah komposter harus disiapkan lebih dari satu sehingga pada saat telur menetas dan menjadi larva berumur 5 hari, dapat dipindahkan ke wadah komposter berikutnya sehingga proses pembuatan kompos dari sampah rumah tangga dapat berjalan secara terus menerus, tanpa menunggu limbah dalam wadah komposter pertama terdekomposisi sempurna oleh *maggot*. Jika pupuk *maggot* akan dipanen setiap kali pengisian sampah rumah tangga ke dalam komposter maka dibutuhkan sekitar 40 hari setelah telur diindikasikan sudah menetas. Hal ini dengan melihat siklus hidup lalat tentara hitam sekitar 40 hari sehingga dalam waktu 40 hari kita akan menghasilkan pupuk bekas *maggot* atau “*Kasgot*” dan pupa yang masih ada dalam *kasgot* yang tidak keluar dari komposter. Hal ini karena tidak semua *maggot* atau pupa akan keluar dari komposter untuk mencari tempat kering

yang selanjutnya akan menjadi lalat tentara hitam dewasa. Dalam satu hari, 10 ribu *maggot* mampu mengurai 1 kg sampah rumah tangga dan menghasilkan 200 gram pupuk *maggot* (*kasgot*).

Kelebihan pupuk *maggot* adalah kemampuan dari larva dalam menekan bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella enteritica* (Yuwono 2016) sehingga pupuk *kasgot* ini lebih terhindar dari cemaran *E. coli* dan *S. enteritica*. Ekstrak larva lalat tentara hitam juga mengandung antibiotik (Yuwono, 2016) sehingga akan meningkatkan manfaat bagi ternak yang mengkonsumsinya. Adapun hasil analisis proksimat dari tepung *maggot* dari laboratorium nutrisi

dan makanan ternak UNPAD tahun 2009, mengandung protein 45%, lemak 25%, serat kasar 5,62%, abu 12,36%, dan BETN 6,8% (Dewantoro dan Efendi 2018). Kandungan protein yang cukup tinggi ini sangat baik untuk sumber protein pakan ternak baik ikan maupun unggas.

KESIMPULAN

Pembuatan pupuk *maggot* dengan memanfaatkan limbah rumah tangga sangat mudah dilakukan oleh masyarakat di perkotaan maupun pedesaan. Selain dari peralatan yang mudah diperoleh, biayanyapun relatif murah. Selain itu, hasil dari proses pengomposan dari lalat tentara hitam ini dapat menghasilkan produk yang sangat bermanfaat bagi keluarga maupun masyarakat sekitar, yaitu *kasgot* yang merupakan pupuk organik padat ataupun cair yang dapat digunakan untuk kegiatan bertani, hal ini akan mengurangi penggunaan pupuk kimia sintetis. Pupunya juga dapat menjadi sumber protein untuk pakan ternak, seperti ayam dan ikan sehingga proses pembuatan pupuk *maggot* ini dapat menjaga lingkungan dari tumpukan sampah dan menyediakan sumber pupuk untuk tanaman dan pakan untuk ternak.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. Siklus Hidup Black Soldier Fly (BSF). <http://www.maggotbsf.com>. [diunduh 25 Juli 2018].
- Anonim. Vermiman's DIY BSFL BIN. [https://www.redwormcomposting.com/the-share-board/vermimans-diy-bsfl-bin/]. [diunduh 25 Juli 2018].
- Dortmans, B.M.A., S. Diener, dan B.M. Verstappen. 2017. Proses Pengolahan Sampah Organik dengan Black Soldier Fly (BSF) Panduan langkah-langkah lengkap. Octaviannti, D.C., penerjemah. Switzerland (CH): Eawag –Swiss Fededal Institute of Aquatic Science and Technology and Department of Sanitation, Water adns Solid Waste for Development (Sandec). Terjemahan dari: Black Soldier Fly Biowaste Processing - A Step-by-Step Guide.
- Caruso, D.E., I.W. Subamia, P. Talamond, dan E. Baras. 2013. Technical Handbook Of Domestication And Production Of Diptera Black Soldier Fly (Bsf) *Hermetia Illucens*, Stratiomyidae. Nastiti Dwi Murti, editor. Bogor (ID):IPB Press
- Juniman, P.T., 2018. 5 Fakta memperhatikan seputar sampah. <http://www.cnnindonesia.com>. [diunduh 20 Januari 2018].
- Dewantoro, K. dan M. Efendi. 2018. Beternak *Maggot Black Soldier Fly*. Jakarta:Agromedia.
- Diener, S. 2010. Valorization of organic solid waste using the black soldier fly, *Hermetia illucens*, in low and middle-income countries. Swiss Federal Institute of Technology (ETH), Zurich, Switzerland.
- Noor, A.F., 2018. KLHK Fokus kurangi sampah rumah tangga dari hulu. <https://www.republika.co.id>. [diunduh 30 Juli 2018].
- Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 97 Tahun 2017 Tentang Kebijakan dan Strategi Nasional Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga.
- Purba, W.S., P.A. Safitri, dan A. Risti. 2017. Statistik Lingkungan Hidup Indonesia Environment Statistics of Indonesia 2017. Jakarta (ID) : Badan Pusat Statistik/BPS-Statistic Indonesia.
- Sastro, Y. 2016. Teknologi Pengomposan Limbah Organik Kota Menggunakan Black Soldier Fly. Jakarta (ID): BPTP Jakarta
- UU No.18 tahun 2008 Tentang pengelolaan Sampah
- Yuwono, N.W., 2016. Pemanfaatan Reaktor Biokompos Hi Untuk Menghasilkan Pupuk Organik Cair dengan Bahan Limbah Sayur dan Buah. di dalam : Estiasih Teti, Ika AD, Elok W, editor. Energi Bersih dan Terbarukan; 2016 Feb 12; Malang, Indonesia. Malang (ID): Universitas Brawijaya. Hlm 61-65.

