

**DETOKSIFIKASI BUNGKIL JARAK PAGAR
(*Jatropha curcas L.*) DENGAN PELARUT ORGANIK
DAN GELOMBANG MIKRO**

Oleh
SAMUEL CAHYADI PUTRA
F 34103117



2009
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR

**DETOKSIFIKASI BUNGKIL JARAK PAGAR
(*Jatropha curcas L.*) DENGAN PELARUT ORGANIK
DAN GELOMBANG MIKRO**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN
Pada Departemen Teknologi Industri Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian
Institut Pertanian Bogor

Oleh:

SAMUEL CAHYADI PUTRA
F 34103117

2009

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR

Hak Cipta Jendraling, Unstang, Unstang
1. Diizinkan menyalin sebagian atau seluruh isi buku ini untuk keperluan pribadi dan non-profit.
a. Untuk tujuan pribadi seperti referensi, penulisan, atau untuk keperluan lain.
b. Untuk tujuan pribadi seperti referensi, penulisan, atau untuk keperluan lain.
2. Diizinkan menyalin sebagian atau seluruh isi buku ini untuk keperluan pribadi dan non-profit.

**INSTITUT PERTANIAN BOGOR
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN**

**DETOKSIFIKASI BUNGKIL JARAK PAGAR
(*Jatropha curcas L.*) DENGAN PELARUT ORGANIK
DAN GELOMBANG MIKRO**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN
Pada Departemen Teknologi Industri Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian
Institut Pertanian Bogor

Oleh:

**SAMUEL CAHYADI PUTRA
F 34103117**

Dilahirkan pada tanggal 11 November 1984
Di Jakarta

Tanggal Lulus :

Menyetujui,
Bogor,

Dr. Hj. Tatit K. Bunasor, M.Sc
Dosen Pembimbing Akademik

Dr. Ir. Dwi Setyaningsih, Msi
Dosen Pembimbing Skripsi

Hala Cipta Jembatan, Universitas Lembang
1. Diizinkan menyalin sebagian atau seluruhnya hanya untuk keperluan penelitian dan pendidikan semata.
2. Tidak diperbolehkan untuk diperjualbelikan, dipublikasikan, atau untuk tujuan komersial.
3. Diizinkan menggunakan foto, gambar, dan sebagainya yang terdapat dalam skripsi ini untuk keperluan penelitian.
4. Tidak diperbolehkan untuk menyalin, mengutip, atau untuk tujuan komersial.
5. Diizinkan menggunakan foto, gambar, dan sebagainya yang terdapat dalam skripsi ini untuk keperluan penelitian.

SURAT PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa Skripsi dengan judul **“DETOKSIFIKASI BUNGKIL JARAK PAGAR (*Jatropha curcas L.*) DENGAN PELARUT ORGANIK DAN GELOMBANG MIKRO”** merupakan karya asli saya sendiri, dengan arahan dosen Pembimbing Akademik, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukkannya.

Bogor, Juli 2009

Yang membuat pernyataan

Samuel Cahyadi Putra

F 34103117

Hak Cipta Jendraling, Unsurang, Unandang
1. Diizinkan menyalin sebagian atau seluruhnya hanya untuk keperluan penelitian dan pendidikan semata.
a. Pengutipan harus mencantumkan sumber, jilid, bab, paragraf, kalimat, dan nomor halaman.
b. Menyalin tidak diperbolehkan untuk kepentingan komersial.
2. Diizinkan menggunakan foto dan materi lainnya dengan izin tertulis dari dosen pembimbing akademik atau dosen pembimbing lapangan.

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Jakarta pada tanggal 11 November 1984 sebagai putra keempat dari pasangan Tono S. dan Herawaty W.

Penulis memulai pendidikan di SD Negeri 16 Jakarta pada tahun 1991 hingga selesai pada tahun 1997. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan ke SLTP Negeri 272 Jakarta hingga tamat pada tahun 2000. Pada tahun 2000, penulis lalu melanjutkan pendidikan ke SMU Negeri 48 Jakarta dan berhasil menyelesaikan studi pada tahun 2003. Pada tahun yang sama, penulis diterima sebagai mahasiswa Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, melalui jalur SPMB.

Selama menjalankan masa studinya, penulis telah menulis laporan praktik lapangan dengan judul “*Mempelajari Proses Produksi dan Pengawasan Susu UHT Kemasan Karton*” Di PT. Frisian Flag Indonesia Plant-Ciracas, Jakarta. Penulis aktif dalam kegiatan kemahasiswaan menjadi pengajar Pendidikan Agama Kristen (PAK) di SMU Negeri 8 Bogor pada tahun ajaran 2004-2005 dan pengajar Pendidikan Agama Kristen (PAK) di SMU Negeri 2 Bogor pada tahun ajaran 2005-2006 dan 2006-2007 yang dilayani oleh Komisi Pelayanan Siswa (KPS) Persekutuan Mahasiswa Kristen (PMK) Institut Pertanian Bogor (IPB).

Untuk memperoleh gelar sarjana, penulis menyelesaikan tugas akhir dengan judul “*Detoksifikasi Bungkil Jarak Pagar (*Jatropha curcas L.*) dengan Pelarut Organik dan Gelombang Mikro*”.

Samuel Cahyadi Putra. F 34103117. Detoksifikasi Bungkil Jarak Pagar (*Jatropha curcas L.*) dengan Pelarut Organik dan Gelombang Mikro. Dibawah bimbingan Tatik K. Bunasor dan Dwi Setyaningsih. 2009.

RINGKASAN

Bungkil biji jarak pagar (*Jatropha curcas L.*) merupakan produk sampingan yang dihasilkan dari proses ekstraksi biji jarak pagar untuk memproduksi minyak jarak (*jatropha oil*). Bungkil biji jarak mengandung 24,80% protein dan 18,17% lemak. Kandungan protein dan lemak yang tinggi membuat bungkil jarak potensial dijadikan sebagai pakan ternak, namun biji jarak memiliki kadar serat 35,95% dan lignin 24,61% serta mengandung racun. Racun yang terdapat dalam bungkil biji jarak diantaranya *phorbol ester* dan lektin atau *curcin* yang dapat menghambat pertumbuhan dan menyebabkan kematian pada ternak dalam waktu singkat.

Penelitian ini bertujuan untuk mendetoksifikasi bungkil jarak pagar. Penelitian diawali dengan melakukan analisis proksimat. Sebagian bungkil biji jarak direndam dengan pelarut aseton teknis dan sebagian lainnya dengan menggunakan heksan teknis. Perendaman dilakukan dengan perbandingan 1:4 selama 36 jam, kemudian dibilas dengan metanol 92% sebanyak 4 kali. Bungkil biji jarak pagar kemudian dipanaskan dengan *microwave* selama 3 dan 5 menit dengan *power level* 30% dan 50%. Kadar racun lektin yang terdapat dalam bungkil jarak pagar diukur dengan analisis lektin terhadap contoh bungkil jarak pagar sebelum dan setelah detoksifikasi.

Kandungan lektin awal sebelum detoksifikasi adalah 0,50%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bungkil biji jarak pagar yang direaksikan dengan pelarut aseton teknis dengan pemanasan *microwave* pada *power level* 30% menghasilkan pengurangan kandungan lektin menjadi 0,12% (selama 3 menit pemanasan) dan 0,11% (selama 5 menit pemanasan). Bungkil biji jarak pagar yang direaksikan dengan pelarut heksan teknis yang dipanaskan dengan *microwave* pada *power level* 30% menghasilkan pengurangan kandungan lektin menjadi 0,29% (selama 3 menit pemanasan) dan 0,37% (selama 5 menit pemanasan).

Hak Cipta Jurnaling, Unsurung Unsurung
1. Diizinkan mengutip sebagian atau seluruhnya dengan syarat mencantumkan dan mendeklari sumber:
a. Pengutipan harus mencantumkan judul, penulis, penerbit, dan tahun terbit.
b. Pengutipan tidak boleh untuk kepentingan komersial.
2. Diizinkan mengutipkan dan menyalin sebagian atau seluruhnya dengan syarat mencantumkan dan mendeklari sumber:
a. Pengutipan harus mencantumkan judul, penulis, penerbit, dan tahun terbit.
b. Pengutipan tidak boleh untuk kepentingan komersial.

Samuel Cahyadi Putra. F 34103117. Detoxification of *Jatropha curcas L.* meal with Organic Solvent and *Microwave*. Supervised by Tatik K. Bunasor and Dwi Setyaningsih. 2009.

SUMMARY

Jatropha curcas Linn. is a multipurpose shrub of significant economic importance because of its several potential industrial and source of biofuels. *Jatropha curcas* meal has high protein and lipid those were 24,8% and 18,17% respectively, therefore it has potency to be used as livestock feed as high quality protein source. The problem in using *Jatropha curcas* meal as feed are the antinutritive content and toxic compounds such as curcin, phorbolster, trypsin inhibitor, phytate, tannin and saponin. Detoxified *Jatropha curcas* meal has a great potential as animal feedstuff. Curcin and phorbolster are the main toxic compounds that could be eliminated by acetone extraction.

The experiment was conducted to detoxified *Jatropha curcas*. The experiment started by proximate analysis. Some of *Jatropha curcas* was submerged for 36 hours with acetone and the other with hexane solvent. The ratio of *Jatropha curcas* and solvent are 1:4. Methanol 92% was used to wash *Jatropha curcas* for four times. *Jatropha curcas* meal was heated with 30% and 50% power level of *microwave* for three and five minutes. *Lectin (curcin)* level in *jatropha* before and after detoxification was predicted by *lectin* analysis.

The lectin level before detoxification was 0,50%. Based on the lectin analysis, detoxification with acetone at 30% power level of *microwave* reduced the lectin level into 0,12% (3 minutes heating) and 0,11% (5 minutes heating). The same result also appear with hexane solvent at 30% power level of *microwave* reduced the lectin level become 0,29% (3 minutes heating) and 0,37% (5 minutes heating).

Halaman ini merupakan bagian dari dokumen yang dihasilkan oleh sistem manajemen informasi IPB University. Untuk informasi lebih lanjut, silakan kunjungi website IPB University di alamat www.ipb.ac.id. Dokumen ini dilindungi oleh undang-undang hak cipta dan tidak diperbolehkan untuk disebarluaskan atau digunakan untuk tujuan lain tanpa izin tertulis dari IPB University.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karunia-Nya sehingga skripsi dengan judul “Detoksifikasi Bungkil Jarak Pagar (*Jatropha curcas L.*) dengan Pelarut Organik dan Gelombang Mikro” dapat terselesaikan.

Kepada Pembimbing Akademik yaitu Dr. Hj. Tatit K. Bunasor, MSc dan Pembimbing Skripsi yaitu Dr. Ir. Dwi Setyaningsih, Msi penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya atas segala bantuan, perhatian, bimbingan, dan saran mengenai penelitian ini sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Ucapan terima kasih juga penulis ucapkan kepada keluarga penulis yaitu Papa dan Mama beserta Kakak-kakak dan Adik penulis atas kasih sayang, dukungan, dan doanya.

Untuk seluruh teman-teman penulis di Departemen Teknologi Industri Pertanian, IPB (khususnya angkatan 2003) dan teman-teman PMK-IPB terima kasih atas bantuan dan kebersamaannya selama masa perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidaklah sempurna. Untuk itu kritik dan saran yang membangun akan bermanfaat bagi penulis dalam memperbaiki skripsi ini. Akhir kata semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Bogor, Juli 2009

Samuel Cahyadi Putra

Hela Cipta milik IPB University
1. Diizinkan menyalin sebagian atau seluruhnya hanya untuk keperluan penelitian dan pendidikan semata.
2. Tidak diperbolehkan untuk diperjualbelikan, dipublikasikan, atau digunakan untuk tujuan komersial.
3. Diizinkan menggunakan dan memodifikasi dengan syarat harus mencantumkan nama IPB University.

DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 1.	Komposisi biji jarak pagar per 100 gram biji	3
Tabel 2.	Beberapa zat toksik dan antinutrisi dalam <i>Jatropha curcas</i>	5
Tabel 3.	Kandungan zat makanan bungkil biji jarak sebelum dan sesudah detoksifikasi	13
Tabel 4.	Kandungan kimia contoh (%) berdasarkan bobot basah	16
Tabel 5.	Hasil pengujian analisis lektin sampel kering.....	19

Nama Cipta: Jatropha curcas (Jarak Pagar) dan Jatropha gossypifolia (Jarak Pagar Merah)
 1. Dihasilkan oleh: Departemen Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Institut Pertanian Bogor
 2. Dihasilkan oleh: Departemen Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Institut Pertanian Bogor
 3. Dihasilkan oleh: Departemen Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Institut Pertanian Bogor

DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar 1.	Buah jarak pagar (<i>Jatropha curcas L.</i>)	3
Gambar 2.	Biji jarak pagar (<i>Jatropha curcas L.</i>)	4
Gambar 3.	Bagan eksploitasi tanaman jarak pagar	4
Gambar 4.	Rumus bangun <i>curcin</i>	6
Gambar 5.	Rumus bangun <i>phorbolester</i>	7
Gambar 6.	Proses pemasakan dengan <i>microwave</i>	9
Gambar 7.	Diagram batang hasil analisis lektin	21

Nama Cipta: Jatropha curcas L. (Jarak Pagar) dan Phorbolester (Lektin) sebagai bahan baku pembuatan bioplastik.
 1. Diketahui bahwa jarak pagar (*Jatropha curcas L.*) adalah tanaman yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Tanaman ini memiliki banyak manfaat, salah satunya adalah sebagai sumber energi alternatif. Selain itu, jarak pagar juga dapat digunakan sebagai sumber lektin.
 2. Diketahui bahwa phorbolester adalah senyawa yang banyak ditemukan pada jarak pagar. Senyawa ini memiliki sifat yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan bioplastik.

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Bagian-bagian oven <i>microwave</i>	30
Lampiran 2. Analisis proksimat	31
Lampiran 3. Analisis lektin	34
Lampiran 4. Diagram alir penelitian	35
Lampiran 5. Analisis statistika uji keragaman (Anova Satu Arah) proksimat ..	36
Lampiran 6. Kadar proksimat contoh dengan standar pakan untuk beberapa hewan ternak	42
Lampiran 7. Analisis statistika uji T berpasangan kandungan lektin contoh	43
Lampiran 8. Analisis statistika uji keseragaman (Anova) lektin contoh dengan perlakuan aseton dan heksan	44

Halaman ini merupakan bagian dari dokumen yang diterbitkan oleh IPB University dan merupakan hak milik IPB University. Seluruh isi dan gambar yang terdapat di dalamnya adalah hak cipta IPB University dan tidak diperbolehkan untuk disebarluaskan atau digunakan untuk tujuan lain tanpa izin IPB University.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Untuk memenuhi kebutuhan energi nasional dan menghemat pemakaian bahan bakar fosil, maka perlu adanya usaha-usaha untuk mencari dan memanfaatkan sumber-sumber energi alternatif/terbarukan. Salah satu energi terbarukan yang dapat dikembangkan saat ini untuk dapat mengatasi permasalahan tersebut adalah minyak jarak. Minyak jarak berasal dari biji pohon jarak yang telah diolah dan merupakan *non-edible oil*, artinya sebagai sumber energi terbarukan yang tidak bersaing dengan kebutuhan konsumsi manusia.

Sebenarnya, ada beberapa jenis tanaman jarak yang tercatat di Indonesia, semuanya dari keluarga *Euphorbiaceae*, antara lain jarak kaliki/kastor (*Ricinus communis*), jarak pagar (*Jatropha curcas*), jarak gurita (*Jatropha multifida*), dan jarak landi (*Jatropha gossypifolia*). Potensi terbesar jarak pagar ada pada buah yang terdiri dari biji dan cangkang (kulit). Pada biji terdapat inti biji dan kulit biji. Inti biji inilah yang menjadi bahan dasar pembuatan biodiesel, sumber energi pengganti solar. Setelah melalui proses pemerahan, dari inti biji akan dihasilkan bungkil perahan, yang kemudian diekstraksi. Hasilnya berupa minyak jarak pagar dan bungkil ekstraksi. Minyak jarak pagar digunakan untuk penyabunan dengan hasil akhir berupa sabun dan metanolisis/etanolisis yang hasil akhirnya berupa biodiesel dan gliserin.

Sedangkan bungkil ekstraksi bisa menghasilkan pupuk dan sebagai bahan dasar pembangkitan biogas yang produk akhirnya berupa biogas pengganti minyak tanah, serta detoksifikasi yang hasil akhirnya berupa pakan ternak. Sementara itu, kulit biji jarak pagar bisa menghasilkan bahan bakar lokal dan pupuk.

Bungkil biji jarak (*Jatropha curcas L.*) merupakan produk sampingan yang dihasilkan pada proses ekstraksi biji jarak pagar untuk memproduksi minyak jarak (*jatropha oil*) (Hambali *et al.*, 2006). Menurut Makkar dan Becker (1998), bungkil biji jarak pagar memiliki kandungan nutrisi yang

Hita Cipta Jember, Udayana, dan
1. Diambil sebagai sumber referensi yang digunakan dalam penyusunan laporan ini.
2. Diambil sebagai sumber referensi yang digunakan dalam penyusunan laporan ini.
3. Diambil sebagai sumber referensi yang digunakan dalam penyusunan laporan ini.

tinggi yaitu sekitar 53-58%, sehingga dapat digunakan sebagai suplemen protein untuk pakan ternak jika racun-racunnya telah dihilangkan. Bungkil biji jarak mengandung 24,8% protein dan 18,17% lemak. Kandungan protein dan lemak yang tinggi membuat bungkil jarak potensial dijadikan sebagai pakan ternak, namun biji jarak memiliki kadar serat 35,95% dan lignin 24,61% serta mengandung racun. Zat antinutrisi dan racun yang terkandung dalam bungkil biji jarak meliputi *curcin*, *phorbolester*, tanin, saponin, asam fitat dan *trypsin inhibitor* (Makkar *et al.*, 1997).

Pembuatan biofuel asal biji jarak pagar (*Jatropha curcas L.*) akan menghasilkan limbah berupa bungkil biji jarak pagar. Pemanfaatan bungkil biji jarak pagar sebagai bahan pakan alternatif unggas sangat terbatas karena adanya kandungan zat antinutrisi berupa saponin, tanin, asam fitat dan *trypsin inhibitor*, serta racun berupa lektin atau *curcin* dan *phorbolester* yang dapat mengakibatkan kematian. Kajian penurunan kadar zat antinutrisi tersebut perlu dilakukan agar bungkil biji jarak dapat digunakan sebagai bahan pakan ternak tanpa mengakibatkan penurunan produksi. Perlakuan fisik (pemanasan kering dengan *microwave*) dan kimia (ekstraksi dengan pelarut organik) pada bungkil biji jarak dilakukan dalam rangka detoksifikasi racun yang terdapat dalam bungkil biji jarak.

B. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mendetoksifikasi bungkil jarak pagar (*Jatropha curcas L.*). Selain itu, juga ditentukan kandungan gizi yang terdapat di dalam bungkil jarak pagar (*Jatropha curcas L.*) sebelum dan setelah detoksifikasi.

Hala Cipta Jembatan, Universitas Indonesia
1. Dilindungi sebagai kekayaan intelektual yang akan diproses secara hukum dan diperdagangkan secara
a. Pengalihan kepemilikan kepada pihak lain, baik secara langsung maupun tidak langsung, termasuk hak atau bagian dari haknya
b. Penyerahan atau pengalihan hak kepemilikan yang diatur oleh undang-undang
2. Dilindungi menggunakan dan menyalin, baik secara fisik maupun elektronik, dengan cara apapun, tanpa izin dari pihak yang berwenang atau pihak lain yang berkepentingan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Jarak Pagar (*Jatropha curcas L.*)

Tanaman jarak pagar berasal dari Amerika tropis dan tumbuh menyebar di wilayah tropis dan subtropis hampir di seluruh dunia (Langdon, 1977). Tanaman jarak yang tercatat di Indonesia yang termasuk dalam famili *Euphorbiaceae* ada beberapa jenis, diantaranya: jarak kaliki/kastor (*Ricinus communis*), jarak pagar (*Jatropha curcas*), jarak gurita (*Jatropha multifida*), dan jarak landi (*Jatropha gossypifolia*) (Brodjonegoro *et al.*, 2005).



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

Biji jarak pagar terdiri dari 58-65% daging biji yang banyak mengandung minyak dan 35-42% tempurung biji yang mengandung karbon. Komposisi biji jarak pagar dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi biji jarak pagar per 100 gram biji

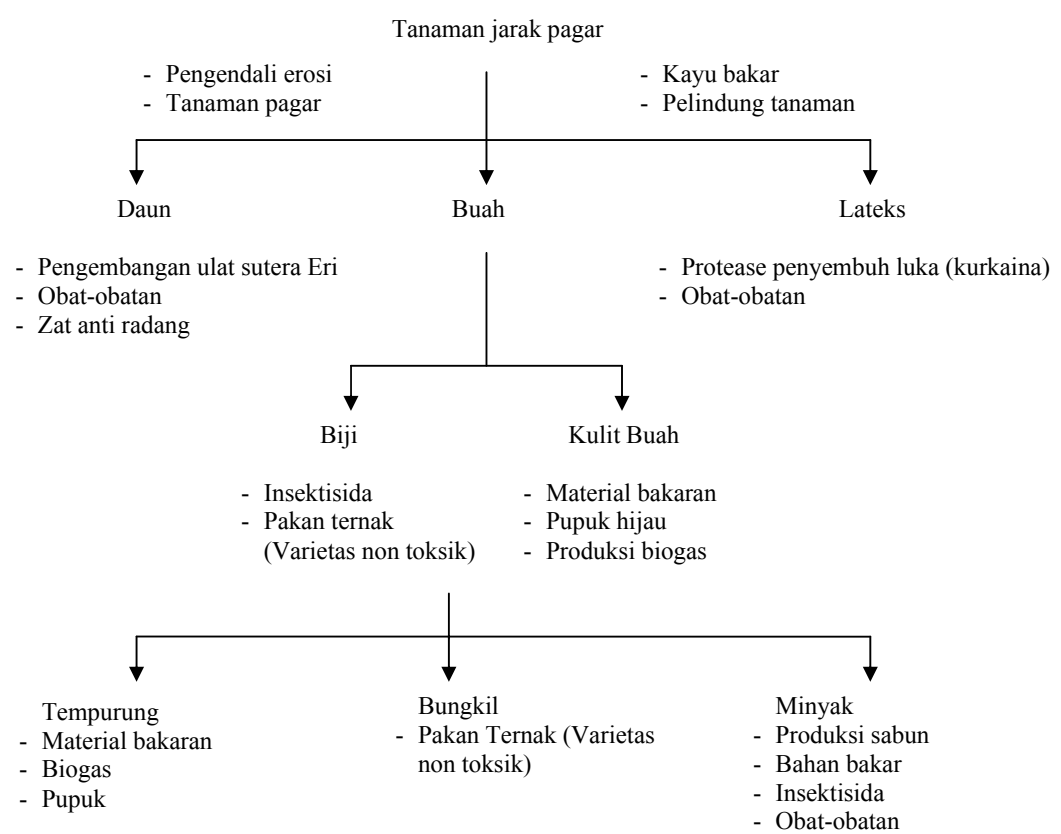
Kandungan	Jumlah (gram)
Air	6,6
Protein	18,2
Minyak	38,0
Total Karbohidrat	33,5
Serat	15,5
Abu	4,5

Sumber: Duke dan Atchley (1983)



Gambar 2. Biji jarak pagar (*Jatropha curcas L.*)

Secara umum pemanfaatan tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas L.*) diperlihatkan pada Gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3. Manfaat tanaman jarak pagar (Gübitz *et al.*, 1998)

Bungkil biji jarak (*Jatropha curcas L.*) merupakan produk sampingan yang dihasilkan pada proses ekstraksi biji jarak pagar untuk memproduksi minyak jarak (Hambali *et al.*, 2006). Menurut Makkar dan Becker (1998), bungkil biji jarak pagar memiliki kandungan nutrisi yang tinggi yaitu sekitar 53-58%, sehingga dapat digunakan sebagai suplemen protein untuk pakan ternak jika racun-racunnya telah dihilangkan. Bungkil biji jarak mengandung 24,8% protein dan 18,17% lemak. Kandungan protein dan lemak yang tinggi membuat bungkil jarak potensial dijadikan sebagai pakan ternak, namun biji jarak memiliki kadar serat 35,95% dan lignin 24,61% serta mengandung racun.

