

PENGARUH DOSIS INOKULUM DAN WAKTU FERMENTASI OLEH *RHIZOPUS ORYZAE* TERHADAP PENINGKATAN NILAI GIZI BUNGKIL BIJI *JATROPHA CURCAS* L.

Tuti Kurniati

Abstract

The *Jatropha curcas* oil extraction process potentially produce 1 (one) ton/ha of seed cake of 5 ton of *Jatropha curcas* fruit process into 2 ton/ha of *Jatropha curcas* oil. This solid organic waste has high potency as broiler feeding. However, the problem is the nutrition value of *jatropha* seed cake, because the seed cake contains too high raw fat and raw protein that can not be digested directly. Fermentation is one of the method to improve the nutrition value of seed cake. In this research, *Rhizopus oryzae* was used as fermentation agent of *jathropa* seed cake. This research is aimed to obtain the optimal inoculum dosage and fermentation duration to improve nutrition value of *Jatropha curcas* seed cake. The experiment used random factorial method with three times repetition. The factor for the first treatment is fermentation duration, 72 hours, 96 hours and 120 hours. The factor for the second treatment was inoculum dosage, that comprised three degree, 2 g/kg, 3 g/kg, and 4 g/kg. Measured parameter were proximate analysis of raw protein and fat content of fermentation product. The research's result shows the change of nutrient content in *Jatropha curcas* seed cake after fermentation. The results showed that highest increase of raw protein (7,97%) was achieved by 3g/kg inoculum dosage and 120 hours fermentation duration. The highest decrease in raw fat (82,46,%) achieved by 4g/kg inoculum dosage and 96 hours fermentation duration. From its effectivity, it is obtained that the optimal inoculum dosage is 3 g/kg with optimal fermentation duration which is 120 hours that yield the best nutrient quality in *Jatropha curcas* seed cake fermentation.

Keyword: fermentation, inoculum dosage, fermentation duration, *Rhizopus oryzae*, nutrient

A. Pendahuluan

Tanaman *Jatropha curcas* L. adalah salah satu tanaman yang mempunyai potensi untuk dikembangkan sebagai bahan baku biodiesel. Bungkil biji *Jatropha curcas* adalah limbah yang diperoleh setelah pengepresan minyak dari biji jarak pagar untuk kemudian diproses menjadi biodiesel dan produk lainnya. Setiap pengepresan bungkil biji *Jatropha curcas* akan dihasilkan 70% bungkil. Presentase limbah yang sangat besar ini membutuhkan pengolahan yang tepat, misalnya dengan pengolahan limbah jarak

menjadi briket, racun rayap dan pakan ternak. Hal ini sekaligus mengatasi masalah lingkungan yang timbul akibat limbah jarak pagar bila tidak diolah (Hambali, 2007).

Jarak pagar merupakan tanaman yang serbaguna, dimana hampir semua bagian tanaman ini dapat dimanfaatkan. Dari buahnya akan dihasilkan biji jarak yang akan menghasilkan minyak jarak dan bungkil jarak melalui proses pengepresan. Minyak jarak yang dihasilkan dapat dibuat menjadi beberapa produk. Minyak jarak

mentah yang setelah melalui proses penyaringan dapat digunakan sebagai biokerosin, yaitu bahan bakar pengganti minyak tanah dan juga sebagai bahan baku sabun opaque (untuk mandi dan mencuci), serta sabun colek untuk mencuci (Hambali, dkk; 2006). Bungkil biji khususnya berpotensi sebagai pupuk organik karena memiliki kandungan nitrogen (N) yang tinggi, yaitu setara dengan pupuk kandang dari kotoran ayam (Rachdyana, 2007). Dapat dijadikan pakan ternak setelah mengalami proses Detoksifikasi (penghilangan racun) (Astuti, 2007).

Antinutrisi yang terdapat dalam bungkil biji jarak pagar (*Jatropha curcas*) dapat ditekan melalui pemanasan selama 15 menit pada suhu 100°C. Berdasarkan hasil pengolahan pemanasan tersebut menghasilkan nilai gizi abu 4,55%, protein kasar 17%, serat kasar 17,96%, lemak kasar 4,59% dan karbohidrat 48,88% (Laboratorium Nutrisi Ternak Ruminansia dan Kimia Makanan Ternak, 2009). Sebagai akibat pengolahan melalui pemanasan terjadi penurunan kadar protein, hal ini menunjukkan adanya proses denaturasi protein demikian juga untuk kadar lemak. Maka untuk meningkatkan kembali kualitas bungkil biji jarak pagar dilakukan fermentasi.

