

EKSTRAK BUNGKIL BIJI JARAK PAGAR (*Jatropha curcas*) SEBAGAI BIOPESTISIDA YANG EFEKTIF DENGAN PENAMBAHAN LARUTAN NaCl

K. Siadi ✉

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Info Artikel

Sejarah Artikel:
Diterima 27 Januari 2012
Disetujui 27 Maret 2012
Dipublikasikan April 2012

Keywords:
Biopesticide
Jatropha curcas
NaCl

Abstrak

Pestisida alami merupakan bahan yang mudah terurai di lingkungan, sehingga tidak dikhawatirkan menimbulkan bahaya dan efek samping terhadap lingkungan. Salah satu tanaman yang dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan biopestisida yaitu bungkil biji jarak pagar (*Jatropha curcas*). Penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui efektifitas kerja formula biopestisida bungkil biji jarak pagar dari limbah pengolahan industri biodiesel dengan penambahan larutan NaCl. Penelitian diawali dengan ekstraksi serbuk bungkil jarak pagar, diikuti pembuatan formula campuran ekstrak bungkil jarak pagar dengan larutan NaCl, uji fitokimia, aplikasi terhadap tanaman bayam dan uji toksisitas. Hasil uji fitokimia menunjukkan bahwa dalam ekstrak bungkil jarak pagar terdapat senyawa terpenoid yang diduga forbol ester, ditandai terbentuknya warna merah-ungu bila direaksikan dengan reagen Liebermann-Burchard. Biopestisida ekstrak bungkil jarak pagar dengan larutan NaCl 0,1% bila diaplikasikan pada tanaman bayam menunjukkan hasil yang baik yakni pada formula biopestisida: NaCl 0,1% dengan perbandingan 1:1, 2:1 dan 3:1. Uji toksisitas terhadap mencit yang dilakukan menghasilkan LD₅₀ 2000 mg/kg pada formula biopestisida ekstrak bungkil jarak pagar: larutan NaCl 0,1 % sebesar 2:1. Formula ini terbukti paling efektif dalam mengendalikan hama dan meningkatkan kesuburan tanaman bayam.

Abstract

*Natural pesticide is a substance that is easy to decompose in the environment, so people do not concern about its dangerous effect to the environment. One of plants that can be used as materials for biopesticide manufacturing is Jatropha seed (*Jatropha curcas*). The study was conducted to determine the effectiveness of Jatropha seed biopesticide formula made from biodiesel industry processing waste by adding NaCl solution. The study was started by extracting Jatropha powder, then followed by creating mixture of Jatropha seed extract and NaCl solution formula, phytochemical testing, applying it to spinach and toxicity testing. The result of phytochemical testing showed that Jatropha seed extracts contain terpenoid compound which is suspected as forbol ester, because it showed red-purple color when it was reacted with Liebermann-Burchard reagent. The result of Biopesticides Jatropha extract with 0.1% NaCl solution applied to spinach showed good result on biopesticide formula: NaCl 0.1% with a ratio of 1:1, 2:1 and 3:1. Toxicity testing on mice showed that it produced LD₅₀ 2000 mg / kg in the formula of biopestisida Jatropha extract: NaCl solution 0.1% of 2:1. This proves that this formula is the most effective formula to control pests and increase fertility of spinach.*

© 2012 Universitas Negeri Semarang

Pendahuluan

Penggunaan pestisida di Indonesia semakin meningkat dari tahun ke tahun. Pada saat ini penggunaan pestisida telah terbukti dapat meningkatkan hasil produksi pertanian dan dapat mengendalikan serangan serangga-pembawa penyakit pada manusia. Penggunaan kadar pestisida yang sangat tinggi telah menimbulkan kerisauan di kalangan masyarakat secara luas karena diperoleh bukti-bukti bahwa pestisida ini telah menimbulkan dampak negatif terhadap alam sekitar maupun manusia. Keberhasilan penggunaan pestisida untuk mengendalikan hama belum diikuti oleh peningkatan pengetahuan petani mengenai aspek ekologi dan toksikologi pestisida, sehingga menimbulkan penyalahgunaan pestisida yang berakibat negatif terhadap lingkungan. Sehubungan dengan masalah tersebut, maka perlu dilakukan suatu usaha untuk mendapatkan pestisida alternatif yang efektif untuk mengendalikan hama, tetapi tidak menimbulkan efek samping terhadap lingkungan.