Bungkil biji jarak pagar memiliki kandungan nutrisi yang sangat baik untuk ternak, tetapi terdapat beberapa antinutrisi yang dapat menghambat penggunaannya. Kandungan antinutrisi biji jarak pagar mencakup *phorbolester*, *curcin* atau *lectin* (Brodjonegoro *et al.*, 2005), *phenol*, tanin, *phytat*, saponin dan antitripsin (Makkar *et al.*, 1997).

Tabel 2. Beberapa zat toksik dan antinutrisi dalam *Jatropha curcas*

Kandungan Zat Toksik/Antinutrisi	Varietas	
	Toksik	Non-Toksik
<i>Phorbolester</i> (mg/g biji)*	2,70	0,11
<i>Lectin</i> (mg bungkil/mL Standar)**	102	51
Antitripsin (mg antitripsin/g bungkil)**	21,3	26,5
Asam Fitat (% dalam bungkil)**	9,4	8,9
Saponin (% disogenin ekuivalen dalam bungkil)*	2,6	3,4

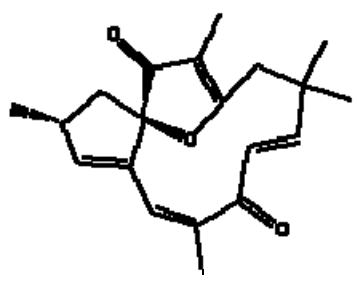
Keterangan: *Bahan kering biji 96,6%

**Dalam bahan kering

Sumber: Makkar dan Becker (1999)

B. Curcin (Lektin)

Lektin adalah *fitotoxin* atau *toxalbumin* yang memiliki molekul protein besar, kompleks dan sangat beracun, menyerupai struktur dan fisiologis racun bakteri. *Fitotoxin* tidak tahan terhadap panas. *Toxalbumin* adalah zat yang dapat bertindak sebagai pencahar perut yang dapat menyebabkan diare disertai muntah-muntah. Rumus bangun *curcin* (C₂₀H₂₄O₃) terlihat pada Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. Rumus bangun *curcin*

(<http://en.wikipedia.org/wiki/Lectin.htm>, 2007)

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.

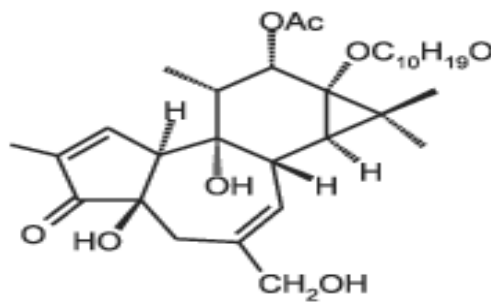
Curcin dari *Jatropha curcas* tidak terlihat sebagai penyebab pada toksisitas jangka pendek (Makkar dan Becker, 1997; Becker dan Makkar, 1998), tetapi efek toksik akan meningkat jika bergabung dengan toksin lain seperti *phorbol ester* (Makkar dan Becker, 1997)

C. Phorbol ester

Phorbol ester atau *diterpene ester* terdapat pada biji jarak dan dapat diperoleh dengan cara ekstraksi (Adolf *et al.*, 1984). *Phorbol ester* atau *diterpene ester* yang tahan panas terdapat pada minyak yang masih tersisa pada bungkil. Sisa minyak yang masih terdapat pada bungkil sebanyak ± 11% (Wink, 1993).

Riset kesehatan menyatakan bahwa *phorbol ester*, senyawa aktif dalam jarak pagar mampu mengaktifkan *Protein Kinase C* (PKC), enzim kunci dalam penyaluran sinyal dan perkembangan sebagian besar sel dan jaringan, yang meniru aktivitas *Diacylglycerol* (DAG) (Nishizuka *et al.*, 1986 dan Ryves *et al.*, 1991). PKC mempengaruhi kerja pengatur pertumbuhan, saluran ion, dan gen. Jika berlebihan PKC dapat memicu tumorigenesis, awal tumbuhnya tumor (Hecker, 1981).

Hal lain yang dapat terjadi adalah *phorbol ester* meningkatkan afinitas Ca^{2+} pada PKC secara dramatis dan sulit untuk dimetabolisme. Pada DAG akan terjadi degradasi setelah aktivasi, sehingga tidak terjadi aktivasi berlanjut seperti yang terjadi pada *phorbol ester* yang dapat menyebabkan proliferasi dan diferensiasi sel yang tidak terkontrol yang mengakibatkan tumor (Asaoka *et al.*, 1992). Struktur kimia *phorbol ester* disajikan pada Gambar 5.



11. 12-O-Acetylphorbol-13-decanoate

Gambar 5. Rumus bangun *phorbol ester* (BÄ¶rse, 2007)

D. Teknologi Oven *Microwave*

Microwave adalah suatu istilah untuk mendefinisikan gelombang elektromagnetik dengan frekuensi antara 300 MHz sampai 300 GHz terletak antara gelombang radio dan gelombang inframerah. Untuk keperluan industri, *Industrial Science and Medical Frequency* (ISM), mengizinkan frekuensi tertentu agar tidak mengganggu frekuensi gelombang lainnya, karena gelombang *microwave* mendekati gelombang radio. Frekuensi 900 MHz dan 2450 MHz merupakan frekuensi yang umum digunakan di seluruh dunia, yang merupakan batas aman bagi manusia. *Microwave* merupakan suatu bentuk gelombang elektromagnet sebagai cahaya dan bergerak di udara setara dengan kecepatan cahaya ($c = 2,9979 \times 10^8 \text{ m/s}$) (Hartulistiyoso, 2001).

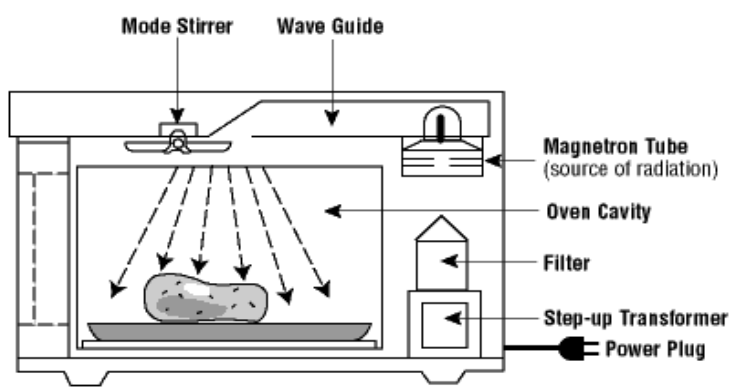
Oven *microwave* umumnya terdiri dari *Power supply*, *Magnetron*, *Wave guide*, *Stirrer*, *Turntable*, *Cooking cavity*, dan *Door and Choke*. *Power supply* mengontrol pemakaian tenaga listrik yang digunakan untuk menghidupkan oven *microwave*. *Magnetron* adalah sejenis tabung hampa penghasil gelombang mikro. Fungsi magnetron adalah memancarkan gelombang mikro ke dalam *microwave*. *Wave guide* adalah sebuah pipa logam yang berfungsi sebagai penyalur gelombang *microwave* yang berasal dari magnetron menuju ruang pemasakan (*cooking cavity*) (www.fehd.gov.hk, 2005). *Microwave* ini mempunyai tiga karakteristik. Pertama, gelombang ini mudah dipantulkan oleh logam. Kedua, gelombang ini dapat menembus bahan non logam tanpa harus memanaskan apalagi menghancurkannya. Ketiga, gelombang ini dapat diserap oleh air.

Stirrer atau pemutar biasanya digunakan untuk mendistribusikan gelombang mikro dari *wave guide* dan dapat menyeragamkan suhu pemanasan makanan. *Turntable* atau meja berputar memutar makanan di dalam ruang pemasakan sehingga pemanasan dengan *microwave* dapat terjadi secara merata di seluruh permukaan bagian makanan. Ruang pemasakan (*cooking cavity*) adalah sebuah ruang didalam *microwave* yang berfungsi sebagai tempat pemasakan makanan. Pintu dalam *microwave* berfungsi untuk mencegah gelombang *microwave* keluar dan terekspos ke lingkungan

Halaman ini merupakan bagian dari dokumen yang diterbitkan oleh IPB University dan tidak boleh disebarluaskan tanpa izin dari IPB University. Untuk informasi lebih lanjut, silakan kunjungi website IPB University di www.ipb.ac.id.

(www.fehd.gov.hk, 2005). Struktur dasar oven *microwave* dapat dilihat pada Lampiran 1.

Energi *microwave* yang berasal dari magnetron dialirkan menuju oven *cavity* melalui bagian *wave guide*. Model pemutar menyebarkan energi *microwave* dapat bertambah atau berkurang didalam oven *microwave*. Secara sederhana proses pemasakan dengan *microwave* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Proses pemasakan dengan *microwave*

Perubahan energi gelombang mikro menjadi panas dapat diketahui dari dua mekanisme, yaitu rotasi dua kutub (dipolar) dan konduksi ionik, sehingga hanya dua kutub dan molekul ionik yang dapat berinteraksi dengan gelombang mikro dan menghasilkan panas. Rotasi dua kutub terjadi apabila molekul yang mempunyai struktur dua kutub ditempatkan dalam medan osilasi listrik. Molekul tersebut akan mendapat energi rotasional sesuai dengan arah medan. Ketika medan tersebut dipasang, seluruh molekul akan berada sesuai dengan arah medan awal. Ketika medan dibalikkan maka molekul akan berputar terbalik dan menimbulkan tumbukan lebih lanjut dengan molekul yang ada di sekitarnya. Energi tumbukan ini akan menimbulkan peningkatan temperatur molekul (Buffler, 1993).

Adapun pada konduksi ionik, pemanasan bungkil biji jarak pagar dari perpindahan energi dari medan listrik ke agitasi partikel. Energi osilasi medan listrik yang dihasilkan akan menyebabkan agitasi partikel, yang mengakibatkan suhu partikel naik dan menyebabkan partikel berinteraksi

dengan partikel di sekitarnya, sehingga partikel tersebut mengalami kenaikan suhu (Buffler, 1993).

Pada saat gelombang mengenai bahan akan terjadi satu atau tiga kemungkinan yaitu 1) energi diserap, 2) energi yang dipantulkan, dan 3) energi yang dilewatkan. Sedangkan pemanasan makanan dengan *microwave* tersebut pada dasarnya terdiri dari medan elektromagnetik dan pengurangan absorpsi energi ke dalam produk.

Oven gelombang mikro sangat dipengaruhi oleh ketebalan bahan yang dipanaskan. Ketebalan ini berhubungan dengan besarnya daya tembus gelombang mikro yang mengakibatkan daya tembusnya tidak merata di setiap titik ketebalan bahan, sehingga pemanasan pun tidak sama antara titik bahan. Jumlah sampel akan sangat berpengaruh, semakin besar sampel yang dipanaskan oleh gelombang mikro maka semakin besar pula daya dan waktu yang dibutuhkan (Buffler, 1993).