SINTESIS HIDROGEL ASAM AKRILAT DENGAN TAPIOKA TERMODIFIKASI EKSTRAK JAHE (AA-TAPIOKA MODIF JAHE)

Ediningsih dan Devi Rusmin
Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat
Email : ediningsih1217@gmail.com

Tapioka merupakan bahan polimer alam yang potensial untuk dikembangkan dalam pembuatan biomaterial hidrogel karena sifat hidrofiliknya yang mampu meningkatkan pembengkakan hidrogel dan mudah terdegradasi di lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis hidrogel dari bahan dasar asam akrilat yang di campur dengan tapioka yang sudah dimodifikasi ekstrak kental jahe 0,2; 0,4; dan 0,6 mL melalui radiasi sinar gamma dengan dosis 10 kGy/jam selama 4 jam. Tapioka termodifikasi ekstrak jahe yang ditambahkan ke dalam hidrogel asam akrilat sebanyak 0,5; 1,0; 1,5; dan 2,0%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hidrogel asam akrilat yang ditambahkan tapioka termodifikasi ekstrak jahe 0,2 mL dengan konsentrasi tapioka 1,0% (AA-tapioka modif jahe [0,2] 1%) menghasilkan nilai fraksi gel paling tinggi yaitu sebesar 99,08%. Kenaikan pengembangan maksimum diperlihatkan oleh hidrogel AA-tapioka modif jahe [0,4] 2,0% sebesar 655,51% selama 6 jam perendaman. Sedangkan nilai EDS paling tinggi dihasilkan hidrogel AA-tapioka modif jahe [0,4] 1,5% yaitu sebesar 630,88 g/g.

Kata kunci : Hidrogel, asam akrilat, tapioka, jahe

PENDAHULUAN

Hidrogel superabsorben (HSA) merupakan salah satu bahan baku yang penting karena kemampuannya dalam menyerap air atau cairan dalam jumlah yang relatif besar (Erizal, 2016). Pembuatan superabsorben dari karbohidrat maupun turunannya mempunyai keunggulan seperti ramah lingkungan (mudah terurai secara alami), dapat diperbaharui, dan tidak beracun (Sadeghi dan Hosseinzadeh, 2008 dalam Pranata, 2014). Polimer superabsorben berbasis karbohidrat dan turunannya umumnya dibuat dengan cara pencangkakan senyawa karbohidrat dengan monomer dari golongan senyawa hidrofilik tak jenuh seperti asam akrilat,

akrilamida, akrilonitril, dan polivinil alkohol (Pranata, 2014). Salah satu jenis karbohidrat yang berpotensi untuk dikembangkan dalam pembuatan hidrogel adalah pati yang terdiri dari amilosa dan amilopektin (Herawati, 2010). Akan tetapi, penggunaan pati memiliki keterbatasan antara lain ketahanannya terhadap panas yang rendah, retrogradasi dan sineresis yang tinggi serta kelarutan dan kereaktifan yang rendah dalam pelarut organik (Effendy, 2016). Oleh karena itu, perlu dilakukan modifikasi untuk

pati termodifikasi sebagai bahan pangan dengan nilai *swelling power*, kelarutan dan kerapatan *cross-link* berturut-turut adalah 8,96 kali; 10,55 mg/mL, 203,85 rantai/cm³. Meskipun demikian, penggunaan tapioka yang sudah termodifikasi dengan bahan-bahan alami sebagai bahan tambahan dalam pembuatan hidrogel belum banyak dilaporkan, sehingga penelitian ini bertujuan untuk melakukan sintesis hidrogel poli (asam akrilat) dengan pati yang telah dimodifikasi ekstrak kental jahe.



