



PERTANIAN

LAPORAN PENELITIAN HIBAH BERSAING



PEMANFAATAN LIMBAH BIODIESEL (BUNGKIL DAN DAUN JARAK PAGAR) (*Jatropha curcas L.*) SEBAGAI PAKAN UNGGAS BERIKUT KAJIAN ANTHELMINTIK DAN GANGGUAN METABOLISME

Dr. Ir. Sumiati, M.Sc
Dr. Ir. Dewi Apri Astuti, MS
Sri Suharti, S.Pt, M.Si

Dibiayai oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional,
sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Desentralisasi Penelitian
Nomor: 318/SP2H/PP/DP2M/III/2008, tanggal 5 Maret 2008

Bogor Agricultural University

LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
2008

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)



HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN PENELITIAN

1. Judul Penelitian

: Pemanfaatan Limbah Biodiesel (Bungkil dan daun Jarak Pagar) (*Jatropha curcas L.*) sebagai Pakan Unggas Berikut Kajian Anthelmintik dan Gangguan Metabolisme

2. Ketua Peneliti

- a. Nama Lengkap : Dr. Ir. Sumiati, M.Sc
- b. Jenis Kelamin L/P : Perempuan
- c. NIP : 131 624 182
- d. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
- e. Jabatan Struktural : -
- f. Bidang Keahlian : Nutrisi Unggas
- g. Fakultas/Departemen : Fakultas Peternakan IPB/ Departemen INTP
- h. Perguruan Tinggi : Institut Pertanian Bogor
- i. Tim Peneliti

No	Nama	Bidang Keahlian	Fakultas/Departemen	Perguruan Tinggi
1	Dr. Ir. Dewi Apri Astuti	Fisiologi Nutrisi	Peternakan/INTP	IPB
2	Sri Suharti, S.Pt, M.Si	Biokimia Nutrisi	Peternakan/INTP	IPB

3. Pendanaan dan Jangka Waktu Penelitian

- a. Jangka Waktu Penelitian yang Diusulkan: 3 tahun
- b. Biaya Total yang Diusulkan : Rp. 150.000.000,-
- c. Biaya yang Disetujui tahun I : Rp. 45.500.000,-

Bogor, 22 Oktober 2008
Ketua Peneliti,

Mengetahui,
Dekan Fakultas Peternakan IPB

Dr. Ir. Luki Abdullah, M.Sc.Agr
NIP. 131 955 531

Dr. Ir. Sumiati, M.Sc
NIP. 131 624 182

Menyetujui.
Kepala Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Institut Pertanian Bogor

Prof. Dr. Ir. Bambang Pramudya N., M.Eng
NIP. 130 541 469

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

RINGKASAN

Dilihat dari kandungan zat makanannya, bungkil biji jarak pagar (*Jatropha curcas*) sangat potensial sebagai bahan pakan ternak. Bungkil biji jarak yang ada di Indonesia (berkulit) mengandung protein sekitar 24,7% dan energi metabolismis 2115 kkal/kg. Akan tetapi, terdapat kendala untuk memanfaatkan zat makanan yang tinggi tersebut, yaitu adanya beberapa anti nutrisi dan racun yang terkandung dalam bungkil biji jarak, diantaranya antitrypsin, tanin, fitat, serat kasar yang tinggi dan racun utama phorbolester. Untuk mengatasi hal tersebut perlu dilakukan pengolahan untuk menurunkan bahkan menghilangkan zat-zat tersebut. Tujuan penelitian ini adalah: (1) mendapatkan metode yang efektif dalam menurunkan atau bahkan menghilangkan semua racun atau zat anti nutrisi yang terkandung dalam bungkil biji jarak pagar, sehingga layak dijadikan sebagai pakan unggas; dan (2) mengevaluasi toksisitas racun bungkil biji jarak pada mencit. Metode pengolahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: 1. ekstraksi bungkil biji jarak dengan methanol (Emet); 2. Fermentasi bungkil biji jarak menggunakan *Rhizopus oryzae* (Rory), dan 3. Fermentasi bungkil biji jarak menggunakan *Trichoderma viride* (Tvir). Bungkil biji jarak kontrol (tanpa pengolahan/TP) maupun Emet, Rory dan Tvir kemudian diuji secara biologis menggunakan ayam broiler (penentuan energi metabolismis) dan mencit (toksisitas racun phorbolester). Peubah yang diamati adalah: kandungan zat makanan bungkil biji jarak, anti nutrisi tanin, asam fitat, antitrypsin, energi metabolismis dan toksisitas pada mencit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fermentasi bungkil biji jarak dengan *Rhizopus oryzae* paling efektif dalam menurunkan kadar lemak (93,3%), asam fitat (26,8%) dan antitrypsin (67,96%). Filtrat bungkil biji jarak hasil ekstraksi dengan methanol sangat efektif mematikan mencit.