Pemanasan *microwave* umumnya digunakan untuk bahan-bahan non-konduktor dan energi termalnya terjadi karena efek polarisasi bahan pada frekuensi tersebut sebagai akibat penyesuaian bahan tersebut dalam medan magnet dan medan listrik. Energi panas yang dihasilkan relatif tinggi, molekul-molekul air pada bahan makanan dapat berfungsi sebagai penyerap energi dan energi yang dihasilkan lebih efektif. Pada proses pemasakan dengan oven *microwave*, gelombang diserap bahan yang dipanaskan kemudian menguapkan atau mengeluarkan molekul air dan lemak secara perlahan-lahan dan merata di seluruh permukaan bahan. Panas yang timbul disebabkan oleh adanya tumbukan atau perpindahan molekul.

Mudget (1986) dalam Purwaningkari (1996) menjelaskan bahwa kadar air merupakan faktor intern utama yang mempengaruhi kemampuan bahan dalam menyerap energi *microwave*. Biasanya semakin banyak air, semakin tinggi faktor *dielectric loss* dan menyebabkan pemanasan semakin membaik. Hal ini disebabkan *microwave* akan ditarik oleh molekul air. Namun demikian produk-produk dengan kadar air rendah dapat pula menjadi panas Pada tingkat kadar air rendah, air terikat dan tidak dipengaruhi oleh kecepatan penggantian medan gelombang mikro. Kadar air yang melampaui kadar air kritis, memiliki

kecenderungan meningkatkan kehilangan dielektrik sehingga produk menjadi lebih mudah menerima panas pada pemanasan dengan *microwave* (Buffler, 1993)

Pemanasan dengan *microwave* merupakan akibat interaksi kimia kandungan bahan pangan dengan medan elektromagnetik. Medan energi *microwave* bergantian antara kutub positif dan negatif. Kutub positif menarik partikel negatif dari molekul bahan pangan, sedangkan kutub negatif akan menarik partikel positif. Proses pengeringan dengan menggunakan oven *microwave* ini dapat berlangsung lebih singkat dibandingkan dengan pengeringan konvensional dengan tetap mempertahankan mutu yang terkandung dalam bahan yang dikeringkan (Fatimah, 2006). Jones dan Andrew (1996) menyatakan keuntungan pengeringan dengan menggunakan oven *microwave* adalah pemerataan energi pada keseluruhan sebuah produk dan kemampuannya untuk mencapai tingkat kadar air tertentu secara otomatis. Pemanasan dengan oven *microwave* berlangsung dari dalam keluar, berbeda dengan sistem pengeringan konvensional.

E. Detoksifikasi Bungkil Jarak Pagar (*Jatropha curcas L.*)

Pemberian bungkil jarak segar tanpa adanya pengolahan tidak dapat diberikan pada ternak. Hal ini disebabkan oleh kandungan antinutrisi dalam bungkil jarak yang masih cukup tinggi. Oleh karena itu, diperlukan pengolahan bungkil jarak pagar terlebih dahulu sebelum diberikan pada ternak (Aregheore *et al.*, 2003). Metode detoksifikasi mempengaruhi kandungan nutrisi bungkil biji jarak pagar. Pengolahan dengan pemanasan dapat menurunkan aktivitas lektin dan tripsin *inhibitor* (Aderibigbe *et al.*, 1997; Aregheore *et al.*, 1998). Hasil yang diperoleh Aregheore *et al.* (2003) menunjukkan bahwa detoksifikasi bungkil biji jarak pagar dengan pemanasan yang diikuti dengan pencucian sebanyak 4 kali menggunakan metanol 92%, mampu menurunkan kadar *curcin* dan *phorbolester* sampai taraf yang aman bagi ternak. Kandungan *phorbolester* dapat diturunkan sampai level yang dapat ditoleransi yaitu 0,09 mg/g bungkil biji jarak pagar.

Hita Cipta Mitik IPB University
1. Melakukan penelitian, pengembangan, dan inovasi teknologi
a. Pengabdian kepada masyarakat
b. Pengabdian kepada masyarakat
2. Melakukan penelitian dan pengembangan teknologi
a. Pengabdian kepada masyarakat
b. Pengabdian kepada masyarakat

Beberapa pengolahan terhadap bungkil biji jarak sebagai upaya detoksifikasi bungkil biji jarak sudah dilaporkan, antara lain : pengolahan kimia dengan 4% NaOH dan 10% NaOCl diikuti pemanasan dapat menurunkan kadar *phorbolester* varietas toksik dari 1,78 mg/g bungkil biji jarak menjadi 0,13 mg/g bungkil biji jarak. Pengolahan dengan 3,5% NaOH tanpa NaOCl dapat menurunkan *phorbolester* menjadi 0,18 mg/g bungkil biji jarak (Aregheore *et al.*, 2003). Selain itu, detoksifikasi juga dilakukan dengan teknik irradiasi (Herrera *et al.*, 2006) dan pengolahan secara biologis menggunakan *Rhizopus oligosporus* (Nurhikmawati, 2007) yang dapat memperbaiki kualitas nutrisi bungkil biji jarak pagar yang ditandai dengan kandungan bahan kering, protein kasar, Beta-N dan fosfor yang meningkat serta memiliki asupan dan retensi bahan kering, kalsium dan fosfor yang tinggi. Pengolahan bungkil biji jarak juga dilakukan dengan penambahan alkali 4% NaOH + 10% NaOCl dan penambahan tepung kunyit dengan taraf 0,5-1,5% pada mencit. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa pengolahan dengan alkali menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan penambahan kunyit (Fajariah, 2007). Berdasarkan hasil penelitian Hasanah (2007), proses detoksifikasi yang dilakukan mampu menurunkan 58,66% unit kandungan *curcin* dan 30,37% unit kandungan *phorbolester* bungkil biji jarak pagar. Perlakuan yang diberikan yaitu dengan pemanasan *autoclave* dan pada oven bersuhu 70°C dengan penambahan tepung kunyit, dimana perlakuan dengan pemanasan tanpa tepung kunyit lebih efektif menurunkan *curcin*, sedangkan perlakuan dengan pemanasan dan penambahan 4% NaOH serta 10% NaOCl lebih efektif menurunkan *phorbolester*.

Berdasarkan hasil penelitian Crisnawati (2008), detoksifikasi bungkil biji jarak pagar menyebabkan perubahan beberapa zat makanan yang terkandung di dalamnya. Perlakuan yang diberikan meliputi perlakuan pemanasan (*autoclave* pada suhu 121°C dan *microwave* pada suhu 120°C), perlakuan kombinasi pemanasan dengan larutan NaOH pH 8,15 dan perlakuan kombinasi pemanasan dengan larutan arang sekam padi. Kandungan zat makanan bungkil biji jarak pagar (BBJP) sebelum dan sesudah didetoksifikasi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kandungan zat makanan bungkil biji jarak sebelum dan sesudah detoksifikasi

Kandungan Nutrien	Perlakuan						
	P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Bahan Kering (%) ¹	94,24	45,44	46,39	44,88	70,16	68,19	75,80
Abu (%BK) ¹	4,51	3,15	3,13	3,57	3,28	3,31	2,89
Lemak (%BK) ¹	7,49	7,48	8,88	8,96	9,42	10,69	10,87
Protein kasar (%BK) ¹	14,29	23,04	21,51	22,46	22,89	23,27	22,60
Serat kasar (%BK) ¹	43,99	35,28	35,55	35,07	36,74	33,33	34,91
BETN (%BK)*	29,72	31,05	30,93	29,94	27,67	29,40	28,73
GE (kal/g) ²	4390	4159	4020	4074	4429	3621	3912

Keterangan: P0 = BBJP tanpa detoksifikasi (BBJP kontrol)
 P1 = BBJP + pemanasan *autoclave*
 P2 = BBJP + NaOH pH 8,15 + pemanasan *autoclave*
 P3 = BBJP + Larutan arang sekam padi + pemanasan *autoclave*
 P4 = BBJP + pemanasan *microwave*
 P5 = BBJP + NaOH pH 8,15 + pemanasan *microwave*
 P6 = BBJP + Larutan arang sekam padi + pemanasan *microwave*
 *) BETN (Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen) = 100%-(Kadar Abu + PK + LK + SK)

Sumber: ¹Hasil Analisis Laboratorium Pusat Penelitian Sumber Daya Hayati dan Bioteknologi (2008)
²Hasil Analisis Laboratorium Ilmu dan Teknologi pakan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor (2008)

III. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

A. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bungkil (ampas) kering biji jarak pagar (*Jatropha curcas L.*) yang diperoleh dari Pusat Penelitian Surfaktan dan Bioenergi (SBRC), aseton teknis, heksan teknis, H₂SO₄ pekat, asam borat 4%, H₂SO₄ 0,02 N, NaOH 6 N, petroleum eter, H₂SO₄ 1,25%, NaOH 3,25%, kertas saring Whatman 41, dan Alkohol 96%.

Alat yang digunakan adalah oven, eksikator, timbangan, cawan porselin, pembakar gas, tanur, labu destruksi, alat destilasi Kjeltech, erlenmeyer, labu lemak, alat soxhlet, alat refluks, pendingin tegak, dan toples.

B. Metodologi

Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri atas tiga tahapan yaitu analisis proksimat bungkil biji jarak sebelum detoksifikasi dan setelah detoksifikasi, detoksifikasi bungkil biji jarak, dan analisis lektin sebelum detoksifikasi dan setelah detoksifikasi.

1. Analisis proksimat

Bungkil biji jarak dihaluskan dengan alat penggiling sehingga membentuk serbuk. Serbuk ini digunakan untuk analisis proksimat meliputi penentuan kadar air, kadar abu, kadar lemak, kadar protein, dan kadar serat kasar (Lampiran 2).

2. Detoksifikasi bungkil biji jarak

Bungkil biji jarak direndam dalam dua pelarut organik yang berbeda yaitu aceton teknis dan heksan teknis selama 36 jam dengan perbandingan 1:4 dan dibilas dengan metanol 92% sebanyak 4 kali. Bungkil biji jarak pagar kemudian dikeringkan. Bungkil yang telah dikeringkan dimasukkan ke dalam *microwave* dengan pengaturan *power level* dan waktu sebagai berikut:

☞ *power level* 30% selama 3 menit

☞ *power level* 30% selama 5 menit

Halaman ini merupakan bagian dari dokumen publikasi yang diterbitkan oleh Pusat Penelitian Surfaktan dan Bioenergi (SBRC) IPB University. Untuk informasi lebih lanjut mengenai publikasi ini, silakan kunjungi website kami di www.sbrb.ipb.ac.id.
2. Dokumen ini merupakan dokumen publikasi yang diterbitkan oleh Pusat Penelitian Surfaktan dan Bioenergi (SBRC) IPB University.

- ☞ *power level* 50% selama 3 menit
- ☞ *power level* 50% selama 5 menit

Pemanasan bungkil biji jarak tidak membutuhkan panas yang terlalu tinggi, oleh karena itu *power level* yang digunakan adalah 30% dan 50%.

3. Analisis Lektin (sumber: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Bogor, 2008) (Lampiran 3)

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Lampiran 4.

C. Analisis Data

Analisis data yang dilakukan meliputi analisis statistika uji T berpasangan dan uji keragaman ANOVA.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Proksimat

Hasil analisis proksimat contoh bungkil biji jarak pagar (*Jatropha curcas L.*) tanpa perlakuan dan dengan perlakuan perendaman pelarut organik dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kandungan kimia contoh (%) berdasarkan bobot basah

Parameter	Kadar (%(b/b))		
	Sebelum detoksifikasi (Kontrol)	Setelah detoksifikasi	
		Aseton	Heksan
Air	8,00	7,90	8,70
Abu	4,50	6,47	6,34
Protein	23,35	20,22	20,22
Lemak	17,30	8,53	8,37
Serat kasar	30,00	42,93	41,49

Bahan makanan selain mengandung senyawa organik seperti protein, karbohidrat, lemak juga mengandung bahan anorganik yang terdiri dari air, garam-garam, dan asam-asam (Winarno, 1997). Abu adalah zat anorganik sisa hasil pembakaran suatu bahan organik. Kandungan abu dan komposisinya tergantung macam dan cara pengabuan. Penentuan abu digunakan untuk berbagai tujuan, yaitu untuk mengetahui proses pengolahan, untuk mengetahui jenis bahan yang digunakan, dan sebagai parameter nilai gizi bahan makanan (Sudarmadi *et al.*, 1989, *di dalam* Endra, 2006).