Pestisida alami merupakan bahan yang mudah terurai di lingkungan sehingga tidak dikhawatirkan menimbulkan bahaya dan efek samping terhadap lingkungan. Salah satu tanaman yang dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan biopestisida antara lain jarak pagar (*Jatropha curcas*).

Seluruh bagian tanaman jarak pagar dapat dimanfaatkan mulai dari daun, kulit batang, akar, biji, getah dan bungkilnya. Daun dapat digunakan sebagai pakan ulat sutera jenis tertentu. Kulit batang dapat digunakan sebagai bahan pewarna biru untuk mewarnai kain, jaring atau tali pancing. Akar bisa dijadikan bahan pewarna untuk warna kuning. Biji dapat menghasilkan minyak yang digunakan sebagai bahan pembuatan biodiesel, sabun, dan pulp dalam industri kertas. Getah dimanfaatkan sebagai obat luka, dan rematik, serta cukup efektif untuk mengatasi virus mosaik pada semangka. Bungkil bisa dijadikan arang briket, pakan ternak, dan biopestisida (Prana 2006). Bungkil biji jarak pagar hasil pengolahan minyak jarak pagar mengandung forbol ester dan kursin yang beracun (Aderibigbe *et al.* 1997). Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan oleh Arifah (2009), diketahui konsentrasi forbol ester sebesar 0,2543 % (b/v) yang berasal dari 200 gram bungkil jarak pagar.

Keuntungan menggunakan jarak pagar sebagai biopestisida antara lain biaya relatif murah, mudah didapat, aman karena bahan alami yang relatif tidak menimbulkan residu

yang membahayakan lingkungan sekitar maupun konsumen.

Penggunaan jarak pagar sebagai biopestisida lebih efektif bila ditambahkan suatu zat yang dapat meningkatkan daya kerja dalam mengendalikan hama dan menyuburkan tanaman. Garam dapur (NaCl) mempunyai peranan dalam membantu menyuburkan tanaman. Unsur Na dalam NaCl mempunyai peluang untuk menggantikan sebagian fungsi unsur K. Selain itu garam dapur lebih murah dan bersifat dapat diperbaharui (Maslahah 2003). Penambahan larutan NaCl dalam biopestisida jarak pagar diharapkan dapat meningkatkan kualitas biopestisida, sehingga dapat mengatasi masalah pengendalian hama tanpa menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan dan makhluk hidup di sekitarnya serta dapat bermanfaat sebagai penyubur tanaman.

Pemanfaatan biodiesel dengan bahan baku minyak jarak pagar sebagai sumber energi yang dapat diperbaharui merupakan solusi tepat dalam menghadapi kelangkaan energi fosil pada masa sekarang dan masa yang akan datang. Perkembangan industri biodiesel di masa yang akan datang menghasilkan limbah bungkil biji jarak pagar yang sangat melimpah. Oleh karena itu biopestisida dari bungkil biji jarak pagar selain ramah lingkungan juga bahan bakunya mudah diperoleh.

Penelitian ini dilakukan untuk membuat formula biopestisida dengan memanfaatkan bungkil biji jarak pagar dari limbah pengolahan industri biodiesel dan upaya peningkatan daya kerjanya dengan penambahan larutan NaCl.

Metode

Penelitian dimulai dengan menyiapkan pereaksi Liebermann-Burchard dan pembuatan larutan NaCl. Pereaksi Liebermann-Burchard terdiri dari anhidrida asam asetat (p.a), dan asam sulfat (p.a) dengan perbandingan 3:1 (Malec & Pomilio 2003). Kemudian membuat larutan NaCl dengan kadar 0,1%; 0,5%; dan 1%.