Kata kunci: bungkil biji jarak pagar (*Jatropha curcas*), ekstraksi, *Rhizopus oryzae*, *Trichoderma viride*

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

SUMMARY

Jatropha curcas meal is one of potential ingredient as feed. The hulled jatropha curcas meal contain high protein (24.7%) and metabolizable energy (2115 kcal/kg), Ca 1%, and Fe 166.7 ppm. However, utilization of its rich nutrients was interferred by some antinutrients contained in the jatropha curcas, such as tannin, phytate, antitrypsine, high crude fiber and the main toxicant phorbolester. To overcome this problem, the methodes to decrease or to detoxify those substances are needed. The objectives of this research were (1) to obtain the effective methode to decrease or detoxify the antinutrients contained in the jatropha curcas meal to make its meal can be used as poultry diet ingredient; and (2) to evaluate the toxicity of main jatropha curcas meal toxicant at *mus musculus*. The methodes used in this study were: 1. extraction of jatropha curcas meal using methanol (Emet); 2. Fermentation jatropha curcas meal using *Rhizopus oryzae* (Rory), and 3. Fermentation jatropha curcas meal using *Trichoderma viride* (Tvir). Then, the untreated as well as treated jatropha curcas meal were subject to be tested biologically using broilers(metabolizable energy determination) and *mus musculus* (toxicity of phorbolester). Parameters observed were: nutrients contained in the untreated as well as treated jatropha curcas meal, tanin, phytate, antitrypsine, metabolizable energy and toxicity of phorbolester at *mus musculus*. The results showed that fermentation of jatropha curcas using *Rhizopus oryzae* was the most effective in reducing crude fat contained in the meal (93,3%), phytate (26,8%) and antitrypsine (67,96%). The Filtrate produced from jatropha curcas meal extraction using methanol effectively caused the death of *mus musculus*.

Keywords: Jatropha curcas, extraction, methanol, *Rhizopus oryzae*, *Trichoderma viride*



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

PRAKATA

Syukur alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas terlaksananya penelitian dan penulisan laporan penelitian ini. Penelitian ini dilakukan karena penulis ingin memanfaatkan limbah pengolahan biji jarak menjadi biodiesel yang diharapkan pemerintah dapat mengatasi krisis bahan bakar minyak. Jika bungkil biji jarak tersebut dapat dimanfaatkan menjadi pakan ternak, maka akan diperoleh keuntungan yang besar dari penanaman pohon jarak yang dicanangkan pemerintah Indonesia, yaitu selain diperoleh bahan bakar nabati (biodiesel), juga diperoleh bahan pakan alternatif sumber protein yang diharapkan dapat mensubsitusi sebagian pakan impor.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah mendukung pelaksanaan penelitian ini, diantaranya adalah: Tim Proyek Penelitian Hibah Bersaing DIKTI dan LPPM IPB, Dr. Ir. Erliza Hambali (Kepala Pusat Studi Surfactan dan Bioenergi/SBRC, IPB) yang telah menyumbang bungkil biji jarak pagar semua anggota tim penelitian ini (Dr. Dewi Apri Astuti, MS; Sri Suharti, Spt, Msi; Lanjatsih, Amd, Eka Ana Lusiana, Spt, Novita, Reika, Patricia), Dekan Fakultas Peternakan IPB, Ketua Departemen INTP Fakultas Peternakan IPB, dan semua pihak yang belum disebutkan dalam laporan ini.

Akhir kata, semoga hasil penelitian ini berguna bagi pengembangan Ilmu Pengetahuan maupun Pembangunan bidang Peternakan di Indonesia. Amin.

Bogor, Oktober 2008

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	i
A. LAPORAN HASIL PENELITIAN	
RINGKASAN DAN SUMMARY	ii
PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	v
AB I. PENDAHULUAN	1
AB II. TINJAUAN PUSTAKA	2
AB III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	14
AB IV. METODE PENELITIAN	15
AB V. HASIL DAN PEMBAHASAN	23
AB VI. KESIMPULAN DAN SARAN	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN	39
B. DRAFT ARTIKEL ILMIAH	48
C. SINOPSIS PENELITIAN LANJUTAN	49



No.

DAFTAR TABEL

Halaman

1. Komposisi kimia bungkil ekstraksi dari <i>Jatropha curcas</i> varietas beracun dan non-racun (% bahan kering)	6
2. Kandungan zat antinutrisi penting dalam bungkil biji jarak dari varietas beracun dan non-racun	7
3. Konsentrasi phorbol ester dan lectin bungkil biji jarak <i>Jatropha curcas</i> dengan perlakuan panas dan kimiawi	8
4. <i>Lethal Dosis Minimum Biji Jarak Pagar</i>	9
5. Komposisi dan kandungan zat makanan ransum basal mencit penelitian ...	20
6. Komposisi kimia bungkil biji jarak tanpa diolah dan yang diolah	23
7. Kandungan mineral bungkil biji jarak tanpa diolah dan yang diolah	25
8. Kandungan asam amino bungkil biji jarak tanpa diolah dan yang diolah ...	26
9. Kandungan asam amino bungkil biji jarak, dedak padi dan bungkil kedelai ..	27
10. Konsentrasi anti tripsin bungkil biji jarak tanpa diolah dan yang diolah	28
11. Kandungan Energi Metabolis Semu terkoreksi nitrogen(EMSn) Bungkil Biji Jarak tanpa diolah dan yang Diolah	29
12. Data Konsumsi, pertumbuhan dan kematian mencit yang mendapat perlakuan ..	30
13. Gambaran hematologi darah mencit yang mendapat perlakuan	31



DAFTAR GAMBAR

No.	Halaman
1. Pohon jarak pagar (<i>Jatropha curcas L.</i>)	4
2. Skema penggunaan <i>Jatropha curcas Linn</i> (Guibitz <i>et al.</i> , 1999)	5
3. Struktur Kimia <i>Phorbolester</i> (BASF, 2007)	10
4. Struktur Kimia <i>Curcin</i> (Wikipedia, 2007c)	12
5. Kandang metabolismis ayam	18
6. Kandang tikus penelitian	19
7. Bentuk ransum basal mencit (a) dan bentuk filtrat bungkil biji jarak metanol (b)	21