Berdasarkan Tabel 4, detoksifikasi dapat mempengaruhi beberapa parameter analisis proksimat. Berdasarkan analisis statistika dengan menggunakan uji keragaman (anova satu arah), kadar abu bungkil jarak sebelum detoksifikasi dan setelah detoksifikasi adalah berbeda nyata (Lampiran 5). Hal ini disebabkan karena abu banyak terdapat dalam polimer/karbohidrat (serat), namun sedikit dalam lemak. Pencucian

1. Diwajibkan menggunakan alat-alat dan bahan-bahan yang telah disediakan.
 2. Pengambilan hasil analisis harus dilakukan secara teliti dan akurat.
 3. Pengambilan hasil analisis harus dilakukan secara teliti dan akurat.
 4. Pengambilan hasil analisis harus dilakukan secara teliti dan akurat.
 5. Pengambilan hasil analisis harus dilakukan secara teliti dan akurat.
 6. Pengambilan hasil analisis harus dilakukan secara teliti dan akurat.
 7. Pengambilan hasil analisis harus dilakukan secara teliti dan akurat.
 8. Pengambilan hasil analisis harus dilakukan secara teliti dan akurat.
 9. Pengambilan hasil analisis harus dilakukan secara teliti dan akurat.
 10. Pengambilan hasil analisis harus dilakukan secara teliti dan akurat.

menggunakan pelarut akan melarutkan lemak dan meningkatkan kadar serat sehingga kadar abu meningkat.

Parameter lain yang berubah karena detoksifikasi adalah kadar lemak. Lemak adalah senyawa yang tidak larut dalam air tapi larut dalam pelarut organik non polar seperti kloroform, eter, dan benzena (Girindra, 1990). Senyawa organik terdapat dalam semua sel dan berfungsi sebagai komponen struktur sel, simpanan bahan bakar metabolik, komponen pelindung dinding sel, dan komponen pelindung kulit vertebrata. Hasil analisis proksimat menunjukkan bahwa kadar lemak contoh sebelum perlakuan dengan pelarut organik sebesar 17,3%, sedangkan kadar lemak contoh setelah perlakuan dengan pelarut organik sebesar 8,53% (aseton) dan 8,37% (heksan). Berdasarkan analisis statistika dengan menggunakan uji keragaman (anova satu arah), kadar lemak contoh sebelum dan setelah perlakuan dengan pelarut kimia berbeda nyata (Lampiran 5). Turunnya kadar lemak contoh sebelum dan setelah perlakuan dengan pelarut organik disebabkan karena lemak dalam contoh terlarut oleh pelarut organik yang digunakan.

Oleh kalangan ahli gizi, serat biasa dibedakan menjadi serat larut dan serat tidak larut (serat kasar). Serat larut, seperti pektin (yang biasanya terasa lekat pada tangan), akan mengalami fermentasi di usus dan menghasilkan produk akhir yang biasanya memiliki efek yang baik bagi kesehatan. Serat tidak larut, misalnya selulosa dan lignin, membantu penyerapan air pasif, membuat feses lebih menggumpal dan mempersingkat perjalanannya di usus besar. Serat kasar (*Crude Fiber*) tersusun atas selulosa, gum, hemiselulosa, pektin dan lignin. Pati merupakan polisakarida terpenting dalam tumbuh-tumbuhan, karenanya merupakan zat paling penting dalam ransum ternak. Serat berfungsi sebagai sumber energi, sumber protein, sumber vitamin dan mineral (IPTEKNET, 2005). Kadar serat kasar contoh sebelum perlakuan adalah 30,00%. Kadar serat kasar contoh setelah perlakuan dengan pelarut organik sebesar 42,93% (aseton) dan 41,49% (heksan). Berdasarkan hasil analisis statistika uji keseragaman (anova satu arah) menunjukkan bahwa contoh sebelum dan setelah perlakuan dengan kedua pelarut berbeda nyata (Lampiran 5).

Menurut Wong (1989), perubahan struktur protein dapat terjadi akibat beberapa faktor diantaranya adalah panas, garam, perubahan pH, pelarut oksigen, dan agen yang mempercepat denaturasi seperti garam guanidium. Terdapat dua tipe perubahan yang terjadi, yaitu: (1) Interaksi antara rantai-rantai (diantara rantai samping polipeptida) yang menghasilkan ikatan, agregasi, flokulasi, koagulasi, dan presipitasi, (2) Interaksi antara rantai dan pelarut (antara molekul pelarut dan grup rantai samping) yang menghasilkan solubilitas, disosiasi, pembengkakan, dan denaturasi. Proses pemanasan dapat menghasilkan energi untuk memutus interaksi-interaksi non kovalen yang dapat menstabilkan struktur asli. Hasil analisis proksimat menunjukkan bahwa kadar protein contoh sebelum perlakuan dengan pelarut organik sebesar 23,35%, sedangkan kadar protein contoh setelah perlakuan dengan pelarut organik sebesar 20,22% (aseton) dan 20,22% (heksan). Menurunnya kadar protein bungkil setelah detoksifikasi disebabkan rusaknya ikatan protein karena pemanasan dengan *microwave*. Parameter analisis kimia yang tidak mengalami perubahan akibat detoksifikasi adalah kadar air. Hal ini didasarkan pada analisis statistika dengan menggunakan uji keragaman (anova satu arah). Berdasarkan uji ini, kadar air sebelum dan setelah detoksifikasi adalah sama (Lampiran 5).

Kadar proksimat contoh dibandingkan dengan standar proksimat beberapa hewan ternak dapat dilihat pada Lampiran 6. Perbandingan kadar proksimat contoh dengan standar kadar proksimat pakan ternak (ikan sidat, ayam petelur, puyuh petelur pemula, dan sapi perah dara) menunjukkan bahwa contoh berada pada kisaran standar pakan untuk sapi perah dara. Kadar serat kasar contoh lebih tinggi daripada kadar serat standar pakan sapi perah dara. Namun dengan kadar serat tersebut, ampas bungkil jarak pagar masih cocok digunakan untuk pakan ruminansia seperti kambing, sapi dan kerbau (Makkar & Becker, 1999). Hal ini dikarenakan ruminansia memiliki bakteri rumen yang menghasilkan enzim selulase sehingga selulosa (serat) dapat dicerna.

Hasil penelitian Hasanah (2007) menunjukkan bahwa penggunaan bungkil biji jarak pagar baik yang terdetoksifikasi maupun tidak terdetoksifikasi menghasilkan konsentrasi NH₃ dan produksi VFA (Asam

Hala Cipta Jauh/Right of Way/Unsur/Unsur
1. Dilindungi sebagai hak cipta oleh Departemen Hukum dan Peradilan/Departemen
a. Pengalihan hak cipta kepada pihak lain/Departemen Hukum dan Peradilan/Departemen
b. Pengalihan hak cipta kepada pihak lain/Departemen Hukum dan Peradilan/Departemen
2. Dilindungi sebagai hak cipta oleh Departemen Hukum dan Peradilan/Departemen

Lemak Volatil) total yang masih dapat menunjang pertumbuhan mikroba rumen pada ruminansia. Adanya bakteri dan protozoa yang hidup dalam rumen menyebabkan ruminansia dapat mencerna serat kasar yang tinggi (Sutardi, 1977).

B. Detoksifikasi Contoh dan Analisis Data

Hasil uji analisis lektin dilakukan terhadap sampel kering dari bungkil jarak pagar yang telah didetoksifikasi. Hasil pengujian analisis lektin terhadap sampel kering dapat dilihat pada Tabel 5 dibawah ini.

Tabel 5. Hasil pengujian analisis lektin sampel kering

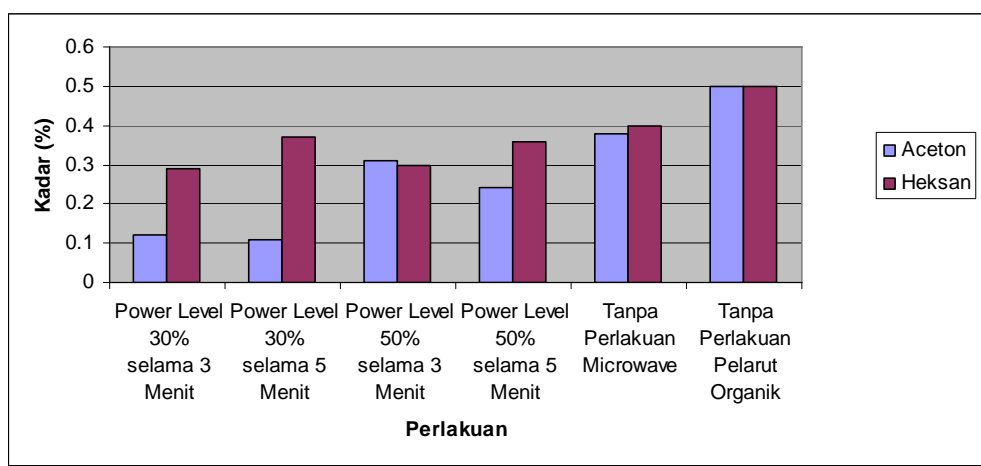
Jenis Perlakuan	Hasil Analisis lektin (% (b/b))	
	Aseton	Heksan
<i>Power Level</i> 30% selama 3 Menit	0,12	0,29
<i>Power Level</i> 30% selama 5 Menit	0,11	0,37
<i>Power Level</i> 50% selama 3 Menit	0,31	0,30
<i>Power Level</i> 50% selama 5 Menit	0,24	0,36
Tanpa Perlakuan <i>Microwave</i>	0,38	0,40
Tanpa Perlakuan Pelarut (Awal)	0,50	0,50

Uji T berpasangan adalah salah satu dari pengujian statistika untuk menguji perbedaan dua nilai tengah populasi yang memiliki keterkaitan satu dengan yang lain. Berdasarkan hasil uji T berpasangan terhadap sampel yang mendapat perlakuan perendaman aseton, diketahui bahwa perendaman aseton yang disertai dengan perlakuan *microwave* dengan variasi *power level* (30% dan 50%) dan waktu (3 menit dan 5 menit) memiliki nilai signifikan sebesar 0,000 (Sig <0,05) maka dapat disimpulkan bahwa perlakuan perendaman dengan aseton yang disertai dengan perlakuan *microwave* dengan variasi *power level* (30% dan 50%) dan waktu (3 menit dan 5 menit) efektif dalam menurunkan kadar racun *curcin* dalam bungkil jarak pagar (*Jatropha curcas L.*) (Lampiran 7a).

pemanasan menggunakan *microwave* dengan *power level* 50% waktu 3 menit (0,31%) tidak berbeda nyata.

Terjadi penurunan kandungan *curcin* sebelum detoksifikasi (0,50%) dan setelah detoksifikasi dengan perlakuan perendaman aseton (0,38%) disebabkan rusaknya ikatan *curcin* oleh pelarut aseton, hidrokarbon yang memiliki ikatan ganda. *Curcin* merupakan senyawa protein. Struktur primer protein terdiri dari rantai-rantai polipeptida yang tersusun dari ikatan peptida yang berulang dan rantai asam amino. Ikatan peptida yang terbentuk adalah ikatan peptida jenis trans (-CO-NH-), berantai lurus dan sebagian adalah ikatan ganda yang membentuk resonansi antara oksigen dengan nitrogen (Wong, 1989 dalam Winarno F. G, 1995). Ikatan ganda yang dimiliki oleh pelarut aseton berinteraksi dengan ikatan rantai ganda senyawa *curcin* (Gambar 4) mengakibatkan perubahan ikatan keduanya menjadi ikatan tunggal.