Ekstrak bungkil jarak pagar dibuat dengan metode refluks. Mula-mula 500 gram bungkil jarak pagar diblender kemudian diayak dengan ayakan 50 mesh, diambil 300 gram kemudian diekstraksi dengan menggunakan 600 ml pelarut metanol pada suhu 60°C selama 4 jam. Saring ekstrak yang diperoleh kemudian diuapkan dengan cara evaporasi hingga diperoleh ekstrak pekat.

Uji fitokimia kimia dilakukan sebagai berikut: Ekstrak bungkil jarak pagar ditetaskan

Tabel 1. Hasil ekstraksi serbuk bungkil biji jarak pagar

Sampel	Perlakuan	Waktu	Pengamatan
serbuk bungkil biji jarak pagar	300 gram sampel diekstraksi menggunakan seperangkat alat refluks dengan 600 mL pelarut metanol teknis redestilasi, kemudian saring	4 jam	Diperoleh 400mL ekstrak berwarna kuning kecoklatan
	Dievaporasi dengan <i>rotary vacuum evaporator</i>	4 jam	Diperoleh 100mL ekstrak pekat

pada plat tetes, kemudian ditambahkan 3 tetes asam asetat anhidrida (p.a.), kemudian dibiarkan sampai kering. Selanjutnya ditambah dengan 1 tetes asam sulfat pekat dan diamati perubahan warnanya. Terjadinya warna merah/ merah ungu menunjukkan uji positif adanya terpenoid.

Pembuatan formula ekstrak bungkil jarak pagar dan larutan NaCl dilakukan sebagai berikut: Ekstrak bungkil jarak pagar ditimbang beratnya, kemudian dicari dan dibuat lethal dosis yang akan digunakan. Setelah diketahui angka lethal dosis, kemudian dibuat formula dengan dosisi tersebut. Formula biopestisida berupa ekstrak bungkil biji jarak pagar dan larutan NaCl 0,1%; 0,5%; 1% dibuat dengan variasi perbandingan berat ekstrak (1:1), (2:1), dan (3:1).

Untuk uji aplikasi formula biopestisida terhadap tanaman bayam, Tanaman bayam disiapkan dengan tinggi, ukuran dan jumlah daun sama, yang telah berumur 2 minggu. Kemudian disemprotkan formula biopestisida tanpa dan dengan penambahan larutan NaCl yang telah dibuat pada tanaman bayam dalam 3 hari sekali. Perubahan yang terjadi diamati dan dicatat. Parameter yang diamati meliputi, tinggi tanaman, jumlah daun, warna daun, diameter daun, berat basah akar, dan berat kering akar.

Uji toksisitas terhadap mencit meliputi, uji toksisitas ekstrak bungkil jarak pagar, uji toksisitas formula ekstrak bungkil jarak pagar dengan penambahan larutan NaCl 0,1%; 0,5%; 1%. Lama matinya mencit diamati dan dicatat tiap kandang dalam 14 hari. Kemudian tentukan angka LD₅₀ yang sesuai.

Hasil dan Pembahasan

Ekstraksi serbuk bungkil biji jarak pagar dilakukan dengan cara refluks dibantu pengadukan menggunakan *mixer* disertai pemanasan. Pada penelitian ini, 300 gram serbuk bungkil jarak pagar direfluks selama 4 jam dengan menggunakan 600 mL pelarut

metanol teknis redestilasi pada suhu 60°C. Refluks menggunakan *mixer* dengan tujuan untuk memudahkan mengekstrak senyawa beracun dalam serbuk bungkil biji jarak pagar ke dalam pelarut. Penggunaan pelarut tersebut didasarkan pada prinsip "*like dissolved like*" yaitu senyawa polar mudah larut dalam pelarut polar. Senyawa forbol ester adalah senyawa terpenoid yang bersifat polar sehingga akan larut dalam pelarut yang bersifat polar juga seperti metanol. Hasil ekstraksi serbuk bungkil biji jarak pagar dapat dilihat pada Tabel 1.