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



DAFTAR LAMPIRAN

No.	Halaman
1. Gambar tepung bungkil biji jarak kontrol dan yang diolah	39
2. Gambar hasil fermentasi bungkil biji jarak pagar dengan Rhizopus oryzae ...	40
3. Gambar hasil fermentasi bungkil biji jarak pagar dengan Trichoderma viride ..	40
4. Biodata Tim Penelitian	41

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

- Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Seiring dengan semakin berkurangnya produksi/pasokan minyak bumi di tingkat global mengakibatkan meningkatnya harga minyak tersebut, sehingga ketergantungan pada BBM dapat mengganggu kestabilan perekonomian dan politik negara. Berbagai upaya dilakukan untuk mendapatkan bahan bakar alternatif pengganti minyak bumi, dintaranya adalah dengan mengembangkan energi terbarukan seperti biodiesel. Tanaman biji jarak dikenal sebagai salah satu sumber terbaik untuk produksi biodiesel. Ada beberapa jenis tanaman biji jarak dikenal di Indonesia diantaranya jarak kaliki/kastor (*Ricinus communis*), jarak pagar (*Jatropha curcas*), jarak gerrita (*Jatropha multifida*), dan jarak landi (*Jatropha gossypifolia*), namun yang paling baik sebagai sumber biodiesel adalah jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). Sehubungan dengan hal tersebut di atas, saat ini di Indonesia tengah terjadi "demam biji jarak". Banyak kalangan melakukan usaha penanaman biji jarak secara besar-besaran pada areal lahan yang sangat luas di berbagai daerah yang tentunya akan menghasilkan biji jarak yang sangat banyak untuk dapat dirproses guna menghasilkan minyak untuk biodiesel. Sebagaimana proses pembuatan minyak dari biji tanaman pada umumnya, dari proses pengolahan biji jarak pun akan dihasilkan limbah atau produk ikutan berupa bungkil biji jarak. Dapat dipastikan akan dihasilkan bungkil biji jarak dalam jumlah sangat besar yang sangat potensial untuk dijadikan pakan ternak. Disamping itu, daunnya pun dipastikan akan berlimpah.

Kandungan protein kasar bungkil biji jarak berkulit yang ada di Indonesia berkisar 19 - 21%, sedangkan bungkil biji jarak tanpa kulit mengandung protein sekitar 45-50%. Komposisi asam amino, persentase asam amino esensial dan kandungan mineral bungkil biji jarak hampir sama dengan biji-bijian lain. Kandungan nutrisi demikian potensial untuk dijadikan bahan pakan ternak. Oleh karenanya bungkil biji jarak berpotensi sebagai bahan pakan lokal pengganti sebagian bungkil kedele yang masih diimpor dalam jumlah banyak dan menguras devisa negara.

Beberapa pustaka menyatakan bahwa bungkil biji jarak mengandung racun atau zat antinutrisi yang dapat mengganggu performan ternak, bahkan dapat mengakibatkan kematian. Zat antinutrisi tersebut adalah lectin (curcin), phorbol esters, saponin, protease inhibitors, fitat dan serat kasar yang tinggi (pada bungkil biji jarak berkulit). Umumnya diketahui bahwa zat antinutrisi dapat dinetralisir dengan pengolahan secara kimia, fisika (pemanasan) dan biologis. Namun metode efektif untuk mengurangi bahkan menghilangkan kadar berbagai racun atau anti

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

nutrisi yang terkandung dalam biji jarak pagar belum diketahui. Beberapa peneliti di berbagai negara (German, Austria, Meksiko, Nigeria, Nicaragua) sudah melakukan penelitian detoksifikasi bungkil biji jarak dengan berbagai metode (fisika, kimia, biologis), namun di Indonesia belum banyak yang melakukan detoksifikasi bungkil biji jarak yang ditanam di Indonesia. Dalam penelitian ini akan dilakukan berbagai metode detoksifikasi (moist heat treatment) diikuti ekstraksi dengan methanol 90%, fermentasi dengan kapang *Rhizophus oryzae* dan *Trichoderma viride* serta kombinasi *moist heat treatment* dengan fermentasi). Dengan pemanasan dalam kadar air tinggi diharapkan dapat menurunkan racun *curcin* dan *trypsin inhibitor*s. Ekstraksi methanol 90% diharapkan dapat menurunkan racun *phorbol ester*. *Rhizopus oryzae* adalah kapang penghasil enzim lipase, sehingga diharapkan dapat memecah ikatan *phorbol ester* yang diduga sebagai lipoprotein. *Trichoderma viride* adalah kapang penghasil enzim sulase, sehingga diharapkan dapat mencerna serat kasar yang terkandung dalam bungkil biji jarak. Kombinasi dari perlakuan pemanasan dan fermentasi diharapkan akan lebih efektif dalam menurunkan seluruh anti nutrisi yang terkandung dalam biji jarak.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Tanaman Jarak

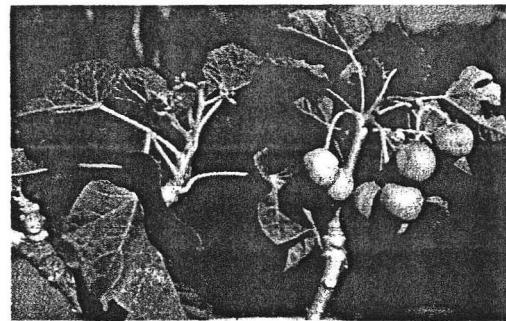
Di Indonesia terdapat berbagai jenis tanaman jarak antara lain jarak kepyar (*Ricinus communis*), jarak ulung (*Jatropha gossypifolia*) dan jarak pagar (*Jatropha curcas*). Jenis jarak tersebut memiliki potensi sebagai penghasil minyak bakar (Haryadi, 2004). Saat ini, jarak pagar (*Jatropha curcas*) sedang dikembangkan di Indonesia sebagai bahan baku biodiesel. Pemerintah, pihak swasta, Lembaga Swadaya Masyarakat dan pihak Perguruan Tinggi telah sepakat untuk menanam 10 juta ha jarak pagar (Trubus, 2006).