Pemanasan menggunakan *microwave* dengan *power level* 30% menyebabkan penurunan kandungan *curcin* menjadi 0,12% (3 menit pemanasan) dan 0,11% (5 menit pemanasan). Pengurangan kandungan racun *curcin* disebabkan karena pemanasan (konduksi ionik). Pemanasan dapat merusak ikatan antara *curcin* dengan karbohidrat. *Curcin* atau lektin diketahui tidak tahan panas dan aktivitasnya bisa diturunkan dengan perlakuan panas.



Gambar 7. Diagram Batang Hasil Analisis Lektin

Diagram batang hasil analisis lektin dapat dilihat pada Gambar 7 di atas. Perlakuan perendaman aseton yang disertai pemanasan menggunakan *microwave* dengan *power level* 50% dengan waktu 3 menit terjadi penurunan kandungan *curcin* menjadi 0,31% dan dengan waktu 5 menit menjadi 0,24%. Berdasarkan analisis anova nilai 0,31% dan 0,24% berada dalam subset yang berbeda (Lampiran 8). Hal ini menunjukkan perbedaan yang nyata diantara keduanya. Perbedaan nilai ini disebabkan perbedaan waktu perlakuan. Dengan waktu 5 menit terjadi pengurangan kandungan *curcin* yang lebih besar dibandingkan dengan waktu 3 menit diakibatkan panas yang ditimbulkan gelombang mikro lebih lama dalam sampel bungkil jarak sehingga kandungan racun *curcin* semakin berkurang. Waktu pemanasan selama 5 menit juga mengakibatkan dua sampel bungkil biji jarak pagar sedikit hangus. Hal ini terjadi karena dua faktor, (1) kandungan air dalam bungkil relatif sedikit sehingga tumbukan elektomagnetik yang terjadi secara terus menerus akan mengurangi bahkan menghabiskan kandungan air tersebut sehingga akhirnya hangus. (2) bungkil biji jarak memiliki ketebalan bahan yang kecil/tipis, sehingga dengan daya dan waktu pemanasan yang besar akan membuat bungkil hangus.

Terjadi penurunan kandungan *curcin* sebelum (0,50%) dan setelah detoksifikasi (0,40%) dengan perlakuan perendaman heksan. Hal ini diakibatkan karena interaksi ikatan peptida berantai lurus senyawa *curcin* dengan ikatan lurus tunggal pelarut heksan. Pemanasan menggunakan *microwave* dengan *power level* 30% menyebabkan penurunan kandungan *curcin* menjadi 0,29% (3 menit pemanasan) dan 0,37% (5 menit pemanasan). Pengurangan kandungan racun *curcin* disebabkan karena pemanasan (konduksi ionik). Pemanasan *microwave* dengan penggunaan *power level* 50% dengan waktu 3 menit dapat mengurangi kandungan racun *curcin* sebesar 0,30% dan *power level* 50% dengan waktu 5 menit terjadi pengurangan kandungan *curcin* menjadi 0,36%.

Berdasarkan hasil penelitian Hasanah (2007), proses detoksifikasi yang dilakukan mampu menurunkan 58,66% unit kandungan *curcin*. Perlakuan yang diberikan yaitu dengan pemanasan *autoclave* dan pada oven bersuhu

Hal ini dapat dilihat dari hasil analisis lektin yang menunjukkan bahwa kandungan lektin pada sampel yang diuji berbeda-beda. Hal ini disebabkan karena perbedaan perlakuan yang diberikan. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan berpengaruh terhadap kandungan lektin pada sampel yang diuji. Hal ini dapat dilihat dari hasil analisis lektin yang menunjukkan bahwa kandungan lektin pada sampel yang diuji berbeda-beda. Hal ini disebabkan karena perbedaan perlakuan yang diberikan. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan berpengaruh terhadap kandungan lektin pada sampel yang diuji.

70°C dengan penambahan tepung kunyit, dimana perlakuan dengan pemanasan tanpa tepung kunyit lebih efektif menurunkan *curcin*. Proses detokifikasi dengan perendaman pelarut aseton yang disertai penggunaan *microwave* dengan *power level* 30% mampu menurunkan 22% unit kandungan *curcin* (3 menit pemanasan) dan 24% unit kandungan *curcin* (5 menit pemanasan).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Proses detoksifikasi bungkil kering jarak pagar (*Jatropha curcas L.*) menggunakan pelarut aseton dan heksan berpengaruh terhadap kadar abu, lemak, dan serat kasar contoh sedangkan kadar air dan protein contoh tidak mengalami perubahan secara nyata. Berdasarkan analisis proksimat yang dilakukan, bungkil jarak pagar mendekati nilai kadar standar untuk pakan ternak terutama ruminansia.

Perendaman bungkil kering jarak pagar dengan pelarut aseton dan heksan yang diikuti dengan pemanasan menggunakan *microwave* terbukti dapat mengurangi kandungan *curcin* dalam bungkil jarak pagar. Panas yang ditimbulkan oleh gelombang mikro dalam oven *microwave* terbukti dapat mengurangi kandungan *curcin* yang terdapat dalam bungkil kering jarak pagar. Pengurangan kandungan *curcin* dalam contoh bungkil jarak pagar bervariasi tergantung dari *power level* dan waktu pemanasan dari oven *microwave*. Kandungan *curcin* terkecil diperoleh dengan pelarutan menggunakan aseton yang diikuti dengan perlakuan *microwave* dengan *power level* 30% selama 3 menit dan 5 menit.

B. Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap pengaruh senyawa keton terhadap pengurangan racun *curcin* dan pemilihan senyawa keton yang lainnya yang lebih efektif, mudah didapat dan murah harganya.

Nama: Gita Suci Pratiwi, Unsuruland.com
 1. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di jurusan Ilmu Pangan dan Teknologi Pangan
 a. Pengujian hasil uji coba penelitian yang dilakukan, analisis, dan diskusi hasil uji coba penelitian.
 b. Mengetahui hasil penelitian yang diperoleh yang sesuai IPB University.
 2. Melakukan penelitian yang berkaitan dengan ilmu pangan dan teknologi pangan yang sesuai IPB University.

DAFTAR PUSTAKA

Aderibigbe, A. O., C. O. L. E. Johnson, H. P. S. Makkar dan Becker. 1997. Chemical composition and effect of heat on organic matter and nitrogen degradability and some anti-nutritional component of *Jatropha* meal. *Animal Feed Science and Technology* 67: 223-243.

Aregheore, E. M., H. P. S. Makkar dan K. Becker. 1998. Assessment of lectin activity in a toxic and non-toxic variety of *Jatropha curcas* using latex agglutination and haemagglutination methods and inactivation of lectin by heat treatments. *J. Sci. Food Agric.* 77 (3) : 349-352.

Aregheore, E. M., H. P. S. Makkar dan K. Becker. 2003. detoxification of a toxic variety of *Jatropha curcas* using heat and chemical treatments, and preliminary nutritional evaluation with rats. *South Pacific Journal of Natural Science* 21: 50-60.

Adolf, W., Opferkuch, H. J., Hecker, E. 1984. Irritant phorbol derivatives from four jatropha species. *Phytochem.* 23(1): 129-132.

Asaoka, Y., S. Nakamura, K. Yoshida dan Y. Nishizuka. 1992. Protein kinase C, calcium and phospholipid degradation. *Trends in Biochem. Sci.*, 17: 414-417.

BÃ¶rse. 2007. Seeigelwolfsmilch (*Euphorbia obesa*). http://www.giftpflanzen.com/euphorbia_obesa.html.

Brodjonegoro, T. P., I. K. Rekkwardjojo, Tatang, dan H. Soerawidjaja. 2005. Jarak Pagar, Sang Primadona. <http://www.pikiran-rakyat.com/cetak/2005/1005/13/cakrawala/utama02.htm>.

Canadian Centre for Occupational Health and Safety. 2004. Microwave ovens and their hazards. <http://www.ccohs.com>

Duke, J. A. dan Atchley, A. A. 1984. *Proximate Analysis*. Di dalam: Chriestie, B. R.(ed), *The Handbook of Plant Science in Agriculture*. CRC Press, Inc., Boca Raton, FL. Di dalam: Duke, J. A. 1983. *Handbook of Energy Crops*. Tidak dipublikasikan. Di dalam: http://www.hat.purdue.edu/newcrop/Indices/index_ab.html.

Endra, Y. 2006. *Analisis Proksimat dan Komposisi Asam Amino Buah Pisang Batu (Musa balbisina Colla)* [Skripsi]. Bogor: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.

Fachrudin, A. 2007. Pengaruh taraf penggunaan bungkil biji jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) dalam ransum terhadap penampilan produksi mencit (*Mus musculus*). Skripsi. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Halaman ini merupakan bagian dari dokumen yang diterbitkan oleh IPB University dan tidak boleh disebarluaskan atau digunakan untuk tujuan komersial tanpa izin IPB University.



- Fajariah, N. 2007. Uji biologis bungkil biji jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) terdetoksifikasi menggunakan mencit (*Mus musculus*) sebagai hewan percobaan. Skripsi. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Food and Environmental Hygiene Department The Government of the Hong Kong Special Administrative Region. 2005. Risk assessment studies report No. 19. http://www.fehd.gov.hk/safefood/report/microwave/microwave_ra.html.
- Girindra, A. 1990. *Biokimia I*. Jakarta: Gramedia.
- Gübitz, G. M., M. Mittelbach dan M. Trabi. 1998. Exploitation of the tropical oil seed plant *Jatropha curcas* L. *Bioresource Tech.* 67: 73-82.
- Hambali, E., A. Suryani, Dadang, Hariyadi, H. Hanafie, I. K. Reksowardojo, M. Rivai, M. Ihsanur, P. Suryadarma, S. Tjitrosemito, T. H. Soerawidjaja, T. Prawitasari, T. Prakoso dan W. Purnama. 2006. *JARAK PAGAR Tanaman Penghasil Biodisel*. Penerbit Penebar Swadaya, Jakarta.
- Hartulistiwa, E. 2001. *Penggunaan Energi Gelombang Mikro (microwave energy) untuk Dekontaminasi Produk Pertanian*. Jurnal Teknik Pertanian. IPB, Bogor.
- Hasanah, P. 2007. Kandungan nutrisi, fermentabilitas, dan pencernaan *in vitro* bungkil biji jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) terdetoksifikasi. Skripsi. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hecker, E. 1981. Carcinogenesis and tumor promoters of the diterpene esters type as possible carcinogenic risk factors. *Journal of Cancer Research and Clinical Oncology* 99: 103-124.
- Heller, J. 1996. Physic nut. *Jatropha curcas* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops 1. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome.
- Herrera, J. M., K. Becker, G. Davila Ortiz, G. Francis, dan P. Siddhuraju. 2006. Chemical composition, toxic/antimetabolic constituents, and effects of different treatment on their levels, in four provenances of *Jatropha curcas* L. From Mexico. *Food Chemistry* 96: 80-89.
- Inga, K., K. J. Siemsa, R. A. Ibarra, W. G. Berendsohn, U. Bienzke dan E. Eicha. 2002. *In vitro* Antiplasmodial Investigation of Medicinal Plants from El Salvador. www.chinaphar.com/167-4083/24/241.htm.

Joseph, G. 2002. Manfaat serat makanan bagi kesehatan kita. Makalah Falsafah Sains. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Juan, L., Y. Fang, T. Lin dan C. Fang. 2003. Antitumor effect of curcin of *Jatropha curcas*. Acta Pharmacol. <http://www.chinaphar.com/1671-4083/24/241.htm>.

Langdon, K. R. 1977. Physic nut, *Jatropha curcas*. Nematology (Botany) Circular No. 30. <http://www.doacs.state.fl.us/pi/enpp/botany/botcirc/NemBotcirc30.htm>.

Makkar HPS, Becker K, Sporer F & Wink M. 1997. Studies on nutritive potential and toxic constituents of different provenances of *Jatropha curcas*. J. Agric. Food Chem, 45: 3152-3157.

Makkar, H. P. S. dan K. Becker. 1998. Effects of phorbol esters in carp (*Cyprinus carpio* L.). Vet. Human Toxicol., 40: 82-86.