Pada proses ekstraksi, zat-zat terlarut dalam bungkil jarak terdistribusi dalam pelarut metanol. Ekstrak yang telah diperoleh kemudian dipekatkan menggunakan *rotary vacuum evaporator* dan dihentikan setelah diperoleh ekstrak pekat. Pemekatan dengan *rotary vacuum evaporator* merupakan tehnik pemekatan ekstrak tanpa merusak senyawa yang diisolasi dari ekstrak, karena rangkaian alat ini menggunakan pompa vacum sehingga di dalam evaporator terjadi pengurangan tekanan yang menyebabkan pelarut dapat menguap di bawah titik didihnya (Darwis 2004). Setelah proses pemekatan diperoleh ekstrak bungkil biji jarak pagar berwarna kuning kecoklatan sebanyak 100 mL yang berasal dari 300 gram serbuk bungkil biji jarak pagar. Ekstrak bungkil biji jarak pagar ini kemudian disimpan dalam botol coklat yang ditutup rapat agar tidak teroksidasi atau terkontaminasi zat lain.

Uji fitokimia dilakukan sebagai berikut. Identifikasi awal adanya senyawa forbol ester dalam ekstrak bungkil jarak pagar dilakukan dengan cara uji adanya senyawa terpenoid dengan menggunakan pereaksi Liebermann-Burchard. Larutan coklat kekuningan hasil ekstraksi bungkil biji jarak pagar direaksikan dengan beberapa tetes anhidrida asam asetat dan satu tetes asam sulfat pekat. Hasil uji senyawa terpenoid dalam larutan ekstrak bungkil biji jarak pagar dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil aplikasi formula bio-

Tabel 2. Hasil uji terpenoid ekstrak bungkil jarak pagar

Perlakuan	Pengamatan
Beberapa tetes ekstrak bungkil jarak pagar ditempatkan dalam plat tetes	Warna kuning kecoklatan
Tambahkan 3 tetes anhidrida asam asetat, biarkan hingga kering	Warna kuning
Tambahkan 1 tetes asam sulfat pekat.	Terbentuk warna merah-ungu

Tabel 3. Hasil aplikasi formula biopestisida terhadap bayam

Perbandingan ekstrak bungkil jarak pagar dengan NaCl	Tinggi tanaman (Minggu ke:)			Jumlah daun (Minggu ke:)				Warna daun (Minggu ke:)		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Tanpa penyemprotan		9,17	12	13	5	7	7	hijau	hijau muda	hijau muda, berlubang
Larutan NaCl 0%	-	9,17	11,33	16	4	7	8	hijau	hijau	hijau
Larutan NaCl 0,1%	1 : 1	9,33	11,33	17	5	7	10	hijau	hijau	hijau
	2 : 1	8,83	11,67	16,33	5	7	11	hijau	hijau	hijau
	3 : 1	8,67	12	15,67	5	7	10	hijau	hijau	hijau
Larutan NaCl 0,5%	1 : 1	9,67	13	15,5	6	7	10	hijau	hijau tua	hijau tua, bercak coklat
	2 : 1	10,33	11,83	16,5	5	7	10	hijau	hijau	hijau
	3 : 1	9	11,75	15,67	5	6	10	hijau	hijau	hijau
Larutan NaCl 1%	1 : 1	9,33	11	14	5	7	8	hijau	hijau tua, bercak coklat	hijau tua, bercak coklat
	2 : 1	9,33	10	15	5	7	8	hijau	hijau tua, bercak coklat	hijau tua, bercak coklat
	3 : 1	8,67	9,67	15	5	7	9	hijau	hijau tua	hijau tua, bercak coklat

pestisida tersebut dapat dilihat pada Tabel 3. Hasil uji fitokimia ini menunjukkan bahwa dalam ekstrak bungkil jarak pagar terdapat senyawa terpenoid yang diduga forbol ester, ditandai terbentuknya warna merah-ungu bila direaksikan dengan reagen Liebermann-Burchard.