Gambar 1. Hidrogel AA-tapioka modif jahe (a) sebelum dikeringkan; (b) sesudah dikeringkan

memperbaiki sifat-sifat fungsional pati tersebut (Retnowati *et al.*, 2010).

Modifikasi pati, khususnya secara kimia dapat dilakukan dengan cara menambahkan komponen aktif yang terdapat pada bahan alami. Retnowati *et al.* (2010) telah mereaksikan suspensi pati dengan minyak jahe yang mengandung zat aktif gingerol. Hasil percobaan tersebut menunjukkan bahwa meningkatnya perbandingan antara pati/air/minyak jahe (b/v/v), menghasilkan pati termodifikasi dengan *swelling power*, kelarutan dan kerapatan *cross-link* yang lebih tinggi. Pada komposisi pati terhadap air dan minyak jahe, (300:400:0,4) (b/v/v) menghasilkan pati termodifikasi yang cocok digunakan sebagai bahan pengemas makanan yang dapat dimakan (*edible food packaging*) dengan nilai *swelling power*, kelarutan dan kerapatan *cross-link* adalah 7,3 kali; 6,662 mg/mL dan 780,69 rantai/cm³. Sedangkan komposisi pati:air:myyak jahe sebesar 300:300:0,3 (b/v/v) merupakan komposisi terbaik untuk menghasilkan

METODOLOGI

Modifikasi Pati Tapioka dengan Ekstrak Kental Jahe (Indra dan Wibowo, 2013)

Pati tapioka sebanyak 300 gram dicampur dengan 500 mL aquades dan ekstrak kental jahe dengan beberapa variasi konsentrasi yaitu 0,2 ; 0,4 ; dan 0,6 mL. Kemudian, campuran tersebut dipanaskan pada suhu 30 °C selama 30 menit dan dikeringkan pada suhu 50 °C selama 24 jam. Selanjutnya, pati yang sudah kering tumbuk sampai halus.

Sintesis Hidrogel Asam Akrilat-Tapioka Termodifikasi Ekstrak Jahe.

Sebanyak 4 gr NaOH yang telah dilarutkan dalam aquades dan dicampur dengan 15 mL asam akrilat. Kemudian pati tapioka yang telah dimodifikasi dengan ekstrak kental jahe sebanyak 0,2; 0,4; dan 0,6 mL di timbang dalam 4 konsentrasi yang berbeda (0,5; 1,0; 1,5 dan 2,0 (b/b)) dilarutkan ke dalam air

panas hingga terbentuk gel pati. Larutan pati modifikasi kemudian dimasukkan ke dalam campuran asam akrilat dan NaOH yang telah di buat di awal. Campuran kemudian ditera menggunakan aquades hingga 100 mL dan di aduk hingga homogen menggunakan pengaduk magnetik. Selanjutnya masing-masing larutan dipindahkan dalam wadah plastik berukuran 10x15 cm² dengan ketebalan 0,5 cm dan di tutup dengan mesin sealer agar kedap udara. Larutan dalam kemasan kemudian diiradiasi pada dosis 10 kGy selama 4 jam. Hidrogel yang telah diiradiasi kemudian dipotong dan dikeringkan di oven sampai kering ±48 jam dengan suhu 60 °C. Setelah hidrogel kering, kemudian dihaluskan dengan ditumbuk dan diblender.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi Hidrogel

Frakasi gel

Persentase fraksi gel terbesar diperoleh dari pati tapioka modifikasi jahe [0,2] dengan konsentrasi pati 1%, yaitu 99,8%. Menurut Erizal (2010) nilai fraksi gel yang baik dapat mencapai 99,08 % dengan adanya iradiasi gamma.