Jarak pagar (*Jatropha curcas*) telah lama dikenal oleh masyarakat Indonesia, yaitu sejak dijajah angsa Jepang pada tahun 1942-an. Beberapa nama daerah (nama lokal) yang diberikan kepada jarak pagar ini antara lain Sunda (jarak kosta, jarak budeg), Jawa (jarak gundul, jarak pager), Bali (jarak pager), Nusatenggara (lulu mau, paku kase, jarak pageh), Maluku (al huwa kamala) (Haryadi, 2004).

Tanaman jarak pagar termasuk famili *Euphorbiaceae*, satu famili dengan karet, berasal dari Amerika Tengah sekitar 70 juta tahun yang lalu. Klasifikasi jarak pagar menurut Anonimous (2005) adalah :

<i>Kingdom</i>	: <i>Plantae</i>
<i>Subkingdom</i>	: <i>Tracheobionta</i>
<i>Super division</i>	: <i>Spermatophyta</i>
<i>Division</i>	: <i>Magnoliophyta</i>
<i>Class</i>	: <i>Magnoliopsida</i>
<i>Subclass</i>	: <i>Rosidae</i>
<i>Order</i>	: <i>Euphoriales</i>
<i>Family</i>	: <i>Euphorbiaceae</i>
<i>Genus</i>	: <i>Jatropha</i>
<i>Species</i>	: <i>curcas</i>

Tanaman jarak merupakan tanaman bandel, dalam arti dapat tumbuh pada tanah yang kurang subur, tetapi memiliki drainase yang baik, tidak tergenang air. Untuk tumbuh optimal, tanaman jarak memerlukan suhu berkisar antara 18°C – 30°C, ketinggian 0 – 2000 m diatas permukaan laut (dpl), curah hujan antara 300 mm – 1200 mm (Haryadi, 2004). Tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas*) dapat dilihat pada Gambar 1.



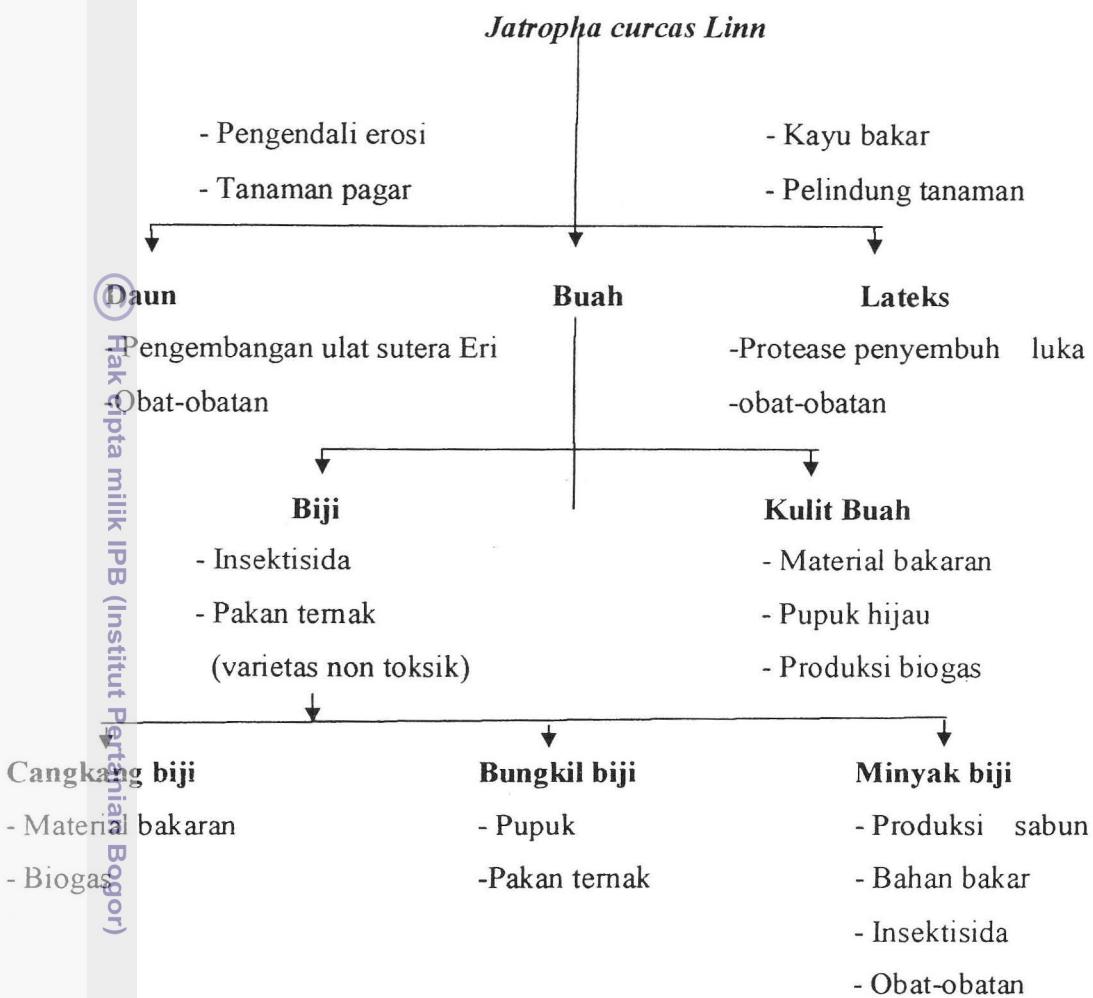
Gambar 1. Pohon jarak pagar (*Jatropha curcas* L.)