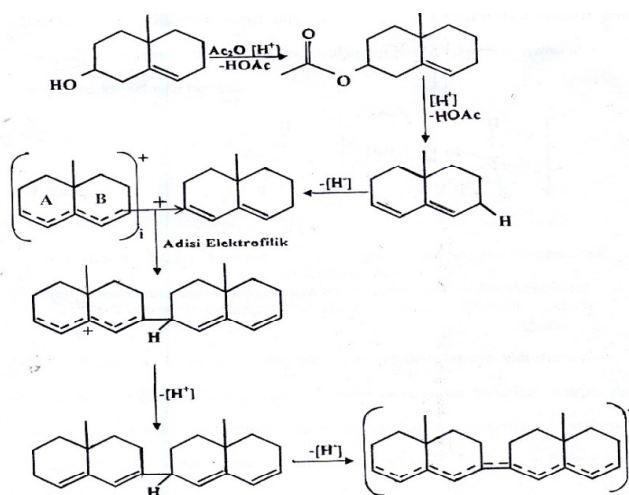
Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa dalam ekstrak bungkil biji jarak pagar positif mengandung senyawa terpenoid yang ditandai dengan terbentuknya warna merah keunguan.

Reaksi senyawa terpenoid dengan pereaksi Liebermann-Burchard menghasilkan warna merah-ungu.

Prinsip reaksi dalam mekanisme reaksi uji terpenoid yang disajikan dalam Gambar 1 adalah kondensasi atau pelepasan H₂O dan penggabungan dengan karbokation. Reaksi ini diawali dengan proses asetilasi gugus hidroksil menggunakan asam asetat anhidrida. Gugus asetil yang merupakan gugus pergi yang baik

Tabel 4. Pengamatan pada tinggi tanaman, jumlah daun, warna daun, diameter daun, berat basah dan berat kering akar tanaman

Perbandingan ekstrak bungkil biji arak pagar dengan NaCl	Diameter daun (cm)	Berat basah akar (gram)	Berat kering akar (gram)
Tanpa penyemprotan	2	0,2155	0,0416
Larutan NaCl 0%	5	0,2985	0,0499
Larutan NaCl 0,1%	1 : 1	3,5	0,4154
	2 : 1	3,5	0,3638
	3 : 1	4	0,3074
Larutan NaCl 0,5%	1 : 1	2,5	0,2868
	2 : 1	3	0,5859
	3 : 1	3	0,4463
Larutan NaCl 1%	1 : 1	1,5	0,1843
	2 : 1	1,5	0,2407
	3 : 1	2	0,2532

**Gambar 1.** Reaksi Terpenoid dengan pereaksi liebermann-burchard menghasilkan warna merah-ungu. [sumber: <http://www.unisaarland.de/student/fspharma/download/files/seminare/eab/ws5/Chromotropsaeure%20LiebermannBurchard%Dragendroff.pdf>]

akan lepas, sehingga terbentuk ikatan rangkap. Selanjutnya terjadi pelepasan gugus hidrogen beserta elektronnya, mengakibatkan ikatan rangkap berpindah. Senyawa ini mengalami resonansi yang bertindak sebagai elektrofil atau karbokation. Serangan karbokation menyebabkan adisi elektrofilik, diikuti pelepasan hidrogen. Kemudian gugus hidrogen beserta elektronnya dilepas, akibatnya senyawa mengalami perpanjangan konjugasi yang memperlihatkan munculnya warna merah-ungu.

Sebelum dilakukan uji aplikasi terlebih dahulu dibuat formula biopestisida. Formula ini

merupakan campuran ekstrak bungkil biji jarak pagar dengan larutan NaCl pada perbandingan tertentu. Tanaman bayam dikelompok-kelompokkan terlebih dahulu menjadi 4 kelompok untuk memudahkan dalam aplikasi. Tiap kelompok dibagi menjadi 3 bagian sama luas. Kelompok pertama untuk aplikasi formula biopestisida ekstrak bungkil biji jarak pagar dengan dicampur larutan NaCl 0,1%, kelompok kedua dicampurkan larutan NaCl 0,5%, kelompok ketiga dicampurkan larutan NaCl 1%, dan kelompok keempat untuk ekstrak biji jarak pagar tanpa dicampur dengan larutan NaCl. Parameter

