Available at www.mst.ft.ugm.ac.id
Jurnal Sistem Teknik

STUDI PEMANFAATAN BUNGKIL JARAK PAGAR (*JATROPHA CURCAS L.*) SEBAGAI BAHAN BAKU PESTISIDA ALAMI; STUDY ON CAKE FROM JATROPHA CURCAS LINN USED AS NATURAL PESTICIDE MAIN SUBSTANCE

Henricus Ganjar Wahyudi[1], Sarto[2], Hadiman[3]

[1]Konsentrasi TP2SLP, Minat Studi Magister Sistem Teknik, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada
[2]jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
[3]JJurusanTeknik Geodesi, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
*Korespondensi : gandi_wahyu@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan kandungan racun dalam bungkil jarak jenis *Jathropha curcas L* sebagai pestisida alami dalam upaya mengendalikan limbah nutrisi jarak sekaligus menghasilkan pestisida yang ramah lingkungan.

Penelitian percobaan ini terdiri dari dua tahapan yaitu tahap ekstraksi dan tahap aplikasi. Pada tahap ekstrasi penelitian ini dirancang dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) **yang terdiri dari 4 faktor perlakuan, yaitu: faktor** volume air yang terdiri dari dua variasi (V1 = Volume air 600 ml, V2 = Volume air 700 ml), Faktor komposisi bungkil (B1 = bungkil hasil pengepresan dengan kulit, B2 = bungkil hasil pengepresan tanpa kulit), faktor suhu pengeringan (T1=30°C, T2 = 45°C, T3=60°C, T4=75°C), dan faktor Model Ekstraksi (M1 = Ekstraksi Model Craig, M2 = Ektraksi Tanpa Larutan CCl_4). Pada tahap penggunaan hasil ekstraksi penelitian dirancang dengan rancangan acak lengkap (RAL) dengan satu faktor perlakuan dosis,terdiri dari dua tahapan yaitu uji pendahuluan dan uji efikasi.

Hasil penelitian menyimpulkan bahwa bungkil jarak jenis *Jatropha curcas L* menunjukan dapat dijadikan bahan baku pestisida alami dengan cara mengekstraknya menggunakan Metode ekstrak Craig.Penetapan LD 50 ekstrak bungkil jarak pagar sebagai dasar untuk menentukan dosis tergantung kepada cara ekstraksi. Untuk ekstrak bungkil jarak pagar hasil ekstraksi Metode Craig dengan volume air 600 ml untuk setiap 250 gram bungkil tanpa kulit pada suhu pengeringan 45°C diketahui LD_{50}-nya pada LC 127,06 ppm dengan kisaran antara 105,47 dan 152,79, pada suhu 60°C diketahui LD_{50}-nya pada LC 43,84 ppm dengan kisaran antara 33,89 dan 55,82 pada suhu 75°C diketahui LD_{50}-nya pada LC 107,16 ppm dengan kisaran antara 82,91 dan 138,70.Untuk ekstrak bungkil jarak pagar hasil ekstraksi metode Craig dengan volume air 700 ml untuk setiap 250 gram bungkil tanpa kulit dan suhu pengeringan 30°C diketahui LD_{50}-nya pada LC 152,74 ppm dengan kisaran antara 132,29 dan 175,36 ppm.

Sejarah:

Diterima 10 Mei 2010
Diterima revisi 3 Juni 2010
Disetujui 1 Juli 2010
Tersedia online 1 Agustus 2010

Keywords:

Jarak Pagar
Bungkil
Pestisida

1. Pendahuluan

Krisis energi telah merubah fungsi jarak pagar yang tadinya hanya sekedar sebagai tanaman pembatas rumah atau kebun, kini menjadi komoditi unggulan sebagai bahan baku energi alternatif terbarukan untuk menggantikan energi fosil yang ketersediaannya terbatas dan sudah menipis. Secara ekonomis, seluruh bagian tanaman jarak pagar bisa dimanfaatkan, tetapi potensi terbesar tanaman ini terletak pada inti bijinya, karena pada inti biji inilah terdapat bahan dasar pembuatan bio diesel. Untuk mendapatkan bahan minyak yang terdapat pada pada biji jarak diperlukan proses pengolahan. Teknologi pengolahan biji jarak yang sudah ada sekarang adalah teknologi ekstraksi, yang dilakukan dengan cara *rendering*, *mechanical expretion*, *solvent extraction* dan kombinasi antara *mechanical extraction dan solvent extraction*. Ekstraksi ini menghasilkan minyak jarak dan bungkil. Menurut penelitian bungkil jarak ini memiliki komposisi proksimat 12,9% air, 10,1% abu, 45,1% protein kasar, 31,9% serat kasar dan bahan organik tak bernitrogen. (Brodjonegoro, 2005)