Manfaat Pohon Jarak

Secara ekonomi, tanaman jarak pagar bisa dimanfaatkan seluruh bagiannya, mulai dari daun, buah, kulit batang, getah dan batangnya. Daunnya bisa diekstraksi menjadi bahan pakan ulat sutra dan obat-obatan herbal. Kulit batang bisa dieskstraksi menjadi tannin atau sekedar dijadikan bahan bakar lokal untuk kemudian menghasilkan pupuk. Bagian getah bisa diekstraksi menjadi bahan bakar. Demikian juga bagian batang, bisa digunakan untuk kayu bakar (Departemen Teknik Kimia ITB, 2005). Anggorowati (2005) telah memanfaatkan kayu jarak pagar (*Jatropha curcas* Linn.) sebagai arang aktif. Menurut Guibitz *et al.* (1999), kegunaan pohon jarak diilustrasikan pada Gambar 2.

Manfaat lain dari tanaman jarak pagar yaitu sebagai tanaman penghijauan. Proses fotosintesisnya mampu menyerap karbon dioksida (CO_2) dan kadang-kadang bercampur gas-gas atmosfer, sehingga dapat memberi tekanan balik terhadap efek rumah kaca. Di bidang kesehatan, tanaman jarak pagar dapat digunakan sebagai penawar rematik, mengobati penyakit sakit gigi, hernia, kanker dan *gonorrhoea* (Purba, 2007).

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Gambar 2. Skema penggunaan *Jatropha curcas Linn* (Guibitz *et al.*, 1999)

Potensi Bungkil Biji Jarak untuk Pakan

Potensi terbesar jarak pagar ada pada buah yang terdiri dari biji dan cangkang (kulit).

Pada biji terdapat inti biji dan kulit biji. Inti inilah yang menjadi bahan dasar pembuatan biodiesel, sumber energi pengganti solar. Hasil eksstraksi dari inti biji akan dihasilkan minyak jarak pagar dan bungkil ekstraksi. Minyak jarak pagar digunakan untuk penyabunan dengan hasil akhir berupa sabun dan meranolis/etanolis yang hasil akhirnya berupa biodiesel dan gliserin. Bungkil ekstraksi bisa menghasilkan pupuk dan sebagai bahan dasar pembangkit biogas yang produk akhirnya berupa biogas pengganti minyak tanah. Bungkil ekstraksi ini juga setelah didetoksifikasi dapat digunakan sebagai pakan ternak (Departemen Teknik Kimia ITB, 2005).

Bungkil biji jarak mengandung nutrien yang sangat kaya, terutama kandungan proteinnya yang hampir sama dengan bungkil kedelai, bahkan bisa lebih. Menurut Departemen Teknik Kimia ITB (2005), komposisi proksimat bungkil biji jarak bebas minyak terdiri dari 12,9% air; 10,1% abu; 45,1% protein kasar; 31,9% serat kasar dan bahan organik tidak bernitrogen. Menurut Francis *et al.* (2005), persentase protein sejati (true protein) pada bungkil biji jarak pagar sangat tinggi, yaitu sekitar 90%, non-protein nitrogennya sekitar 7,8 – 9%. Komposisi kimia bungkil biji jarak pagar menurut Makkar *et al.* (1998) disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimia bungkil ekstraksi dari *Jatropha curcas* varietas beracun dan non-racun (% bahan kering)

Komponen	Varietas beracun	Varietas non-racun
Protein kasar	56,4	63,8
Lemak	1,5	1,0
Abu	9,6	9,8
Energi bruto (MJ/kg)	18,2	18,0
NDF	9,0	9,1

Sumber: Makkar *et al.* (1998)

Meski kadar proteinnya sangat tinggi, bungkil biji jarak pagar beracun, karena antara lain mengandung zat kursin (curcin) dan ester forbil. Untuk dijadikan pakan ternak, bungkil biji jarak harus diolah terlebih dahulu (Departemen Teknik Kimia ITB, 2005). Menurut Francis *et al.* (2005), racun utama dari *Jatropha curcas* adalah *phorbol ester* (phorbol – 12 – myristate 13 acetat). Selain phorbol ester, jarak mengandung antinutrisi seperti inhibitor trypsin, lectin dan fitat. Berbagai macam zat antinutrisi yang terkandung dalam biji jarak disajikan pada Tabel 2.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Tabel 2. Kandungan zat antinutrisi penting dalam bungkil biji jarak dari varietas beracun dan non-racun

Komponen	Varietas Beracun	Varietas non-racun
Phorbol esters (mg/g biji)	2,79	0,11
Total fenol (% asam tannin eq.)	0,36	0,22
Tannin (% asam tannin eq.)	0,04	0,02
Fitat (% bahan kering)	9,4	8,9
Saponin (% diosgenin eq.)	2,6	3,4
Inhibitor tripsin (mg tripsin yang dihambat per g sampel)	21,3	26,5
Lectin (1 /mg bungkil yang memproduksi haemagglutinasi per ml medium)	102	51

Sumber: Francis *et al.* (2005)