Semakin bertambah konsentrasi pati tapioka dan ekstrak jahe yang ditambahkan dalam formulasi hidrogel memberikan perubahan yang tidak berbeda nyata dengan nilai fraksi gel. Hal ini terjadi kemungkinan disebabkan oleh tidak seragamnya ukuran hidrogel sebelum perendaman. Perbedaan luas permukaan pada hidrogel sangat

memengaruhi proses penyerapan dan kekokohan dari hidrogel tersebut.

Derajat pengembangan

Derajat pengembangan merupakan perbandingan bobot hidrogel dalam keadaan menyerap air terhadap bobot keringnya yang merupakan salah satu parameter utama dari hidrogel khususnya untuk pengujian suatu superabsorben (Erizal *et al.*, 2010). Kenaikan pengembangan maksimum diperlihatkan oleh hidrogel AA-tapioka modifikasi jahe [0,4] dengan konsentrasi pati tapioka termodifikasi 2,0% yaitu sebesar 655,51% pada saat 6 jam perendaman. Sedangkan hidrogel asam akrilat AA memiliki pengembangan maksimum yang lebih rendah sebesar 612,04% pada saat 5 jam perendaman (Tabel 2).

Hidrogel dengan penambahan pati tapioka modifikasi jahe yang lebih besar konsentrasinya akan semakin menurunkan derajat pengembangannya. Hal ini kemungkinan disebabkan dengan adanya penambahan pati tapioka modifikasi meningkatkan derajat pengembangan yang cukup signifikan. Namun, dalam konsentrasi tertentu penambahan pati tapioka modifikasi akan menurunkan derajat pengembangan yang kemungkinan dikarenakan oleh jumlah gugus hidrofilik yang meningkat, tetapi kerapatan jarak baik intra molekul maupun intermolekul dalam matriks juga meningkat. Hal ini menyebabkan terjadinya penurunan derajat pengembangan karena air sulit melakukan penetrasi ke dalam kerangka jaringan matriks hidrogel.

Tabel 1. Perbandingan nilai fraksi gel pada setiap jenis hidrogel

Jenis Hidrogel	Konsentrasi pati tapioka modifikasi jahe (%)	Frakasi gel (%)
Asam akrilat [AA] (kontrol)	0	88,32
AA-tapioka modifikasi jahe [0,2]	0,5	72,64
AA-tapioka modifikasi jahe [0,2]	1,0	99,81
AA-tapioka modifikasi jahe [0,2]	1,5	65,09
AA-tapioka modifikasi jahe [0,2]	2,0	90,26
AA-tapioka modifikasi jahe [0,4]	0,5	20,45
AA-tapioka modifikasi jahe [0,4]	1,0	82,27
AA-tapioka modifikasi jahe [0,4]	1,5	72,57
AA-tapioka modifikasi jahe [0,4]	2,0	69,64
AA-tapioka modifikasi jahe [0,6]	0,5	75,34
AA-tapioka modifikasi jahe [0,6]	1,0	73,02
AA-tapioka modifikasi jahe [0,6]	1,5	87,64
AA-tapioka modifikasi jahe [0,6]	2,0	88,06

Tabel 2. Nilai Derajat Pengembangan Hidrogel AA-tapioka modifikasi jahe Berdasarkan Waktu dan Konsentrasi

Jenis hidrogel	Konsentrasi pati tapioka modifikasi (%)	Derajat Pengembangan					
		1 jam	2 jam	3 jam	4 jam	5 jam	6 jam
Asam Akrilat [AA] (Kontrol)	0	320.91	471.49	462.96	594.80	612.04	384.12
AA-tapioka modifikasi jahe [0.2]	0,5	21.47	63.48	86.97	135.98	166.75	242.29
AA-tapioka modifikasi jahe [0.2]	1,0	21.29	51.13	46.75	98.76	276.69	440.13
AA-tapioka modifikasi jahe [0.2]	1,5	11.62	56.82	46.14	102.92	171.41	223.86
AA-tapioka modifikasi jahe [0.2]	2,0	161.24	233.38	212.93	245.23	261.02	297.32
AA-tapioka modifikasi jahe [0.4]	0,5	86.55	187.88	377.37	377.12	499.99	612.00
AA-tapioka modifikasi jahe [0.4]	1,0	358.42	458.16	561.20	546.81	503.19	343.45
AA-tapioka modifikasi jahe [0.4]	1,5	363.39	470.52	469.72	514.22	535.45	534.35
AA-tapioka modifikasi jahe [0.4]	2,0	286.56	441.03	502.64	449.31	437.99	655.51
AA-tapioka modifikasi jahe [0.6]	0,5	30.33	74.32	274.20	210.64	190.27	378.50
AA-tapioka modifikasi jahe [0.6]	1,0	205.63	376.97	270.50	428.60	437.99	452.13
AA-tapioka modifikasi jahe [0.6]	1,5	261.15	307.01	458.83	325.22	434.11	419.78
AA-tapioka modifikasi jahe [0.6]	2,0	229.16	326.50	314.51	337.74	430.04	397.19