Tabel 5. Hasil uji toksisitas terhadap mencit

Jumlah mencit	Formula biopestisida	Jumlah mencit yang mati pada hari ke :													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
4	LD 2000					x	x		x	x					
4	LD 2000 : NaCl 0,1% (1:1)										x				
4	LD 2000 : NaCl 0,1% (2:1)										x			x	
4	LD 2000 : NaCl 0,1% (3:1)								x			x	x		

yang diamati yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, warna daun, diameter daun, berat basah berat kering akar tanaman seperti ditampilkan pada Tabel 4.

Berdasarkan hasil pada Tabel 4 yang diperoleh bahwa formula biopestisida 3:1 konsentrasi NaCl 0,1% mulai terjadi kenaikan berat basah dan berat kering akar seiring dengan makin besarnya konsentrasi NaCl dalam formula hingga mencapai puncak pada formula 2:1 konsentrasi NaCl 0,5%. Pada formula 1:1 konsentrasi NaCl 0,5% mulai terjadi penurunan berat basah dan berat kering akar seiring dengan meningkatnya konsentrasi NaCl dalam formula, hingga pada formula 1:1 konsentrasi NaCl 1%, dapat dikatakan bahwa peningkatan berat basah dan berat kering akar optimum pada formula 2:1 NaCl 0,5%.

Berat basah menunjukkan banyaknya air yang dipertahankan oleh tanaman sedangkan berat kering menunjukkan banyaknya NaCl yang diserap oleh akar tanaman. Hal ini sesuai dengan literatur yang ada bahwa NaCl pada konsentrasi tertentu mampu menjaga dan meningkatkan keseimbangan air pada saat defisit air. Bila terjadi penurunan ketersediaan air secara mendadak, maka stomata tanaman yang disuplai cukup dengan Na menutup lebih cepat, dan apabila stres air berakhir maka pembukaan stomata dari tanaman yang cukup Na agak tertunda sehingga kadar air dapat dipertahankan pada taraf yang relatif tinggi.

Pada formula biopestisida ekstrak bungkil biji jarak pagar dengan larutan NaCl 0,5% pada perbandingan 2:1, terjadi penurunan berat basah dan berat kering. Hal ini dimungkinkan karena terjadi lisis zat hara pada tanaman yang disebabkan konsentrasi NaCl yang terlalu tinggi.

Salinitas atau konsentrasi garam terlarut yang cukup tinggi akan menimbulkan stres dan memberikan tekanan terhadap pertumbuhan tanaman. Salinitas menekan proses pertumbuhan tanaman dengan efek menghambat pembesaran dan pembelahan sel,

produksi protein serta penambahan biomass tanaman. Gejala pertumbuhan tanaman pada tanah dengan tingkat salinitas yang cukup tinggi adalah pertumbuhan yang tidak normal seperti daun mengering dibagian ujung dan gejala klorosis. Hal ini nampak pada daun yang semakin mengecil dan timbul bercak coklat.

Berdasarkan data yang diperoleh hasil yang baik ditunjukkan oleh tanaman yang diaplikasikan dengan formula biopestisida 1:1, 2:1 dan 3:1 untuk campuran NaCl dengan konsentrasi 0,1%.

Pada penelitian ini dilakukan uji toksisitas di laboratorium Biologi UNNES. Hewan uji yang digunakan adalah mencit varietas swiss berjenis kelamin jantan. Mula-mula dilakukan penimbangan berat ekstrak, ternyata diketahui beratnya 0,6 gram. Selanjutnya dicari angka lethal dosis yang sesuai. Setelah dilakukan perhitungan LD_{50} yang dipakai yaitu LD_{50} 2000 mg/kg badan mencit, mencit yang dipakai adalah dengan berat 30 gram yang berumur 2,5 bulan. Ada 4 kandang yang diuji toksisitasnya, tiap kandang masing-masing berisi 4 ekor mencit. Hasil uji toksisitas formula biopestisida terhadap mencit dapat dilihat pada Tabel 5.