Meskipun bungkil biji jarak memiliki kandungan protein dan serat yang cukup tinggi, tetapi tidak bisa digunakan sebagai bahan pangan ataupun bahan baku pakan ternak, karena masih mengandung racun ricin/lectin dan phorbol ester (Trubus, 2006). Ricin/toksalbumin merupakan bahan paling beracun yang berdasarkan berat, ricin 6.000 kali lebih beracun dari sianida dan 12.000 kali lebih beracun dari racun ular *rattlesnake* (Yong, 1421 H). Menurut Merck (1997) dalam Yong (1421 H), satu dos ricin seberat 70 *micrograms* atau dua per sejuta ons (satu butir garam halus) mampu membunuh orang dewasa seberat 160 pound. Lain halnya dengan ester phorbol, riset kesehatan menyatakan senyawa aktif dalam jarak pagar ini mampu mengaktifkan protein kinase C (PKC), enzim kunci dalam penyaluran sinyal dan pengembangan sebagian besar sel dan jaringan. PKC mepengaruhi kerja protein pengatur pertumbuhan, saluran ion dan gen dan jika berlebih PKC dapat memicu tumor genesis/awal tumbuhnya tumor (Syah, 2006)

Limbah nutrisi jarak harus segera dicarikan solusi pengendaliannya, seiring dengan pesatnya budidaya jarak yang dalam kurun waktu kurang dari satu tahun sudah mulai panen, bahkan sekarang ini sudah ada yang berproduksi (PTPN 12). Kalau tidak segera dicarikan teknologi pengendaliannya maka bisa jadi krisis energi bisa teratasi tetapi muncul krisis yang baru yaitu kerusakan lingkungan. Sudah tentu hal seperti itu tidak diharapkan.

Dilihat dari komposisi proksimatnya, bungkil jarak mempunyai potensi yang sangat besar untuk dijadikan bahan baku pestisida alami karena mengandung racun yang bernama ricin. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah bungkil biji jarak jenis *Jatropha curcas* L. bisa dimanfaatkan sebagai bahan baku pestisida alami dan untuk mengetahui dosis penggunaan ektraks racun yang berasal dari bungkil biji jarak jenis *Jatropha curcas* L. yang tepat dalam upaya pembasmian serangga secara efektif.

Untuk mengetahui apakah bungkil jarak pagar ini dapat dijadikan sebagai bahan baku pestisida alami, maka perlu dilakukan proses pengolahan terlebih dahulu yaitu dengan cara memisahkan kandungan racunnya, sehingga diperoleh racun murni yang terbebas dari campuran yang lainnya. Racun yang terkandung dalam bungkil jarak pagar dipisahkan dengan cara menambahkan air dalam jumlah tertentu, kemudian diasamkan hingga pH 3,8 menggunakan H_2SO_4 5%, untuk menghasilkan *ricinine* terlarut. Larutan ricin yang masih bercampur dengan bungkil kemudian disaring dan bungkilnya dicuci sehingga bungkilnya terpisah dan benar-benar terbebas dari larutan ricin. Ricin yang terlarut dalam air masih mengandung partikel-partikel non-ricin, untuk itu perlu ditambahkan 12% sodium sulfat dengan pH 7, supaya partikel-partikel non-ricin mengendap. Langkah selanjutnya adalah memisahkan endapan non-ricin dengan larutan ricin dengan cara menyaringnya.

Untuk mengendapkan ricin, ditambahkan 16,7% Na_2SO_4, sehingga airnya terpisah dari ricin dan diperoleh endapan ricin. Endapan ricin kemudian dikeringkan dan dihaluskan dengan menggunakan ayakan 40 mesh. Tambahkan carbon tetra clor (CCl_4) untuk memisahkan Na_2SO_4 dari ricin, sehingga diperoleh ricin murni tanpa campuran senyawa lain.

Setelah ricin didapatkan perlu diketahui dosis yang tepat untuk meracuni serangga, hal ini dapat dilakukan dengan melakukan eksperimen terhadap larva.

2. Metodologi

Penelitian percobaan ini terdiri dari dua tahapan yaitu tahap ekstraksi dan tahap aplikasi. Pada tahap ekstrasi penelitian dirancang dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 faktor perlakuan, yaitu: faktor volume air yang terdiri dari dua variasi (V1 = Volume air 600 ml, V2 = Volume air 700 ml), faktor komposisi bungkil (B1 = bungkil hasil pengepresan dengan kulit, B2 = bungkil hasil pengepresan tanpa kulit), faktor suhu pengeringan (T1=30°C, T2 = 45°C, T3=60°C, T4=75°C), dan faktor Model Ekstraksi (M1 = Ekstraksi Model Craig, M2 = Ektraksi Tanpa Larutan CCl_4). Pada tahap penggunaan hasil ekstraksi penelitian dirancang dengan rancangan acak lengkap (RAL) dengan satu faktor perlakuan yaitu dosis. Adapun penelitiannya dibagi menjadi dua tahapan yaitu uji pendahuluan dan uji efikasi.

3. Hasil Penelitian Dan Pembahasan

Hasil Penelitian Tahap Ekstraksi

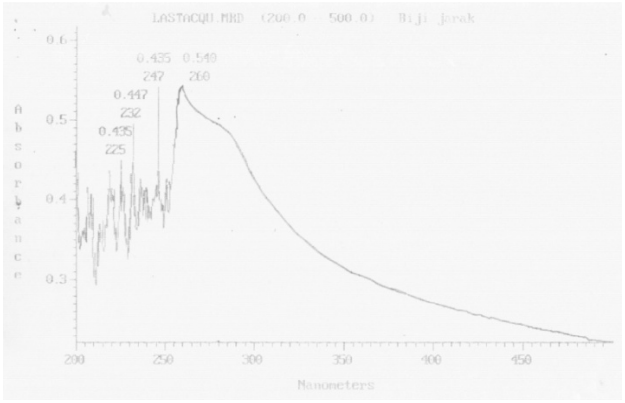
Hasil penelitian tahap ekstraksi bertujuan untuk menyiapkan bahan uji aplikasi. Data hasil penelitian tahap ekstraksi dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Data Ektraksi Model Craig Berdasarkan Jenis Bungkil, Volume Air dan Suhu Pengeringan Terhadap Jumlah Serbuk Ekstrak Hasil