Makkar, H. P. S. dan K. Becker. 1999. Plant toxic and detoxification methods to improve feed quality of tropical seeds. Asian-Aus. J. Anim. Sci., 12 (3): 467-480.

Marni. 1991. Pengaruh lama pemanasan bungkil biji kemiri terhadap performa ayam buras dan ayam ras petelur periode dara. Karya Ilmiah. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Nishizuka, Y. 1986. Studies and perspectives of protein kinase C. J., SCI: 233: 305-312.

Nurhikmawati. 2007. Pengaruh perlakuan fisika, kimia, san biologi terhadap komposisi kimia dan kandungan racun curcin bungkil biji jarak pagar (*Jatropha curcas*). Skripsi. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Ryves, W. J., Evans, A. T., Oliver, A. R., Parker, P. J., and Evans, F. J. 1991. Activation of PKC-isotypes α , β , γ , δ and ϵ by phorbol esters of different biological activities. FEBS letters 288:5-9.

Sutardi, T. 1977. Ikhtisar Ruminologi Badan Khusus Peternakan Sapi Perah Kayu Ambon, Lembang. Direktorat Jenderal Peternakan. Lembang.

Winarno, F. G. 1997. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Wikipedia. 2007. *Lectin*. The free encyclopedia. <http://en.wikipedia.org/wiki/Lectin.htm>.

Wink, M. 1993. Forschungs bericht zum project “Nutzung pflanzlicher Öle als Kraftstoffe” Consultan’s report prepared for GTZ, Germany.

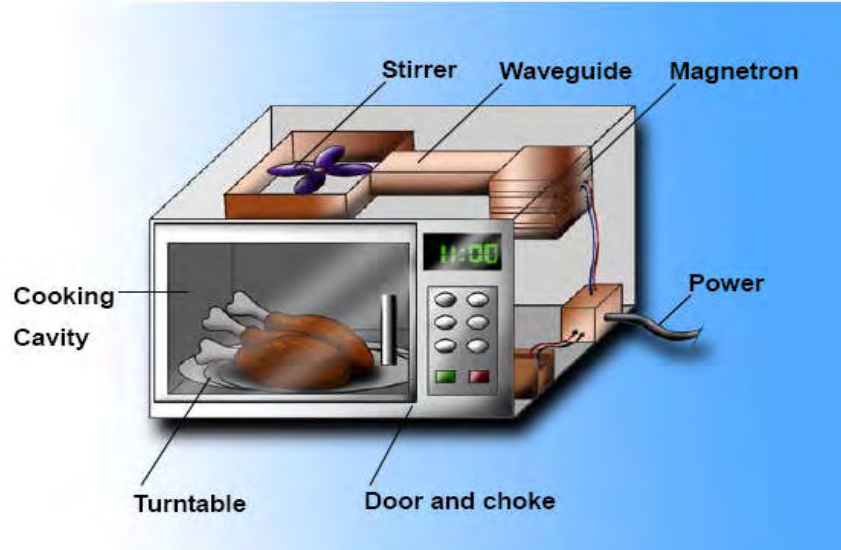


LAMPIRAN

- Hika Cipta Berorientasi Lingkungan
- 1. Melakukan berbagai kegiatan atau aktivitas nyata yang bertujuan menciptakan dan mempedalikan sumber :
 - a. Pergerakan hampar air pada lingkungan pertanian, pemukiman, perkotaan karena emulsi, pemecahan lapisan, penapisan kritis atau pembersihan masalah
 - b. Pergerakan hasil pengolahan/keperluan yang nyata IPB University.
 - 2. Melakukan berbagai aktivitas lain untuk berbagai kalangan atau sesuai karya tulis dan dokumentasi sebagai alat bantu IPB University.



Lampiran 1. Bagian-bagian oven *microwave*



Hela Cipta milik IPB University
 1. Diambil dari berbagai sumber sebagai referensi yang akurat dan dapat dipercaya
 a. Perbaikan hasil karya yang dihasilkan dari penelitian, pengembangan, dan inovasi yang dilakukan oleh mahasiswa IPB University
 b. Perbaikan hasil karya yang dihasilkan dari penelitian, pengembangan, dan inovasi yang dilakukan oleh mahasiswa IPB University
 2. Diambil dari berbagai sumber dan referensi yang akurat dan dapat dipercaya sebagai referensi yang akurat dan dapat dipercaya

Lampiran 2. Analisis proksimat

a. Penentuan kadar air (AOAC, 1999)

Sebanyak 5 gram contoh yang telah dihaluskan, ditimbang dan dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 8 jam. Contoh diangkat dari oven dan didinginkan di dalam eksikator sampai suhu kamar, kemudian ditimbang. Prosedur diulang hingga kehilangan bobot selama pemanasan 3 jam tidak lebih dari 0.05%. kadar air (*Moisture content*, MC) bungkil biji jarak pagar dihitung sebagai:

$$MC = \frac{W_{oi} - W_{of}}{W_{contoh\ awal}} \times 100\%$$

dengan:

W_{oi} = bobot cawan + bobot contoh awal (g)

W_{of} = bobot cawan + bobot contoh akhir (g)

b. Penentuan kadar abu (AOAC, 1999)

Cawan porselin yang kosong dimasukkan ke dalam tanur 600°C selama 30 menit. Cawan dikeluarkan dan didinginkan dalam eksikator lalu ditimbang. Sebanyak 2 gram contoh dimasukkan ke dalam porselin dan dipanaskan di atas pembakar gas sampai tidak berasap lagi. Pemanasan dilanjutkan di dalam oven 600°C selama 6 jam (sampai tidak berjelaga), lalu dikeluarkan dan didinginkan dalam eksikator lalu ditimbang sampai diperoleh bobot yang tetap.

$$\text{Kadar abu} = \frac{\text{Bobot abu}}{\text{Bobot contoh}} \times 100\%$$

c. Penentuan nitrogen (AOAC, 1999)

Penentuann nitrogen dilakukan dengan metode Kjeldahl terhadap ampas bungkil jarak pagar untuk menentukan %N total. Sebanyak 0.5 gram bungkil biji jarak ditimbang dalam labu destruksi. Kemudian dicampurkan 1 gram katalis (dibuat dengan mencampurkan 1 gram CuSO_4 dan 1,2 gram Na_2SO_4) dan 2,5 mL H_2SO_4 pekat. Didihkan hingga jernih dalam labu Kjeldahl,

kemudian dinginkan. Setelah itu dilakukan pengenceran dan dimasukkan ke alat destilasi. Dalam alat destilasi dipompakan NaOH 6 N dan asam borat 4%. Larutan ini didestilasi selama 7 menit sampai diperoleh larutan berwarna hijau jernih. Destilat yang diperoleh dititrasi dengan H₂SO₄ 0.02 N. Titik akhir ditandai dengan terjadinya perubahan warna hijau menjadi biru. Dilakukan juga penetapan blanko.

$$\text{Kadar N (\%)} = \frac{(A - B) \times 14.007 \times N}{\text{bobot contoh (mg)}}$$

dengan:

- A = volume H₂SO₄ untuk titrasi contoh (mL)
- B = volume H₂SO₄ untuk titrasi blanko (mL)
- N = normalitas H₂SO₄

d. Penetapan kadar lemak (AOAC, 1999)

Labu lemak yang bersih ditambahkan beberapa batu didih lalu ditimbang bobot kosongnya. Labu lemak ini diisi dengan 50 mL pelarut petroleum eter. Sebanyak 3 gram bungkil dibungkus dengan kertas saring yang dibuat seperti selongsong lalu ditempatkan dalam alat Soxhlet yang disambungkan dengan alat refluks dan labu lemak. Ekstraksi dilakukan selama kurang lebih 6 jam. Larutan lemak dalam pelarut disulingkan, sehingga diperoleh kembali pelarut yang semula dipakai dalam alat soxhlet dan lemak dalam labu lemak. Labu lemak kemudian dikeringkan pada oven 60°C dan ditimbang sampai diperoleh bobot yang konstan.

$$\text{Kadar lemak} = \frac{\text{bobot lemak (g)}}{\text{bobot contoh (g)}} \times 100\%$$

1. Melakukan analisis sampel sebagai berikut: a. Menimbang sampel yang akan dianalisis. b. Menimbang sampel yang akan dianalisis. c. Menimbang sampel yang akan dianalisis. d. Menimbang sampel yang akan dianalisis. e. Menimbang sampel yang akan dianalisis. f. Menimbang sampel yang akan dianalisis. g. Menimbang sampel yang akan dianalisis. h. Menimbang sampel yang akan dianalisis. i. Menimbang sampel yang akan dianalisis. j. Menimbang sampel yang akan dianalisis. k. Menimbang sampel yang akan dianalisis. l. Menimbang sampel yang akan dianalisis. m. Menimbang sampel yang akan dianalisis. n. Menimbang sampel yang akan dianalisis. o. Menimbang sampel yang akan dianalisis. p. Menimbang sampel yang akan dianalisis. q. Menimbang sampel yang akan dianalisis. r. Menimbang sampel yang akan dianalisis. s. Menimbang sampel yang akan dianalisis. t. Menimbang sampel yang akan dianalisis. u. Menimbang sampel yang akan dianalisis. v. Menimbang sampel yang akan dianalisis. w. Menimbang sampel yang akan dianalisis. x. Menimbang sampel yang akan dianalisis. y. Menimbang sampel yang akan dianalisis. z. Menimbang sampel yang akan dianalisis.

e. Penentuan kadar serat kasar (AOAC, 1999)

Sebanyak 5 gram bungkil dimasukkan dalam labu erlenmeyer 500 mL, ditambahkan 50 mL H₂SO₄ 1.25% dan diekstraksi dengan pendingin tegak selama 30 menit. Selanjutnya ditambahkan 50 mL NaOH 3.25% dan pemanasan dilanjutkan kembali selama 30 menit. Larutan disaring panas dengan kertas saring Whatman 41 yang telah diketahui bobotnya. Wadah dicuci dengan air panas mengandung H₂SO₄ 1.25 %. Endapan yang diperoleh dicuci dengan alkohol 96% kemudian dikeringkan dalam oven 105°C, didinginkan dan ditimbang sampai diperoleh bobot yang tetap.

$$\text{Kadar serat kasar} = \frac{\text{bobot serat}}{\text{bobot contoh}} \times 100\%$$

1. Diambil sebanyak 5 gram bungkil dimasukkan dalam labu erlenmeyer 500 mL, ditambahkan 50 mL H₂SO₄ 1.25% dan diekstraksi dengan pendingin tegak selama 30 menit. Selanjutnya ditambahkan 50 mL NaOH 3.25% dan pemanasan dilanjutkan kembali selama 30 menit. Larutan disaring panas dengan kertas saring Whatman 41 yang telah diketahui bobotnya. Wadah dicuci dengan air panas mengandung H₂SO₄ 1.25 %. Endapan yang diperoleh dicuci dengan alkohol 96% kemudian dikeringkan dalam oven 105°C, didinginkan dan ditimbang sampai diperoleh bobot yang tetap.