Fermentasi merupakan proses pemecahan bahan-bahan organik (karbohidrat, lemak, protein, dan lainnya) melalui kerja enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme, dalam hal ini mikroorganisme bersifat katabolik atau pemecah komponen-komponen yang lebih kompleks menjadi lebih sederhana sehingga bahan tersebut mudah dicerna. Proses fermentasi juga merupakan proses *protein enrichment* yaitu pengkayaan protein bahan dengan menggunakan mikroorganisme tertentu. Fermentasi dapat menyebabkan perubahan sifat bahan pakan sebagai akibat dari pemecahan kandungan zat-zat makanan yang terdapat dalam bahan tersebut. Bahan-bahan yang mengandung racun melalui proses fermentasi dapat berkurang atau hilang (Rusdi, 1992).

Proses fermentasi merupakan aktivitas mikroorganisme yang dapat menghasilkan produk dengan karakteristik tekstur, flavour, aroma dan perubahan kualitas nutrisi yang lebih baik dibandingkan bahan baku asalnya (Simanjuntak, 1998). Mikroba yang banyak digunakan sebagai inokulum fermentasi adalah kapang, bakteri, khamir, dan ganggang. Penggunaan kapang sebagai inokulum fermentasi sudah banyak dilakukan karena pertumbuhannya relatif lebih mudah dan cepat (Rahman,

1992). Beberapa kapang yang memiliki kemampuan untuk melakukan fermentasi antara lain *Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae*, *Trichoderma viridae*, *Trichoderma reesei*, *Neurospora sitophila*, *Rhizopus oryzae*, *Rhizopus oligosporus*, dan lain-lain (Fardiaz, 1989).

Proses fermentasi sangat dipengaruhi oleh faktor dosis dan waktu. Tingkat dosis berkaitan dengan besaran populasi mikroba yang berpeluang menentukan cepat tidaknya perkembangan mikroba dalam menghasilkan enzim untuk merombak substrat sehingga pada gilirannya akan berpengaruh terhadap produk akhir. Pertumbuhan mikroorganisme ditandai dengan meningkatnya jumlah massa sel seiring dengan lamanya waktu yang digunakan, sehingga konsentrasi metabolik semakin meningkat sampai akhirnya menjadi terbatas yang kemudian dapat menyebabkan laju pertumbuhan muncul (Fardiaz, 1992).

Onggok yang difermentasi dapat meningkatkan protein dari 2,05% menjadi 14,35% dengan lama inkubasi 4 hari (Supriyati, 2003). Fermentasi kulit umbi singkong *Rhizopus* sp dapat meningkatkan kandungan protein dari 6% menjadi 16% (Aisjah, 1995). Kemampuan *Rhizopus oryzae* yang dapat menghasilkan enzim amilolitik, lipolitik dan proteolitik, untuk

menguraikan karbohidrat, lemak, protein dan senyawa-senyawa lain menjadi molekul-molekul yang lebih kecil sehingga mudah dicerna. Bungkil biji jarak pagar yang difermentasi oleh kapang *Rhizopus oryzae* diharapkan dapat menghasilkan kandungan protein dan lemak kasar yang optimal, sehingga bungkil biji jarak pagar dapat digunakan sebagai bahan pakan alternatif sumber gizi.

B. Bahan Dan Cara Kerja

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode eksperimental, dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial, terdiri atas 3 X 3 perlakuan dan masing-masing diulang sebanyak 3 kali. Faktor A yaitu dosis inokulum (dosis kapang *Rhizopus oryzae* adalah D1= 2 g/kg, D2= 3 g/kg, D3= 4 g/kg) dan faktor B yaitu waktu fermentasi (waktu fermentasi kapang *Rhizopus oryzae* adalah W1= 3 hari, W2= 4 hari, W3= 5 hari). Perubahan yang diamati adalah produk kandungan protein kasar, serat kasar dan lemak kasar bungkil biji *Jatropha curcas*.

1. Pembuatan Larutan Toge

Toge ditimbang sebanyak 250 gram dan dimasukkan ke dalam panci setelah itu ditambahkan 1000 ml aquades kemudian

didihkan sampai toge seperti bubur dan larutan menjadi seperempatnya.