Berdasarkan data diatas dapat diketahui jumlah mencit yang mati sebanyak 50% dalam waktu 14 hari yaitu pada formula biopestisida ekstrak bungkil jarak LD_{50} 2000mg/kg dengan larutan NaCl 0,1 % dengan rasio 2:1. Untuk uji toksisitas dipilih mencit dengan varietas swiss bejenis kelamin jantan dengan alasan bahwa mencit memiliki tingkat kepekaan terhadap zat asing yang masuk per oral mirip dengan manusia (Soemirat 2003) sehingga akan memudahkan dalam proses ekstrapolasi dosis racun pada mencit terhadap manusia.

Zat kimia dapat dimasukkan ke dalam organisme melalui berbagai macam jalur. Jalur yang dipakai dalam penelitian ini yaitu jalur *oral gavage* yaitu pemasukan melalui pipa lambung. Pemberian formula biopestisida melalui jalur oral secara cepat diabsorpsi dari saluran cerna

akan meracuni hati dengan kadar zat itu. Saluran cerna pada hewan percobaan, dapat dipandang sebagai pipa yang menembus tubuh, berpangkal pada mulut dan berakhir pada anus.

Formula biopestisida ini mampu menimbulkan efek yang dapat diamati yaitu kematian mencit dalam penelitian menunjukkan bahwa tidak seluruh anggota kelompok memberikan respon terhadap dosis atau kadar yang sama dengan cara kuantitatif identik. Beberapa mencit akan menunjukkan respon yang hebat sedangkan yang lainnya akan memperlihatkan respon yang minimal terhadap formula tertentu. Beberapa mencit mati sedangkan lainnya hidup.

Penutup

Berdasarkan data yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa aplikasi ekstrak bungkil jarak pagar terhadap bayam menunjukkan bahwa formula biopestisida, ekstrak bungkil biji jarak pagar dengan larutan NaCl 0,1% pada rasio (1:1), (2:1) dan (3:1) memberikan hasil yang baik. Aplikasi terhadap pengendalian hama dan peningkatan kesuburan tanaman bayam yaitu formula biopestisida ekstrak bungkil biji jarak pagar dengan larutan NaCl 0,1 % pada rasio (2:1) memberikan hasil yang baik.

Daftar Pustaka

- Aderibigbe AO, Johnson COLE, Makkar HPS & Becker K. 1997. Chemical composition and effect of heat on organic matter and nitrogen degradability and some anti-nutritional components of jatropha meal. *Anim. Feed Sci. Technol* 67: 223-243.
- Arifah Z. 2009. *Analisis Senyawa Aktif Phorbol Ester Dalam Bungkil Jarak Pagar (Jatropha curcas Linn) dan Pemanfaatannya Sebagai Biopestisida*. Laporan Hasil Penelitian tidak diterbitkan. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Darwis D. 2004. *Teknik Penelitian Kimia Organik Bahan Alam*. Makalah disampaikan pada Workshop Peningkatan Sumber Daya Manusia, Penelitian dan Pengelolaan Sumber Daya Hutan yang Berkelanjutan, Padang, 13-19 Juni 2004.
- Prana MS. 2006. *Budidaya Jarak Pagar (Jatropha curcas) Sumber Biodiesel*. Jakarta: LIPI Press.
- Malec LS & Pomilio AB. 2003. Herbivory Effect on the Chemical of Bromus pictus. *IDECEFYN* 1: 30-30.
- Maslahah N. 2003. *Pengaruh Nisbah K/Na Terhadap Pertumbuhan 2 Tipe Bibit Lada*. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat.
- Soemirat J. 2003. *Toksikologi Lingkungan*, edisi 1. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- <http://www.unisaarland.de/student/fspharma/download/files/seminare/eab/ws5/Chromotropsaereure%20LiebermannBurchard%Dragendroff.pdf> diakses pada 28/07/2009