Faktor			Serbuk Ekstrak (gr)	Kode Sampel
Bungkil	Volume air (ml)	Suhu (°C)		
Tanpa Kulit	600	30	3,619	A1
		45	14,569	A2
		60	10,477	B1
		75	12,777	B2
	700	30	16,640	C1
		45	17,238	C2
		60	6,687	D1
		75	5,985	D2
Dengan Kulit	600	30	11,370	E1
		45	9,599	E2
		60	12,158	F1
		75	8,998	F2
	700	30	21,589	G1
		45	12,914	G2
		60	10,864	H1
		75	11,675	H2

Ekstraksi Metode Craig pada variasi volume air 600 ml dan 700 ml dengan variasi suhu 30°C hingga 75°C serta bahan bungkil yang berbeda menghasilkan ekstrak bungkil jarak yang beratnya bervariasi. Ekstrak terbanyak diperoleh pada sampel G1 sedangkan ekstrak yang paling sedikit pada sampel A1. Hal ini kemungkinan dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya pada saat pembuburan kemungkinan ada partikel-partikel yang belum hancur, sehingga ekstrak yang dihasilkan sedikit. Kemungkinan lain juga dapat diakibatkan oleh lamanya waktu penyimpanan pada saat pengasaman.

Untuk mengetahui apakah ekstrak bungkil jarak ini mengandung racun maka dilakukan uji UV. Dari sampel yang diambil secara acak uji UV menunjukkan bahwa ekstrak bungkil jarak terbaca pada UV 280. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak bungkil jarak mengandung racun tetapi tidak bisa dipastikan jenis dan konsentrasinya meskipun ricin mempunyai UV maksimum 280 (Craig, 1952). Gambar 4.1 memperlihatkan grafik pembacaan UV terhadap ekstrak bungkil jarak.



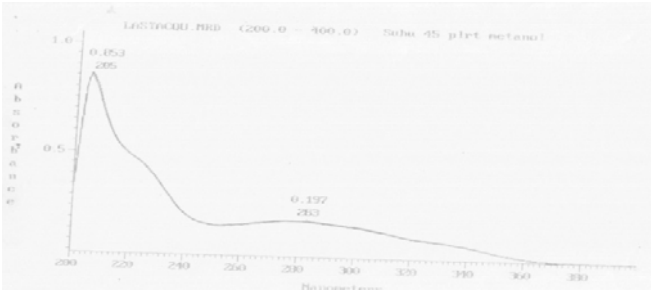
Gambar 4.1 Grafik Pembacaan UV Pada Ektrak Bungkil Jarak Hasil Ekstraksi Metode Craig Dengan Menggunakan Larutan CCl_4

Ekstraksi Metode Craig tanpa menggunakan larutan CCl_4 pada akhir proses dengan variasi volume air 600 ml dan 700 ml serta variasi suhu 30°C hingga 75°C pada bahan bungkil yang berbeda menghasilkan ekstrak bungkil jarak yang beratnya bervariasi. Ekstrak terbanyak pada sampel DD2, sedangkan ekstrak yang paling sedikit pada sampel AA1.

Tabel 4.2. Data Ektraksi Tanpa Larutan CCl_4 Berdasarkan Jenis Bungkil, Volume Air dan Suhu Pengeringan Terhadap Jumlah Serbuk Ekstrak yang dihasilkan

Faktor			Serbuk Ekstrak (gr)	Kode Sampel
Bungkil	Volume air (ml)	Suhu (°C)		
Tanpa Kulit	600	30	6,882	AA1
		45	14,978	AA2
		60	10,773	BB1
		75	9,863	BB2
	700	30	17,034	CC1
		45	17,695	CC2
		60	9,984	DD1
		75	18,777	DD2
Dengan Kulit	600	30	11,519	EE1
		45	9,999	EE2
		60	12,01	FF1
		75	9,223	FF2
	700	30	15,335	GG1
		45	9,216	GG2
		60	9,559	HH1
		75	12,447	HH2

Uji UV pada sampel yang diambil secara acak menunjukkan bahwa ekstrak bungkil jarak hasil ekstraksi metoda Craig tanpa larutan CCl_4 terbaca pada UV 280. Ini menunjukan bahwa ekstrak bungkil jarak mengandung racun meskipun tidak bisa dipastikan jenis dan konsentrasinya. Gambar 4.2 memperlihatkan grafik pembacaan UV terhadap ekstrak bungkil jarak hasil ekstraksi tanpa larutan CCl_4.



Gambar 4.2 Grafik Pembacaan UV Pada Ekstrak Bungkil Jarak Hasil Ekstraksi Metode Craig Tanpa Menggunakan Larutan CCl_4

Hasil Penelitian Tahap Aplikasi

a. Hasil uji pendahuluan

Uji pendahuluan ini dimaksudkan untuk mengetahui rentang dosis ekstrak bungkil jarak yang mampu mematikan larva uji dari mulai 0 hingga 100% dalam waktu uji 24 jam. Tujuannya untuk menentukan *Lethal Median* atau LD_{50} sebagai dasar penentuan dosis. LD_{50} didefinisikan sebagai dosis tunggal suatu zat yang secara statistik diharapkan akan membunuh 50% binatang percobaan.