Gambar 2. (a) 0,1 gram serbuk hidrogel dilarutkan dalam 100 mL aquades; (b) hidrogel yang sudah mengembang di dalam aquades

Derajat Kesetimbangan Pengembangan (EDS)

Nilai EDS terbesar didapatkan pada pada hidrogel asam akrilat (AA-tapioka modif jahe [0,4] dengan konsentrasi tapioka modif 1,5% yaitu sebesar 630,88 g/g. Sedangkan pada hidrogel asam akrilat AA-tapioka modif jahe [0,2] dengan konsentrasi tapioka modif 2,0% memiliki nilai EDS yang paling rendah yaitu 267,87 g/g. Asam akrilat sebagai kontrol juga memiliki nilai EDS yang cukup tinggi yaitu 527,61 g/g (Tabel 3). Menurut Erizal *et al.* (2015) derajat pengembangan kesetimbangan maksimum hidrogel berbahan dasar asam akrilat mampu mencapai ~600 g/g, dengan demikian, penelitian ini menghasilkan nilai EDS yang cukup baik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Produk antara asam akrilat dan pati tapioka yang telah dimodifikasi dengan ekstrak jahe dapat berpotensi sebagai hidrogel. Hal ini berdasarkan hasil fraksi gel yang memiliki nilai cukup besar, yaitu lebih dari 90%. Selain itu, derajat pengembangan (*swelling*) pada produk ini juga bernilai lebih dari 600% pada pengembangan maksimum. Ke depan, penelitian ini lebih baik dilanjutkan kembali dengan pengujian lain untuk mengetahui sejauh mana reaksi pencangkakan pati tapioka modifikasi jahe berpengaruh pada kualitas daya pengembangan hidrogel berbasis asam akrilat.

Effendy ABS. 2016. Modifikasi pati tapioka secara *cross-linking* dengan menggunakan natrium asetat.

Erizal. 2010. Sintesis hidrogel superabsorben poli (akrilamida-ko-kalium akrilat) dengan teknik radiasi dan penciriannya. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*. 6(2):105-116.

Erizal, M Lana, R Setyo AK dan B Abbas .2016. Sintesis dan karakterisasi hidrogel superabsorben berbasis asam akrilat hasil iradiasi gamma. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*. 11(1):27-37.

Herawati H. 2016. Potensi pengembangan produk pati tahan cerna sebagai pangan fungsional. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 30(1): 31-39.

Indra A dan GA Wibowo. 2013. Modifikasi pati tapioka menggunakan komponen aktif minyak jahe. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*. 2(2):46-50.

Pranata AW. 2014. Adsorben logam berat dari kopolimerisasi cangkok biner asam akrilat dan akrilamida pada onggok. Departemen Kimia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor.

Retnowati DS, AC Kumoro, dan S Budiyati. 2010. Modifikasi Pati Ketela Pohon Secara Kimia dengan Oleoresin dari Minyak Jahe. *Jurnal Rekayasa Proses*. 4(1):1-6.

Tabel 3. Perbandingan nilai EDS pada setiap jenis hidrogel

Jenis Hidrogel	Konsentrasi pati modif (%)	Nilai EDS (%)
Asam akrilat [AA] (kontrol)	0	527,61
AA-tapioka modif jahe [0,2]	0,5	331,24
AA-tapioka modif jahe [0,2]	1,0	287,11
AA-tapioka modif jahe [0,2]	1,5	404,51
AA-tapioka odif jahe [0,2]	2,0	267,87
AA-tapioka modif jahe [0,4]	0,5	512,07
AA-tapioka modif jahe [0,4]	1,0	386,82
AA-tapioka modif jahe [0,4]	1,5	630,88
AA-tapioka modif jahe [0,4]	2,0	556,37
AA-tapioka modif jahe [0,6]	0,5	439,38
AA-tapioka modif jahe [0,6]	1,0	447,15
AA-tapioka modif jahe [0,6]	1,5	561,28
AA-tapioka modif jahe [0,6]	2,0	433,77