2. Pembuatan Media dan Perbanyakan Kapang *Rhizopus oryzae*

Media yang digunakan adalah media PDA (*Potato Dextrose Agar*). Perbanyakan kapang *Rhizopus oryzae* dengan cara menggoreskan biakan murni pada media agar miring steril dengan menggunakan jarum ose ke dalam tabung rekasi yang berisi PDA kemudian diinkubasikan pada suhu 30⁰C selama 3 hari.

3. Pembuatan Inokulum *Rhizopus oryzae*

Beras sebanyak 800 g dan tepung biji jarak sebanyak 200 g diaduk dengan air sebanyak 1 liter, kemudian disterilkan pada suhu 121⁰C selama 15 menit. Substrat yang telah disterilkan, dimasukkan ke dalam kantong plastik yang telah dilubangi kemudian didinginkan. Setelah dingin dimasukkan biakan kapang *Rhizopus oryzae* yang sudah diberi aquades steril sebanyak ± 10 ml, media dalam kantong plastik digoyang-goyang supaya biakan tercampur merata, kemudian diinkubasikan pada suhu 30-35⁰C selama 72 jam dalam inkubator. Setelah substrat dipenuhi oleh kapang, substrat dikeringkan dengan menggunakan oven

(sampai diperoleh berat konstan) dan selanjutnya digiling sampai halus, dan digunakan sebagai inokulum. Kemudian dilakukan uji aktivitas dari inokulum dengan menghitung *colony forming unit* (CFU) per gram inokulum dengan menggunakan metoda *total plate count* (TPC). Inokulum yang akan digunakan minimal 1x10⁷ CFU/ml

4. Fermentasi Bungkil Biji *Jatropha curcas*

Bungkil biji *Jatropha curcas* yang telah direbus dan dikeringkan digunakan sebagai substrat fermentasi ditambah tepung tapioka 15% (volume/berat) dan air sebanyak 80% (volume/berat), diaduk sampai rata. Disterilisasi dengan menggunakan autoclave pada suhu 121⁰C dengan tekanan 1 atm selama 20 menit. Setelah steril kemudian ditiriskan hingga mencapai suhu 30-35⁰C, diinokulasikan dengan campuran inokulum dengan campuran takaran 2 g/kg; 3 g/kg; 4 g/kg bahan kering bungkil biji jarak pagar. Masing-masing dimasukkan ke dalam kantong plastik yang sudah dilubangi kedua sisinya untuk mendapatkan kondisi aerob, kemudian diinkubasi dalam ruang fermentasi pada suhu 30⁰C selama 72 jam, 96 jam dan 120 jam, serta masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Untuk menjaga kelembaban selama proses

fermentasi digunakan baki plastik yang diisi dengan air yang diletakkan pada bagian bawah rak fermentor.

Setelah diinkubasi, produk fermentasi disterilisasi dengan menggunakan autoclave pada suhu 121⁰C dengan tekanan 1 atm selama 15 menit, kemudian dikeringkan pada suhu 45-50⁰C selama 3 hari dengan menggunakan oven (sampai diperoleh berat konstan). Selanjutnya dilakukan pengujian kandungan protein kasar dan lemak kasar bungkil biji jarak pagar produk fermentasi melalui analisis proksimat.

5. Analisis Kandungan Gizi

Kandungan gizi bungkil biji *Jatropha curcas* dianalisis dengan analisis proksimat yang terdiri dari kandungan protein kasar, serat kasar, dan lemak kasar berdasarkan modifikasi metode AOAC (Association of Official Agricultural Chemists) (1990:7-11).

6. Kandungan Protein Kasar (Metode Kjeldahl)

Sampel sebanyak 0,5-3 g dimasukkan ke dalam labu kjeldahl dan didestruksi dengan menggunakan 20 ml asam sulfat pekat dengan pemanasan sampai terjadi larutan berwarna jernih. Larutan hasil destruksi diencerkan dan didestilasi dengan penambahan 10 ml

NaOH 10 %. Destilat ditampung dalam 25 ml larutan H₃BO₃ 3 %. Larutan H₃BO₃ dititrasikan dengan larutan HCl standar dengan menggunakan metal merah sebagai indikator. Dari hasil titrasi ini total nitrogen dapat diketahui. Kandungan protein kasar sampel dihitung dengan mengalikan total nitrogen dan faktor koreksi.