Uji ini dilakukan pada larva *Aedes aygefti* instar 3 dalam air, dengan suhu dipertahankan pada 25°C, temperatur udara 27 hingga 30°C, pH 7,48 dan kelembaban udara 84%. Pengujian dilakukan dengan 3 kali ulangan dengan rentang waktu pengamatan dari 10 menit hingga 24 jam.

Larva dipilih sebagai binatang percobaan karena larva merupakan serangga percobaan standar yang dapat mewakili seluruh aspek perilaku serangga dewasa dari mulai anatomi, cara makan dan cara bernafas. Sehingga apabila ekstrak bungkil ini mampu membunuh larva maka dapat dikatakan bahwa ekstrak ini dapat membunuh serangga dewasa.

b. Hasil uji pada dosis 40%.

Berdasarkan hasil pengujian ekstrak bungkil jarak sebanyak 32 sampel dengan 1 kontrol pada dosis 40% terhadap 25 larva *Aides aygefti* selama 24 jam (lampiran 1), diperoleh sampel sebanyak 8 buah untuk dilanjutkan pengujiaannya karena mampu membunuh larva diatas 50%, sedangkan 24 sampel yang lainnya dianggap tidak layak dilanjutkan pengujiannya karena hingga rentang waktu 24 jam hanya mampu membunuh larva dibawah 20 persen bahkan ada sampel yang benar-benar tidak berhasil membunuh satu larva pun.

Adapun kedelapan sampel yang berhasil membunuh larva diatas 50% adalah seperti yang tertera pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Sampel Yang Mampu Mematikan Larva *Aides aygefti* Diatas 50% Dengan Lethal Time 24 jam Pada Dosis 40%.

No	Sampel	Jumlah Kematian Larva								
		Menit					Jam			
		10	15	30	45	60	2	4	8	24
1	A1	0	0	0	0	0	1	2	6	15
2	A2	0	0	0	0	1	3	7	15	18
3	B1	0	0	0	0	0	2	6	12	18
4	B2	0	0	0	0	2	2	15	15	20
5	C1	0	0	0	0	1	1	16	20	25
6	C2	0	0	0	0	1	4	5	12	16
7	D1	0	0	0	0	1	3	10	13	15
8	D2	0	0	0	0	2	2	11	16	21

Kedelapan sampel yang mampu mematikan larva merupakan ekstrak hasil dari ekstraksi Metode Craig sempurna. Hal ini menunjukkan bahwa ekstraksi tanpa menggunakan larutan CCl_4 tidak menghasilkan racun yang dikehendaki. Meskipun kedelapan sampel tersebut dianggap layak untuk dilanjutkan pengujiannya tapi pada dasarnya sampel tersebut memerlukan proses pemurnian ulang karena konsentrasi racun pada ekstrak bungkil ini masih rendah. Pemurnian ulang dapat dilakukan dengan menggunakan larutan CCl_4. Sedangkan sampel yang 24, sebenarnya dapat juga dilakukan pemurnian lagi, tetapi membutuhkan larutan CCl_4 yang banyak. Dengan pertimbangan tujuan penelitian hanya mengetahui apakah bungkil jarak bisa dijadikan pestisida atau tidak maka kedelapan sampel tersebut dianggap sudah mewakili untuk mencapai tujuan tersebut.

Kedelapan sampel ini dicampur dengan CCl_4 hingga semua serbuknya benar-benar larut dan dibiarkan selama 15 menit kemudian disaring dan filtratnya dikeringkan pada suhu kamar. Setelah kering pengujian dilanjutkan pada rentang dosis 50 hingga 10%.

c. Hasil pengujian dosis 50 – 10%.

Dari delapan sampel yang diujikan dengan dosis 50 - 10% pada larva *Aides aygefti* diperoleh waktu yang dibutuhkan ekstrak bungkil jarak (sampel) untuk mematikan larva hingga 100% (lampiran 2). Adapun data yang dimaksud dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel. 4.4. Data Waktu Yang Dicapai Oleh Masing-Masing Sampel Untuk Mematikan Larva *Aides aygefti* Pada Angka Kematian 100%

Dosis (%)	Waktu Yang Dicapai Oleh Sampel Untuk Kematian 100% (Menit)							
	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D1	D2
50	10*	15	30	15	30	15	10*	10*
40	10*	15	30	30	15	30	10*	10*
30	10*	15	45	15	15	30	10*	10*
20	10*	30	45	15	30	X	10*	10*
10	10*	30	45	30	30	X	10*	10*

Keterangan :

* = Pengujian dilakukan tanpa ulangan disebabkan sampel tidak mencukupi, sementara sampel yang lainnya diulang sebanyak 3 kali.

X = Pengujian tidak bisa dilanjutkan disebabkan sampel koloid (berlendir dan berjamur)

Berdasarkan data pada tabel diatas dapat dijelaskan bahwa keseluruhan sampel pada dosis 50 hingga 10 % mampu mematikan larva *Aides aygefti* 100% dengan waktu yang dibutuhkan kurang dari 2 jam. Hal ini belum mencerminkan dosis yang sebenarnya sehingga diperlukan pengenceran di bawah 10%.