Zat-zat antinutrisi tersebut di atas, terutama *phorbol ester* membuat bungkil biji jarak sangat beracun jika diberikan pada ternak kalau tidak diolah terlebih dahulu. El-Badwi *et al.* (1995) dalam Aregheore *et al.* (2003) melaporkan bahwa terjadi tingkat kematian yang tinggi dan perubahan patologi yang parah pada ayam Hisex Brown yang diberi ransum mengandung 0,5% biji *Jatropha curcas*. Leeson dan Summers (2001) melaporkan bahwa pengaruh racun biji jarak pada ayam terjadi pada pemberian 2 dan 4 % tepung biji jarak selama 3 minggu (0-3 minggu). Perlakuan tersebut memperlihatkan pengaruh yang sangat dramatis terhadap pertumbuhan, yaitu rataan bobot badan pada umur 21 hari adalah 677, 240 dan 148 g/ekor untuk masing-masing perlakuan 0, 3 dan 4 % biji jarak dalam ransum.

Inhibitor tripsin dan lectin dalam bungkil biji jarak pagar bersifat tidak stabil dengan panas, sehingga racun tersebut dapat dihilangkan dengan perlakuan pemanasan. Sementara *phorbol ester* tidak dapat dirusak dengan perlakuan pemanasan, karena racun ini bersifat stabil dalam panas dan tidak rusak dalam suhu pemanggangan (roasting) sekitar 160°C selama 30 menit. Racun dalam bungkil tersebut tersebut dapat dikurangi dengan perlakuan kimiawi (Makkar dan Becker, 1997 dalam Aregheore *et al.*, 2003).

Aregheore *et al.* (2003) telah melakukan pengolahan bungkil biji jarak pagar dengan perlakuan panas dan kimiawi, hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Konsentrasi phorbol ester dan lectin bungkil biji jarak *Jatropha curcas* dengan perlakuan panas dan kimiawi

No.	Perlakuan	Phorbolester	Lectin
1.	Tanpa perlakuan	1,78	102
2.	Kontrol (ekstraksi, dipanaskan)	1,78	1,17
3.	Kontrol (ekstraksi, dipanaskan, diikuti pencucian 4x dengan 92% methanol)	0,09	0
Perlakuan kimiawi, diikuti pemanasan pada 121°C selama 30 menit:			
4.	2,5% NaOH (w/w) + 10% NaOCL (v/w)	0,22	0
5.	3,0% NaOH (w/w) + 10% NaOCL (v/w)	0,22	0
6.	3,5% NaOH (w/w) + 10% NaOCL (v/w)	0,14	0
7.	4,0% NaOH (w/w) + 10% NaOCL (v/w)	0,13	0
8.	2,0% NaOH (w/w)	0,89	0
9.	2,5% NaOH (w/w)	0,34	0
10.	3,0% NaOH (w/w)	0,29	0
11.	3,5% NaOH (w/w)	0,18	0
12.	2,0% NaOH (w/w) + 15% NaOCL (v/w)	0,46	0
13.	2,0% NaOH (w/w) + 20% NaOCL (v/w)	0,47	0
14.	2,0% NaOH (w/w) + 25% NaOCL (v/w)	0,24	0
15.	4,0% NaOH, diikuti 2x pencucian dengan 92% methanol	tidak terdeteksi	0
16.	4,0% NaOH, diikuti 4x pencucian dengan air destilasi	tidak terdeteksi	0

Sumber: Aregheore *et al.* (2003); w/w = berat/berat; v/w = volume/berat

Aisjah (1998) melaporkan bahwa fermentasi bungkil biji jarak oleh *Rizophorus oligosporus* dapat meningkatkan kandungan protein kasar, lemak kasar, asam amino serta menurunkan serat kasar dan anti nutrisi ricin. Penggunaan bungkil biji jarak produk fermentasi sampai 15 % dalam ransum tidak membahayakan kelinci. Aisjah (2000), melaporkan bahwa bungkil biji jarak hasil

fermentasi sampai taraf 12 % dalam ransum ayam broiler tidak berpengaruh terhadap kecerenan protein ransum. Trabi *et al.* (1997) menyatakan bahwa *Rhizopus oryzae* dapat digunakan untuk mendegradasi zat toksik pada bungkil biji jarak.

Hasil penelitian Herrera *et al.* (2006) menunjukkan bahwa trypsin inhibitors pada bungkil biji jarak sangat mudah diinaktivasi dengan perlakuan pemanasan kadar air tinggi pada suhu 121°C selama 25 menit. Kadar fitat sedikit menurun dengan perlakuan iradiasi pada 10 kGy, saponin menurun dengan perlakuan ekstraksi dengan ethanol dan iradiasi. Ekstraksi bungkil biji jarak dengan ethanol diikuti perlakuan dengan 0,07% NaHCO₃ dapat menurunkan aktivitas lectin dan phorbol ester. Perlakuan panas dapat meningkatkan kecerenan protein *in vitro*.

Toksitas Biji Jarak

Biji dan minyak biji jarak pagar ditemukan bersifat toksik pada tikus, mencit, sapi, domba, kambing, manusia dan ayam (Makkar *et al.*, 1999). *Lethal dose* minimum biji jarak pagar pada beberapa ternak disajikan pada Tabel 4.