Total Nitrogen (%) =

$$\frac{\text{ml titran} \times \text{NHCL} \times \text{N} \times 14 \times 100}{\text{Bobot sampel}}$$

Kadar Protein (%) =

Total Nitrogen x 6,25

Keterangan:

N = Normalitas asam titran

7. Kandungan Lemak Kasar (Metode Soxhlet)

Kandungan lemak bahan dapat diketahui dengan cara menimbang sampel yang telah dikeringkan sebanyak 2 g (dimisalkan sebagai x) dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml. Kemudian sebanyak 10 ml heksan ditambahkan ke dalam sampel tersebut dan dikocok, lalu disaring dengan kertas saring dalam corong kaca dan cairannya ditampung dalam krus porselen yang beratnya konstan (misalnya a). Penambahan heksan dilakukan sebanyak 5 kali sambil dikocok sampai bebas lemak, lalu disaring dan

ditampung dalam krus yang sama. Setelah itu kurs porselen dikeringkan sampai semua heksan menguap sehingga yang tersisa adalah lemak, lalu ditimbang (misalnya b). Kandungan lemak dihitung dalam persen sebagai berikut:

$$\% \text{ Lemak Kasar} = \frac{(b-a)}{x} \times 100\%$$

8. Analisa Data

Untuk mengetahui perbedaan rata-rata kandungan protein kasar dari setiap perlakuan, maka dilakukan uji statistika dengan analisis ragam. Kemudian dilanjutkan dengan menggunakan uji jarak berganda Duncan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan :

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{KTG/r}$$

$$LSR = SSR \times S_x$$

Keterangan :

$S_{\bar{x}}$ = Standar eror

KTG = Kuadrat tengah galat

r = Ulangan

LSR = Least Significant Range

S_x = Studentized Significant Range

Kaidah keputusan :

Bila $d \leq LSR$, tidak berbeda nyata (terima H_1)

$d > LSR$, berbeda nyata (Tolak H_0)

C. Hasil Dan Pembahasan

1. Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Protein Kasar

Rataan hasil analisis kandungan protein kasar bungkil biji jarak hasil fermentasi untuk setiap perlakuan, disajikan pada Tabel 1, dimana kombinasi dosis inokulum dan waktu fermentasi yang menghasilkan rata-rata kandungan protein kasar paling tinggi pada perlakuan d2w3 sebesar 18,34%, dan yang terendah pada perlakuan d1w2 sebesar 16,68%. Perbedaan tersebut disebabkan oleh adanya perbedaan dosis dan waktu pada setiap perlakuan.

Tabel 1. Rataan kandungan protein kasar produk fermentasi pada masing-masing perlakuan

Perlakuan	w1	w2	w3	Rata-rata
d1	17,32	16,68	17,58	17,19
d2	16,74	17,75	18,34	17,61
d3	17,93	18,06	18,15	18,05
Rata-rata	17,33	17,49	18,02	

Keterangan :

d1 = Dosis *Rhizopus oryzae* 2g/kg

d2 = Dosis *Rhizopus oryzae* 3g/kg

d3 = Dosis *Rhizopus oryzae* 4g/kg

w1 = Waktu fermentasi *Rhizopus oryzae* 72 jam

w2 = Waktu fermentasi *Rhizopus oryzae* 96 jam

w3 = Waktu fermentasi *Rhizopus oryzae* 120 jam

Pada perlakuan d2w3 (dosis inokulum 3 g/kg *Rhizopus oryzae* dan waktu fermentasi 120 jam) menunjukkan adanya pertumbuhan yang berarti dari kapang tersebut. Perubahan tersebut disebabkan oleh adanya aktivitas *Rhizopus oryzae* pada pertumbuhannya, menghasilkan protease yang dapat memecah protein substrat menjadi produk biomassa sel.

Untuk mengetahui perbedaan rata-rata kandungan protein kasar dari setiap perlakuan, maka dilakukan uji statistika dengan analisis ragam. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa kombinasi dosis inokulum dan waktu fermentasi berpengaruh nyata ($\alpha < 0.05$) terhadap kandungan protein kasar. Namun tidak terdapat interaksi antara dosis inokulum dan waktu fermentasi. Hal ini berarti bahwa pengaruh dosis inokulum terhadap kenaikan protein kasar bungkil biji jarak yang difermentasi tidak dipengaruhi oleh waktu fermentasi. Untuk mengetahui perbedaan pengaruh antar perlakuan, dilakukan uji Jarak Berganda Duncan yang hasilnya disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Uji Jarak Berganda Duncan Pengaruh Perlakuan Dosis Inokulum terhadap Kandungan Protein Kasar