Khusus untuk sampel A1, D2, dan D3 pengujian hanya dilakukan satu kali karena keterbatasan sampel. Berkurangnya jumlah sampel disebabkan karena adanya pemurnian kedua. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah ekstrak yang sedikit memiliki kadar racun yang tinggi, terbukti ketiga sampel tersebut mampu mematikan 100% larva dengan waktu 10 menit. Durasi waktu 10 menit merupakan waktu tercepat yang diperoleh dari keseluruhan pengujian.

Kasus pada sampel C2, pengujian tidak bisa dilanjutkan karena sampel berbentuk koloid (berlendir). Hal ini menunjukkan bahwa sampel masih banyak mengandung zat organik meskipun sudah melewati proses pemurnian yang kedua kalinya.

d. Hasil pengujian pada dosis 5 – 0,15%.

Hasil uji pada dosis 50 hingga 10 % menunjukkan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk membunuh larva hingga 100% hanya sebentar, untuk itu perlu pengujian lanjutan pada dosis yang lebih rendah yaitu pada dosis 5 hingga 0,15% berdasarkan deret ukur (lampiran 3). Adapun hasil pengujian pada dosis 5 – 0,15% dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel. 4.5. Data Waktu Yang Dicapai Oleh Masing-Masing Sampel Untuk Mematikan Larva *Aides aygefti* Pada Angka Kematian 100%

Dosis (%)	Waktu Yang Dicapai Oleh Sampel Untuk Kematian 100% (Menit)			
	A2	B1	B2	C1
5	45	45	15	10
2,5	45	60	10	15
1,25	45	60	10	30
0,6	30	60	10	45
0,3	45	60	60	45
0,15	45	120	60	45

Hasil pengujian menunjukkan bahwa hanya satu sampel yaitu B1 yang membutuhkan waktu 2 jam untuk mematikan larva hingga 100%, sedangkan sampel yang lainnya hanya membutuhkan waktu kurang dari 2 jam untuk mematikan larva secara tuntas.

e. Hasil pengujian pada dosis 500 dan 250 ppm.

Sehubungan dengan hasil pengujian pada dosis 5 hingga 0,15% secara keseluruhan masih menunjukkan waktu kematian yang terlalu cepat, hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi racun masih tinggi sehingga diperlukan pengujian lanjutan yaitu pada dosis 500 dan 250 ppm (lampiran 4). Adapun hasil pengujian pada dosis 500 dan 250 ppm adalah sebagai berikut:

Tabel. 4.6. Data Nilai Rata-rata Prosentase Jumlah Kematian Larva *Aides aygefti* Untuk Masing-Masing Sampel Pada Dosis 500 ppm

Sampel	Rata-rata Prosentase Jumlah Kematian Larva (%)									
	Menit						Jam			
	5	10	15	30	45	60	2	4	8	24
A2	0,0	0,0	0,0	0,0	12,0	13,3	29,3	76,0	81,3	100,0
B1	0,0	0,0	16,0	16,0	20,0	29,3	58,7	80,0	90,3	100,0
B2	0,0	0,0	16,0	16,0	20,0	29,3	58,7	80,0	89,3	89,3
C1	0,0	0,0	0,0	0, 0	70,7	84,0	84,0	85,3	88,0	100,0

Tabel 4.7. Data Nilai Rata-rata Prosentase Jumlah Kematian Larva *Aides aygefti* Untuk Masing-Masing Sampel Pada Dosis 250 ppm

Sampel	Rata-rata Prosentase Jumlah Kematian Larva (%)									
	Menit						Jam			
	5	10	15	30	45	60	2	4	8	24
A2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	13,3	34,7	34,7	81,33
B1	0,0	0,0	0,0	1,3	1,3	36	45,3	65,3	73,3	92,0
B2	0,0	0,0	0,0	2,7	2,7	4,0	13,3	37,3	72,0	73,3
C1	0,0	0,0	0,0	1,3	4,0	13,3	21,3	21,3	28,0	82,7

Data hasil pengujian pada Tabel 4.6 menunjukkan bahwa sampel A2,, B1, dan C1 konsentrasinya masih tinggi. Hal ini terbukti dari jumlah larva yang berhasil dimatikan mencapai 100%, sementara sampel yang lainnya sudah menunjukkan konsentrasi rendah karena tidak semua larva dapat dimatikan. Tabel 4.7 menunjukkan bahwa semua sampel sudah pada konsentrasi rendah dengan jumlah prosentase kematian larva dalam waktu 2 jam, jumlah kematian kurang dari 100%. Dari Tabel 4.7. dapat dijelaskan bahwa sudah dapat dilakukan uji efikasi untuk menentukan *Lethal Concentrasion* / LC.

f. Hasil uji efikasi

Uji efikasi dilakukan pada rentang dosis 800 hingga 12,5 ppm berdasarkan perhitungan deret ukur. Pengambilan dosis tertinggi 800 ppm didasarkan pada uji pendahuluan pada dosis 500 ppm tidak semua larva dapat dimatikan sedangkan dosis terendah didasarkan pada uji pada dosis 250 ppm yang menghasilkan jumlah kematian larva diatas 50%. Seperti pada uji pendahuluan, uji ini dilakukan pada larva *Aedes aygefti* instar 3 dalam air, dengan suhu dipertahankan pada 25°C, temperature udara 27 hingga 30°C, pH 7,48 dan kelembaban udara 84%. Pengujian dilakukan dengan 3 kali ulangan dengan rentang waktu pengamatan dari 5 menit hingga 24 jam. Adapun hasil dari pengujian efikasi adalah sebagai berikut:

i. Uji efikasi untuk Sampel A2.