Biji jarak mengandung *acronarcotic*, beracun terhadap manusia dan sapi, namun dapat digunakan untuk melawan kanker dan kutil. Jarak pagar mengandung *phorbolester* yang bersifat *molluscicidal* (Inga *et al.*, 2002) dan *curcin* yang bersifat sebagai anti kanker (Lin *et al.*, 2003). Gejala keracunan berupa rasa mual, muntah, sakit perut, sesak nafas, pusing, keringat dingin dan akhirnya meninggal (Sinaga, 2007). Dua buah biji jarak dapat berfungsi sebagai pencahar perut sedangkan 4-5 buah biji jarak dapat menimbulkan kematian terutama pada anak-anak (Duke, 1983).

Tabel 4. *Lethal Dosis Minimum Biji Jarak Pagar*

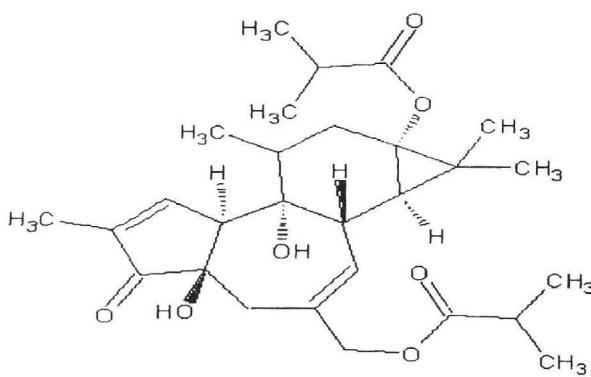
Ternak	Kandungan Bungkil Biji Jarak dalam Pakan		Asupan Curcin (mg Total)	Mati pada Hari	Ke-
	(g/kg)	(g Total)			
Domba	7,4	67	460	9	
Kambing	1,5	8	55	12	
Anak Sapi	3,0	36	248	12	

Sumber: Gubitz *et al.* (1998)

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Phorbolester

Phorbolester merupakan senyawa organik dari tumbuhan yang merupakan anggota *diterpenes*. *Phorbolester* disebut juga dengan *diterpene ester*. *Phorbolester* dapat larut dalam larutan organik yang bersifat polar dan dalam air (Wikipedia, 2007d). *Phorbolester* merupakan komponen toksik dalam *Jatropha curcas* yang bisa diperoleh dengan ekstraksi menggunakan pelarut metanol (Rug *et al.*, 2006). Berbagai ester dari *phorbol* memiliki sifat biologis yang penting, khususnya kemampuannya sebagai pemacu tumor (Wikipedia, 2007d). Struktur kimia *phorbolester* dapat dilihat pada Gambar 3.



12-Desoxyphorbol-diisobutyrate

Gambar 3. Struktur Kimia *Phorbolester* (BAPRI, 2007)

Phorbolester merupakan analog dari *diacylglycerol* (DAG) dan merupakan pemacu tumor yang menyebabkan berbagai perubahan fisiologis ketika berada di dalam sel dan jaringan (UniProt, 2007). Bentuk *phorbolester* menyerupai *diacylglycerol*, turunan gliserol yang diperoleh dari dua kelompok hidroksil yang telah bereaksi dengan asam lemak membentuk ester dan bersifat karsinogenik. Bentuk ester *phorbol* yang paling terkenal yaitu *phorbolester* disebut juga dengan *12-O-tetradecanoylphorbol-13-acetate* (TPA). Rumus kimia TPA adalah C₂₀H₂₈O₆, dengan berat molekul 364,44 g/mol yang dapat mencair pada suhu 250-251 °C atau dapat juga disebut dengan *phorbol-12-myristate-13-acetate* (PMA) (Wikipedia, 2007d).

Phorbolester diketahui dapat mengaktifkan *protein kinase C* (PKC) yang meniru aktivitas *diacylglycerol* (DAG). *Protein kinase C* (PKC) merupakan enzim kinase yang memodifikasi protein lain dengan menambahkan fosfat secara kimiawi dan memiliki pengaruh yang sangat nyata terhadap aktivitas sel. *Phorbolester* dapat meningkatkan afinitas PKC Ca²⁺ secara dramatis

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

dan bersifat stabil serta tidak dapat terdegradasi secara cepat setelah menstimulasi PKC, sehingga menyebabkan aktivasi yang mengarah pada respon fisiologis seperti proliferasi dan diferensiasi sel yang tidak terkontrol (Asaoka *et al.*, 1992). *Phorbolester* diketahui berperan dalam mengakibatkan sakit perut, efek iritasi kulit dan pemacu tumor karena *phorbolester* merangsang PKC yang dibutuhkan dalam sinyal transduksi dan proses perkembangan seluruh sel dan jaringan (Makkar dan Becker, 1997b).

Phorbolester (phorbol-12-myristate 13-acetate) pada biji jarak diidentifikasi sebagai zat toksik utama (Makkar dan Becker, 1997a; Becker dan Makkar, 1998). Hal ini dikarenakan *phorbolester* stabil terhadap pemanasan (Wink, 1993; Martínez-Herrera *et al.*, 2006) dan dapat bertahan pada pemanasan diatas suhu 160 °C selama 30 menit (Makkar dan Becker, 1997b). Hasil penelitian Aregheore *et al.* (1998) menduga bahwa penyebab kematian pada tikus yang diberi perlakuan bungkil biji jarak yang diberi perlakuan panas yaitu adanya kandungan *phorbolester* yang tahan terhadap perlakuan panas. *Phorbolester* pada bungkil biji jarak dapat direduksi dari level 1,78 menjadi level 0,09 mg/g dengan perlakuan pemanasan (121 °C selama 30 menit) diikuti pencucian sebanyak 4 kali dengan metanol 92%. Bungkil biji jarak hasil perlakuan ini mengandung 68% protein kasar, lebih tinggi dibandingkan dengan hampir seluruh bungkil biji-bijian penghasil minyak lainnya (Aregheore *et al.*, 2003). Martínez-Herrera *et al.* (2006) menyatakan bahwa ekstraksi bungkil biji jarak pagar dengan etanol yang dilanjutkan dengan pencampuran 0,07% NaHCO₃ dapat menurunkan kandungan *phorbolester* sebanyak 97,9%.