Lampiran 3. Analisis lektin (sumber: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Bogor, 2008)

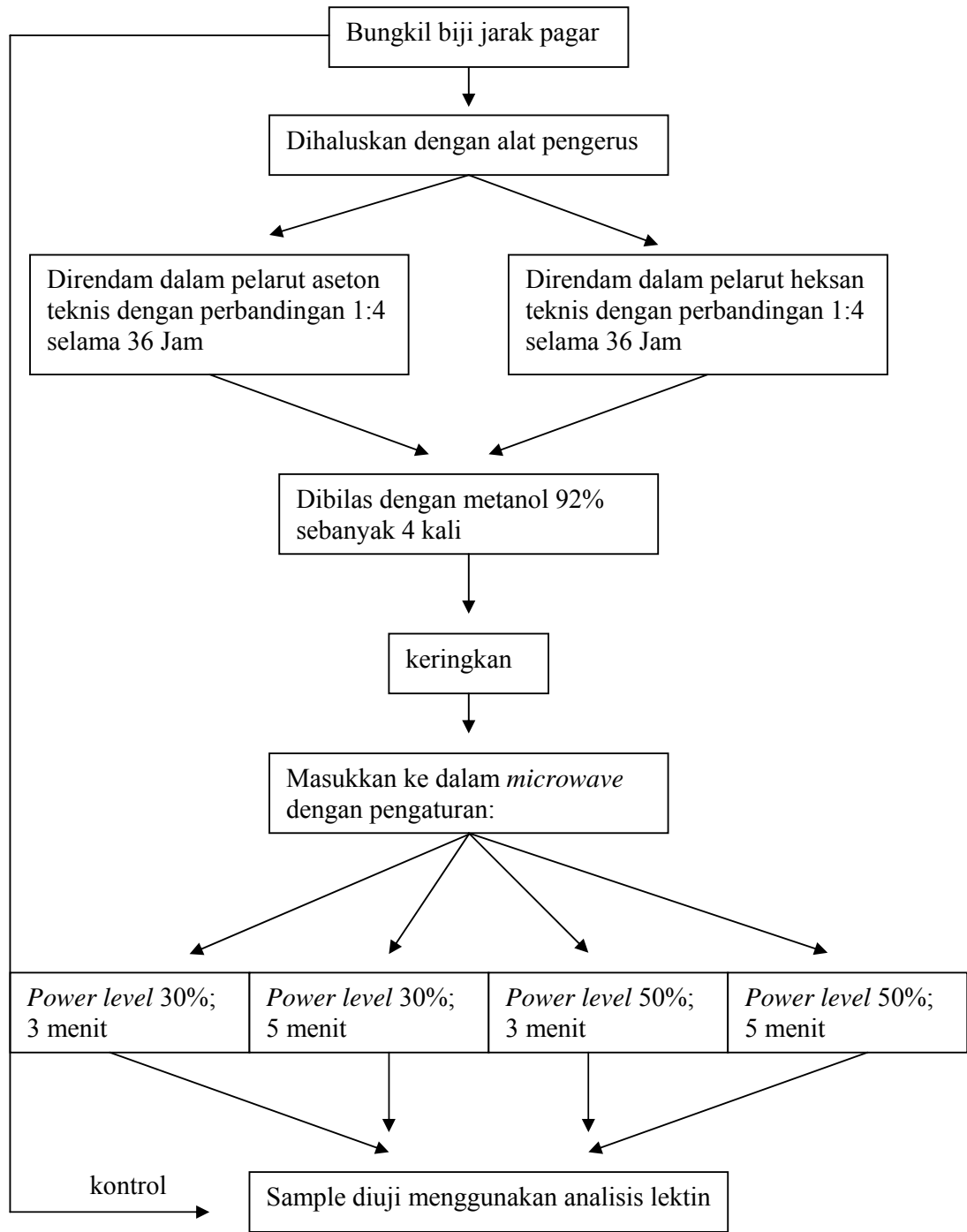
Prinsip kerja:

Oligosakarida dipecah dari komponen protein dengan enzim N-Glikonase dan direduksi dengan NaBH_3 atau NaBH_4 .

Cara Kerja:

- 1 mL contoh diinkubasi selama 20 menit pada temperatur $\pm 40^\circ\text{C}$, dengan enzim N – Glikonase.
- Reaksi dihentikan dengan penambahan NaBH_3 dan NaBH_4 . Contoh kemudian disaring dengan kertas Whatman 41 dan selanjutnya dengan milipore $0.05\mu\text{m}$.
- 20 μL contoh diinjeksikan ke dalam HPLC dengan detektor indeks bias, dengan fase gerak PbS/NaN_3 ($0.7\text{ mM KH}_2\text{PO}_4$, 0.15 M NaCl , $0.02\% \text{ NaN}_3$ pH 7.4) dengan laju alir 0.5 mL/menit selama 45 menit.
- Selanjutnya dielusi dengan 0.5 mL/menit 0.2 M laktosa dalam PbS/NaN_3 selama 1 menit, kemudian dielusi selama 20 menit pada kecepatan 0.5 mL/menit dengan 0.1 mM Gel NaAc dan 1.0 Asam Asetat dalam PbS/NaN_3 .

Lampiran 4. Diagram alir penelitian



Lampiran 5. Analisis statistika uji keragaman (Anova Satu Arah) proksimat

Multiple Comparisons

Dependent Variable: AIR

Tukey HSD

(I) ulangan	(J) ulangan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Kontrol	Aseton	.1000	.11547	.695	-.3825	.5825
	Heksan	-.7000(*)	.11547	.018	-1.1825	-.2175
Aseton	Kontrol	-.1000	.11547	.695	-.5825	.3825
	Heksan	-.8000(*)	.11547	.013	-1.2825	-.3175
Heksan	Kontrol	.7000(*)	.11547	.018	.2175	1.1825
	Aseton	.8000(*)	.11547	.013	.3175	1.2825

* The mean difference is significant at the .05 level.

Homogeneous Subsets

AIR

Tukey HSD

ulangan	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
aseton	2	7.9000	
kontrol	2	8.0000	
heksan	2		8.7000
Sig.		.695	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

Multiple Comparisons

Dependent Variable: ABU

Tukey HSD

(I) ulangan	(J) ulangan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Kontrol	Aseton	-1.9700(*)	.41833	.037	-3.7181	-.2219
	Heksan	-1.8400(*)	.41833	.044	-3.5881	-.0919
Aseton	Kontrol	1.9700(*)	.41833	.037	.2219	3.7181
	Heksan	.1300	.41833	.949	-1.6181	1.8781
Heksan	Kontrol	1.8400(*)	.41833	.044	.0919	3.5881
	Aseton	-.1300	.41833	.949	-1.8781	1.6181

* The mean difference is significant at the .05 level.

ABU

Tukey HSD

ulangan	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
kontrol	2	4.5000	
heksan	2		6.3400
aseton	2		6.4700
Sig.		1.000	.949

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

Multiple Comparisons

Dependent Variable: PROTEIN

Tukey HSD

(I) ulangan	(J) ulangan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Kontrol	Aseton	3.1200	1.23654	.165	-2.0472	8.2872
	Heksan	3.1250	1.23654	.164	-2.0422	8.2922
Aseton	Kontrol	-3.1200	1.23654	.165	-8.2872	2.0472
	Heksan	.0050	1.23654	1.000	-5.1622	5.1722
Heksan	Kontrol	-3.1250	1.23654	.164	-8.2922	2.0422
	Aseton	-.0050	1.23654	1.000	-5.1722	5.1622

PROTEIN

Tukey HSD

ulangan	N	Subset for alpha = .05
		1
heksan	2	20.2200
aseton	2	20.2250
kontrol	2	23.3450
Sig.		.164

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

Multiple Comparisons

Dependent Variable: LEMAK

Tukey HSD

(I) ulangan	(J) ulangan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Kontrol	Aseton	8.7700(*)	.30572	.000	7.4925	10.0475
	Heksan	8.9300(*)	.30572	.000	7.6525	10.2075
Aseton	Kontrol	-8.7700(*)	.30572	.000	-10.0475	-7.4925
	Heksan	.1600	.30572	.866	-1.1175	1.4375
Heksan	Kontrol	-8.9300(*)	.30572	.000	-10.2075	-7.6525
	Aseton	-.1600	.30572	.866	-1.4375	1.1175

* The mean difference is significant at the .05 level.

LEMAK

Tukey HSD

ulangan	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
heksan	2	8.3700	
aseton	2	8.5300	
kontrol	2		17.3000
Sig.		.866	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

Multiple Comparisons

Dependent Variable: SERATKA

Tukey HSD

(I) ulangan	(J) ulangan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Kontrol	Aseton	- 12.9250(*)	2.30441	.023	-22.5545	-3.2955
	Heksan	- 11.4900(*)	2.30441	.031	-21.1195	-1.8605
Aseton	Kontrol	12.9250(*)	2.30441	.023	3.2955	22.5545
	Heksan	1.4350	2.30441	.819	-8.1945	11.0645
Heksan	Kontrol	11.4900(*)	2.30441	.031	1.8605	21.1195
	Aseton	-1.4350	2.30441	.819	-11.0645	8.1945

* The mean difference is significant at the .05 level.

SERATKA

Tukey HSD

ulangan	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
kontrol	2	30.0000	
heksan	2		41.4900
aseton	2		42.9250
Sig.		1.000	.819

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

Multiple Comparisons

Dependent Variable: KARBOHID

Tukey HSD

(I) ulangan	(J) ulangan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Kontrol	Aseton	2.9050	1.76609	.356	-4.4750	10.2850
	Heksan	1.9750	1.76609	.568	-5.4050	9.3550
Aseton	Kontrol	-2.9050	1.76609	.356	-10.2850	4.4750
	Heksan	-.9300	1.76609	.865	-8.3100	6.4500
Heksan	Kontrol	-1.9750	1.76609	.568	-9.3550	5.4050
	Aseton	.9300	1.76609	.865	-6.4500	8.3100

KARBOHID

Tukey HSD

Ulangan	N	Subset for alpha = .05
		1
Aseton	2	13.9500
Heksan	2	14.8800
Kontrol	2	16.8550
Sig.		.356

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

Lampiran 6. Kadar proksimat contoh dengan standar pakan untuk beberapa hewan ternak

Parameter	Kadar (% (b/b))					
	Ikan sidat Pertumbuhan SNI 01-3906- 1995	Ayam petelur SNI 01- 3929-1995	Puyuh petelur pemula SNI 01-3906- 1995	Sapi perah dara SNI 01- 3148-1992	Contoh setelah detoksifikasi	
					Aseton	Heksan
Air	Maks.10	Maks. 14	Maks. 14	Maks. 14	7.9	8.7
Abu	Maks. 11	10-14	Maks. 8	-	6.47	6.34
Lemak	Min. 7	2.5-7	Min. 2.8	Maks. 7	8.53	8.37
Protein	Min. 40	Min. 13.5	Min. 20	Min. 16	20.22	20.22
Serat	Maks. 2	Maks.7	Maks. 5	Maks. 18	42.93	41.49

Maka Cipta Jembering, Universitas Jember
 1. Diwajibkan menggunakan sebagai standar untuk semua produk yang diproduksi dan dipasarkan di pasaran.
 a. Untuk produk pangan yang mengandung protein, lemak, karbohidrat, serat, vitamin, mineral, dan unsur lainnya.
 b. Untuk produk pangan yang mengandung lemak, karbohidrat, serat, vitamin, mineral, dan unsur lainnya.
 2. Diwajibkan menggunakan standar ini sebagai acuan dalam melakukan uji mutu produk pangan yang diproduksi dan dipasarkan di pasaran oleh IPB University.

Lampiran 7. Analisis statistika uji T berpasangan kandungan lektin contoh

Lampiran 7a. Analisis statistika uji T berpasangan kandungan lektin contoh dengan perlakuan aseton

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
1 Sebelum – sesudah	.30500	.08960	.03168	.23009	.37991	9.628	7	.000

Paired Samples Test Aseton

Lampiran 7b. Analisis statistika uji T berpasangan kandungan lektin contoh dengan perlakuan heksan

Paired Samples Test Heksan

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
1 Sebelum – sesudah	.17000	.03817	.01350	.13809	.20191	12.596	7	.000

Lampiran 8. Analisis statistika uji keseragaman (Anova) lektin contoh dengan perlakuan aseton dan heksan

ANOVA

Nilai

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.139	7	.020	794.857	.000
Within Groups	.000	8	.000		
Total	.139	15			

Kandungan Lektin

Duncan

Perlakuan	N	Subset for alpha = .05				
		1	2	3	4	5
A,30,5	2	.1100				
A,30,3	2	.1200				
A,50,5	2		.2400			
H,30,3	2			.2900		
H,50,3	2			.3000	.3000	
A,50,3	2				.3100	
H,50,5	2					.3600
H,30,5	2					.3700
Sig.		.081	1.000	.081	.081	.081

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

Note:

Kelompok perlakuan yang terdapat pada subset yang sama menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan dalam nilai tersebut.