Hasil uji efikasi untuk sampel A2 dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Rata-rata Prosentase Jumlah Kematian Larva *Aedes Aygefti* Pada Rentang Dosis 12,5 hingga 800 ppm

Dosis (ppm)	Rata-rata Prosentase Jumlah Kematian Larva									
	Menit						Jam			
	5	10	15	30	45	60	2	4	8	24
800	0,0	0,0	0,0	17,3	41,3	81,3	100,0	100,0	100,0	100
400	0,0	0,0	0,0	0,0	12,0	13,3	29,3	76,0	81,3	100
200	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	13,3	34,7	34,7	81,33
100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	6,7	9,3	9,3	25,3
50	0,0	0,0	0,0	1,3	1,3	1,3	2,7	6,7	6,7	6,7
25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0

Tabel 4.8 menunjukkan bahwa dengan dosis 800 ppm dalam waktu 30 menit sudah mampu mematikan larva sebanyak 17,3% dan 100% dalam waktu 2 jam. Dosis ini tidak dimasukkan ke dalam analisis karena konsentrasinya (LC) yang masih tinggi.

Pada dosis 400 dalam waktu 24 jam diperoleh jumlah kematian larva 100%. Dosis tersebut merupakan batas dosis maksimal sementara untuk keperluan analisis. Sedangkan untuk batas minimalnya adalah dosis 50 ppm, karena pada dosis ini diperoleh prosentase kematian terendah yaitu 6,7%. Dosis 12,5 dan 25 ppm tidak dimasukkan ke dalam analisis karena hingga waktu 24 jam prosentase kematian larvanya 0%.

LD_{50} dicari pada rentang dosis 50 ppm hingga 400 ppm, berdasarkan prosentase jumlah kematian yang sudah diketahui pada dosis 50, 100, 200 dan 400 ppm. Hasil analisis Probit (lampiran 6) menunjukkan bahwa LD 50 untuk sampel A2 ada pada LC 127,06 ppm dengan batas toleransi minimum 105,47 dan maksimum 152,79, artinya pada kondisi homogen penggunaan LC di bawah 127,06 ppm mampu membunuh larva sebanyak 50% dalam waktu 24 jam, sedangkan pada kondisi kritis, untuk membunuh larva sebanyak 50% dalam waktu 24 jam dibutuhkan LC diatas 127,06 ppm dengan batas maksimum 152,79 ppm.

ii. Uji efikasi untuk Sampel B1

Hasil uji efikasi untuk sampel B1 dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Rata-rata Prosentase Jumlah Kematian Larva *Aedes Aygefti* Pada Rentang Dosis 12,5 hingga 800 ppm

Dosis (ppm)	Rata-rata Prosentase Jumlah Kematian Larva									
	Menit						Jam			
	5	10	15	30	45	60	2	4	8	24
800	0	0	0	24,0	46,7	98,7	98,7	100,0	100,0	100,0
400	0	0	0	9,3	41,3	54,7	82,7	82,7	97,3	100,0
200	0	0	0	4,0	1,3	36,0	45,3	65,3	73,3	92,0
100	0	0	0	0,0	1,3	6,7	21,3	21,3	25,3	88,0
50	0	0	0	0,0	1,3	1,3	1,3	4,0	21,3	53,3
25	0	0	0	0,0	0,0	0,0	1,3	4,0	12,0	22,7
12,5	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	8,0	10,7

Tabel 4.9 menjelaskan bahwa dengan dosis 800 ppm dalam waktu 30 menit sudah mampu mematikan larva sebanyak 24 % dan 100% dalam waktu 4 jam. Dosis ini tidak dimasukkan ke dalam analisis karena konsentrasinya (LC) yang masih tinggi.

Pada dosis 400 dalam waktu 24 jam diperoleh jumlah kematian larva 100%. Hal ini merupakan batas dosis maksimal sementara untuk keperluan analisis. Sedangkan untuk batas minimalnya adalah dosis 12,5 ppm, karena pada dosis ini diperoleh prosentase kematian terendah yaitu sebesar 10,7%. Dosis ini tidak dimasukkan ke dalam analisis karena konsentrasinya (LC) yang masih tinggi. Berikut grafik pada Gambar 4.5 memperlihatkan prosentase jumlah larva yang berhasil dimatikan pada rentang dosis 12,5 hingga 800 ppm.