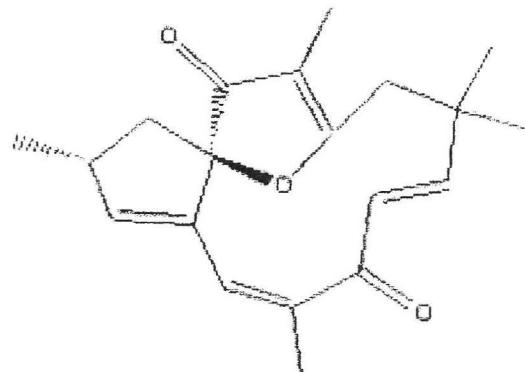
Curcin

Curcin atau *lectin* adalah *phitotoxin* atau *toxalbumin* yang memiliki molekul protein besar, kompleks dan sangat beracun, menyerupai struktur dan fisiologis racun bakteri (Heller, 1996). Struktur kimia *curcin* dapat dilihat pada Gambar 4.

Curcin merupakan suatu protein *non-immunoglobulin* alam yang mampu mengenal secara spesifik dan dapat berikatan dengan sebagian karbohidrat dari kompleks karbohidrat tanpa mengubah struktur kovalen yang dikenal dengan ligan glikosil. *Curcin* dapat menggumpalkan sel darah merah pada semua spesies hewan dan semua tipe darah (Cheeke, 1989). *Curcin* atau *lectin* memiliki beberapa fungsi biologis mulai dari pengaturan pelekatkan sel hingga sintesis glikoprotein dan pengontrolan level protein dalam darah.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Gambar 4. Struktur Kimia Curcin (Wikipedia, 2007c)

Curcin atau lectin diketahui mempunyai peranan penting dalam sistem kekebalan dengan mengenai karbohidrat khusus yang ditemukan pada patogen atau sebagai penghambat pada sel inang. Sebagai contoh jalur pengaktifan komplemen curcin dan pengikatan mannosa dengan curcin. Curcin atau lectin pada tanaman berperan sebagai pengikat glikoprotein pada permukaan sel, sedangkan pada hewan berperan pada pengikatan cairan ekstraselular dan intraselular glikoprotein (Wikipedia, 2007c).

Lin *et al.* (2003) mengatakan bahwa curcin dapat berfungsi sebagai pengikat dari glycoprotein (biomolekul yang merupakan gabungan dari protein dan karbohidrat) pada permukaan sel. Mekanisme curcin berhubungan dengan aktivitas *N-glycosidase* yang kemudian dapat mempengaruhi metabolisme. *N-glycosidase* merupakan enzim *glycosidase* yang berfungsi sebagai pengatur kenormalan sel, anti bakteri dan mendegradasi selulosa dan hemiselulosa. Selain itu, curcin bersifat aksi anti inhibitor yang kuat terhadap sintesa protein.

Phitotoxin tidak tahan terhadap panas; karenanya dapat diukur dengan metode penguapan. Curcin dapat menyebabkan iritasi pada mata dan tetap terdapat pada fraksi bungkil setelah pengambilan minyak (Heller, 1996). Menurut Aderibigbe *et al.* (1997), lectin atau curcin bukanlah racun utama pada jarak pagar dan lectin dapat dikurangi dengan perlakuan panas. Curcin dari *Jatropha curcas* tidak terlihat sebagai penyebab pada toksisitas jangka pendek (Makkar dan Becker, 1997b; Becker dan Makkar, 1998), tetapi efek toksik akan meningkat jika bergabung dengan toksin lain seperti phorbolester (Makkar dan Becker, 1997b). Pemanasan 100 °C selama 30 menit tidak mampu menurunkan aktivitas curcin (Wink, 1993). Curcin dapat diinaktifkan dengan pemanasan basah pada suhu 121 °C selama 30 menit dengan kadar air 66% (Aderibigbe *et al.*, 1997; Aregheore *et al.*, 1997). Aderibigbe *et al.* (1997) melaporkan bahwa



pengurangan faktor antinutrisi yang labil terhadap pemanasan, seperti *curcin* dan *antitrypsin*, dengan perlakuan pemanasan dapat meningkatkan kecermatan protein. Perlakuan kimia yang dapat menurunkan aktivitas *curcin* yaitu ekstraksi dengan etanol yang dilanjutkan dengan pencampuran dengan 0,07% NaHCO₃ (Martínez-Herrera *et al.*, 2006).

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk: (1) mendapatkan metode yang efektif dalam menurunkan atau bahkan menghilangkan semua racun atau zat anti nutrisi yang terkandung dalam bungkil biji jarak pagar, sehingga layak dijadikan sebagai pakan unggas; dan (2) mengevaluasi toksisitas racun bungkil biji jarak pada mencit.

Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

- Mendapatkan bahan pakan sumber protein alternatif yang dapat menggantikan sebagian bahan pakan impor (bungkil kedelai)
- Memanfaatkan limbah perkebunan, yaitu bungkil jarak yang diambil minyaknya untuk biodiesel
- Memanfaatkan racun yang terkandung dalam bungkil biji jarak (phorbolester) menjadi bahan yang bermanfaat, yaitu sebagai racun tikus