LD_{50} dicari pada rentang dosis 12,5 ppm hingga 400 ppm, berdasarkan prosentase jumlah kematian yang sudah diketahui pada dosis 12,5, 25, 50, 100, 200, dan 400 ppm. Hasil analisis Probit (lampiran 8) menunjukkan bahwa LD 50 untuk sampel B1 ada pada LC 43,84 ppm dengan batas toleransi minimum 33,89 dan maksimum 55,82, artinya pada kondisi homogen penggunaan LC dibawah 43,84 ppm mampu membunuh larva sebanyak 50% dalam waktu 24 jam, sedangkan pada kondisi kritis, untuk membunuh larva sebanyak 50% dalam waktu 24 jam dibutuhkan LC diatas 43,84 ppm dengan batas maksimum 55,82 ppm.

iii. Uji efikasi untuk Sampel B2

Hasil uji efikasi untuk sampel B2 seperti terlihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10. Rata-rata Prosentase Jumlah Kematian Larva *Aedes Aygefti* Pada Rentang Dosis 12,5 hingga 800 ppm

Dosis (ppm)	Rata-rata Prosentase Jumlah Kematian Larva									
	Menit						Jam			
	5	10	15	30	45	60	2	4	8	24
800	0,0	0,0	81,3	85,3	89,3	94,7	98,7	98,7	100,0	100,0
400	0,0	0,0	16,0	16,0	20,0	29,3	58,7	80,0	89,3	89,3
200	0,0	0,0	0,0	2,7	2,7	4,0	13,3	37,3	72,0	73,3
100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,3	49,3	50,7
50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	10,7
25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	5,3
12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	8,0

Tabel 4.10 dan grafik pada Gambar 4.6 dapat dijelaskan bahwa dengan dosis 800 ppm dalam waktu 15 menit sudah mampu mematikan larva sebanyak 81,3 % dan 100% dalam waktu 8 jam. Dosis ini dimasukkan ke dalam analisis meskipun konsentrasinya (LC) masih tinggi, karena dosis dibawahnya yaitu pada dosis 400 dalam waktu 24 jam jumlah kematian larvanya tidak mencapai 100% , tetapi hanya mampu mematikan larva 89,3%. Sedangkan untuk batas minimalnya adalah dosis 12,5 ppm, karena pada dosis ini diperoleh prosentase kematian terendah yaitu sebesar 8%.

LD_{50} dicari pada rentang dosis 12,5 ppm hingga 800 ppm, berdasarkan prosentase jumlah kematian yang sudah diketahui pada dosis 12,5, 25, 50, 100, 200 dan 400 ppm. Hasil analisis Probit (lampiran 10) menunjukkan bahwa LD 50 untuk sampel B2 pada LC 107,16 ppm dengan batas toleransi minimum 82,91 dan maksimum 138,69, artinya pada kondisi homogen penggunaan LC dibawah 107,16 ppm mampu membunuh larva sebanyak 50% dalam waktu 24 jam, sedangkan pada kondisi kritis, untuk membunuh larva sebanyak 50% dalam waktu 24 jam dibutuhkan LC diatas 107,16 ppm dengan batas maksimum 138,69 ppm.

iv. Uji efikasi untuk Sampel C1

Hasil uji efikasi untuk sampel C1 seperti terlihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11. Rata-rata Prosentase Jumlah Kematian Larva *Aedes Aygefti* Pada Rentang Dosis 12,5 hingga 800 ppm

Dosis (ppm)	Rata-rata Prosentase Jumlah Kematian Larva									
	Menit						Jam			
	5	10	15	30	45	60	2	4	8	24
800	0,0	4,0	6,7	48,0	88,0	92,0	96,0	96,0	98,7	100,0
400	0,0	0,0	0,0	1,3	4,0	13,3	21,3	21,3	28,0	82,7
200	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	1,3	1,3	6,7
100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Pada Tabel 4.11 dan grafik pada Gambar 4.7 dapat dijelaskan bahwa dengan dosis 800 ppm dalam waktu 30 menit sudah mampu mematikan larva sebanyak 6,7 % dan 100% dalam waktu 24 jam. Dosis ini menjadi batas maksimal untuk keperluan analisis. Sedangkan untuk batas minimalnya adalah dosis 200 ppm, karena pada dosis ini diperoleh prosentase kematian terendah yaitu 6,7%. Dosis 12,5, 25, 50 dan 100 ppm tidak dapat digunakan karena hingga waktu 24 jam tidak satupun larva yang mati.

LD_{50} dicari pada rentang dosis 200 ppm hingga 800 ppm, berdasarkan prosentase jumlah kematian yang sudah diketahui pada dosis 200, 400 dan 800 ppm. Hasil analisis Probit (lampiran 12) menunjukkan bahwa LD 50 untuk sampel C1 pada LC 152,74 ppm dengan batas toleransi minimum 132,28610 dan maksimum 175,36, artinya pada kondisi homogen penggunaan LC dibawah 152,74 ppm mampu membunuh larva sebanyak 50% dalam waktu 24 jam, sedangkan pada kondisi kritis, untuk membunuh larva sebanyak 50% dalam waktu 24 jam dibutuhkan LC diatas 152,74 ppm dengan batas maksimum 175,36 ppm.

Efek Samping

Sejauh ini tidak diketahui kemungkinan efek samping dari penggunaan ekstrak bungkil jarak ini karena pengujian tidak diaplikasikan dilapangan secara langsung, sehingga untuk mengetahui efek yang ditimbulkan oleh penggunaan ekstrak bungkil jarak memerlukan penelitian lanjutan. Meskipun efek samping penggunaan ekstrak ini tidak dapat diungkapkan tetapi berdasarkan literatur kalau jenis racun yang terkandung dalam ekstrak bungkil jarak pagar ini ricin maka berdasarkan sifatnya yang mudah menguap maka ekstrak bungkil ini punya efek samping bisa meracuni manusia melalui pernapasan. Selain itu ricin dapat mengakibatkan influenza, gejala demam, myalgia, dan arthralgia (Franz & Jaax, 1997).

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Bungkil jarak jenis *Jatropha curcas* L. dapat dijadikan bahan baku pestisida alami dengan cara mengekstraknya menggunakan metode ekstrak Craig.
2. Ekstrak bungkil jarak pagar hasil ekstraksi metode Craig dengan volume air 600 ml untuk setiap 250 gram bungkil tanpa kulit pada suhu pengeringan 45°C diketahui LD_{50}-nya pada LC 127,06 ppm dengan toleransi minimum 105,47 dan maksimum 152,79, pada suhu 60°C LD_{50}-nya pada LC 43,84 ppm dengan toleransi minimum 33,89 dan maksimum 55,82, pada suhu 75°C LD_{50}-nya pada LC 107,16 ppm dengan toleransi minimum 82,91 dan maksimum 138,70, dan pada volume air 700 ml dengan suhu pengeringan 30°C diketahui LD_{50}-nya pada LC 152,74 ppm dengan batas toleransi minimum 132,28 dan maksimum 175,35.

Daftar Pustaka

Alam Syah, Andi Nur. 2006. Biodiesel Jarak Pagar . Bahan Bakar Alternatif yang Ramah Lingkungan. PT Agro Media Pustaka, Tangerang.

Alam Syah, Andi Nur. 2005. Yang Beracun, Yang Berfaedah. Trubus

Alexander, M., 1977. Soil Microbiology, Second Edition. John Wiley & Sons, Ind., New York, pp 438-440.

Badan Penelitian dan Pengembangan. 2005 : Proses Pembuatan Minyak Jarak Sebagai Bahan Bakar alternatif. Departemen Pertanian Propinsi Sumatera Utara. www. mekanisasi.litbang.deptan.go.id

Borodjonegoro, Tirto P. 2005. Jarak Pagar Sang Primadona. Departemen Teknik Kimia ITB, Bandung

Craig, Hary, L., O.H. Alderk, Alsoph, H. Corwin, Sally H. Dieke, Charlotte, Karel, 1952, *Preparation of Toxic Ricin*, U.S Secretary of The Army

Franz ,D.,R, Jaax, N.,K.,1997, Ricin toxin. Textbook of military medicine: medical aspects of chemical and biological warfare. Washington, DC: US Department of the Army;:631-42. http://www.bt.cdc.gov/

Hamdi, A, 2005, Akhir Zaman Minyak , PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta .

Ketaren, S. 1986. Pengantar teknologi minyak dan lemak angan. UI Press, Jakarta.

Loehr, R.C., 1984. *Pollution Control for Agriculture, Second Edition.* Academic Press, Inc., Florida, pp 28-29, 399-401.

Lu, Frank C., 1991. *Basic Toxicology: Fundamental, Target Organ, and Risk Assesment.* Hemisphere Publishing Corporetion.

Manurung, Robert, 2005, Straight Jatropha Oil, Promissing Green Fuel, Center for Biotechnology Institut Teknologi Bandung

Purwantoro, R. Subekti, Purbang T. Eny, 2005, Energi Alternatif dari Tanaman Jarak, PT Agro Media Pustaka, Tangerang

Purwantoro, R. Subekti, Purbang T. Eny. 2007. Mengenal Khasiat Jarak Pagar. Trubus

Pallar, H., 1994, Pencemaran Toksikologi Logam Berat, PT. Rineka Cipta, Jakarta.

Sa'id, E.G., 1994. Dampak Negatif Pestisida, Sebuah Catatan bagi Kita Semua. Agrotek, Vol. 2(1). IPB, Bogor, hal 71-72

Sinaga, Ernawati, Dr,Apt. 2005. *Ricininnus Comunnis Lmn*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tumbuhan Obat UNAS/ P3TO UNAS.

Soerawidjaja, Tatang H. 2005 : Proses Produksi Minyak Jarak Pagar. Departemen Teknologi Kimia dan Kelompok Riset Biodiesel ITB. Bandung

Sudarmo, S., 1991. Pestisida. Penerbit Kanisius, Yogyakarta, hal 15-33.

Suwanto, A., 1994. Mikroorganisme Untuk Biokontrol : Strategi Penelitian dan Penerapannya Dalam Bioteknologi Pertanian. Agrotek, Vol. 2(1).IPB, Bogor, hal 40-46.

Ton, S.W., 1991. *Environmental Considerations With Use of Pesticides in Agriculture*. Paper pada Lustrum ke-VIII Fakultas Pertanian USU, Medan.

Trubus, 2005. Bahan Bakar Kenderaan Masa Depan. Juni 2005.

Triska, A., N., Kurniawan, Y., Anggoro, A. ,2000, Pestisida Alami Dari Ricinine Pada Buah Jarak (*Ricinus communis*), Laporan Penelitian, Teknik Kimia, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Uehara, K., 1996. *The Present State of Plant Protection in Japan-Safety Countermeasures for Agriculture Chemicals*. Japan Pesticide Information, No. 61. Japan Plant Protection Association, Tokyo, Japan.

Yong, M. Y, *1421 H,* Racun Ricin, http://www.bt.cdc.gov/agent/ricin/faq/index.asp