Perlakuan	Rata-rata	Signifikan $\alpha < 0,05$
d1	17,19	a
d2	17,61	b

d3	18,05	b
----	-------	---

Keterangan :

Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($\alpha > 0,05$)

d1 = Dosis *Rhizopus oryzae* 2g/kg

d2 = Dosis *Rhizopus oryzae* 3g/kg

d3 = Dosis *Rhizopus oryzae* 4g/kg

Tabel 2 menunjukkan kandungan protein kasar pada perlakuan d1 berbeda nyata ($\alpha > 0.05$) dengan perlakuan d2 dan d3. Namun, perlakuan d2 tidak berbeda nyata dengan perlakuan d3. Tingkat dosis berhubungan dengan banyaknya populasi mikroba yang digunakan dalam proses fermentasi sehingga menentukan cepat tidaknya suatu proses fermentasi pada substrat. Semakin banyak pertumbuhan kapang, maka protein substrat akan meningkat (Setiyatwan, 2007). Hal ini juga dilaporkan oleh Tangendjaya (1993), bahwa peningkatan jumlah massa mikroba akan menyebabkan meningkatkan kandungan produk fermentasi, dimana kandungan protein merupakan refleksi dari jumlah massa sel, dimana dalam proses fermentasi mikroba akan menghasilkan enzim yang akan mendegradasi senyawa-senyawa kompleks menjadi lebih sederhana, dan mikroba juga akan mensintesis protein yang merupakan proses *protein enrichment* yaitu pengkayaan protein bahan.

Perlakuan d1 memiliki populasi *Rhizopus oryzae* dan enzim yang

dihasilkan sedikit sehingga semakin sedikit pula kenaikan kandungan protein kasar. Sebaliknya, rataan kenaikan kandungan protein kasar pada perlakuan d2 dan d3 tinggi, hal ini disebabkan oleh dosis inokulum yang digunakan lebih tinggi (3 g/kg dan 4 g/kg) sehingga populasi *Rhizopus oryzae* dan enzim yang dihasilkan lebih mampu merombak protein kasar. Penggunaan dosis yang lebih besar dari d2, meningkatkan kandungan protein kasar, namun peningkatannya tidak berbeda nyata.

Perbedaan pengaruh kombinasi waktu terhadap kandungan protein kasar bungkil biji jarak digunakan uji Jarak Berganda Duncan, disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Uji Jarak Berganda Duncan Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Kandungan Protein Kasar

Perlakuan	Rata-rata	Signifikan $\alpha < 0,05$
w1	17,33	a
w2	17,51	b
w3	18,02	b

Keterangan :
huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($\alpha > 0,05$)

w1 = Waktu fermentasi *Rhizopus oryzae*
72 jam

w2 = Waktu fermentasi *Rhizopus oryzae*
96 jam

w3 = Waktu fermentasi *Rhizopus oryzae*
120 jam

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa perlakuan w1 berbeda nyata

dengan perlakuan w2 dan w3, sedangkan perlakuan w2 dengan w3 tidak berbeda nyata. Perlakuan w3 memberikan kenaikan kandungan protein kasar tertinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Hal ini disebabkan oleh waktu fermentasi yang panjang dibandingkan dengan perlakuan lainnya, sehingga memberikan kesempatan lebih banyak bagi kedua kapang untuk berkembang biak, sehingga menghasilkan kenaikan kandungan protein kasar cukup tinggi. Perlakuan w1 menghasilkan kenaikan kandungan protein kasar terendah, disebabkan oleh waktu fermentasi yang lebih singkat mengakibatkan terbatasnya kesempatan mikroba untuk tumbuh dan berkembang biak. Pada perlakuan w2 kenaikan kandungan protein kasar lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan w3. Berdasarkan hal tersebut, maka waktu yang terbaik yang dapat menghasilkan kenaikan kandungan protein kasar tertinggi adalah w3 (120 jam).

Peningkatan kandungan protein kasar semakin meningkat dengan bertambahnya waktu dan dosis fermentasi. Adanya perubahan tersebut disebabkan oleh adanya aktivitas *Rhizopus oryzae* yang menghasilkan protease yang berperan dalam memecah protein. Pengaruh kombinasi perlakuan yang terbaik adalah d2w3 (dosis inokulum

campuran 4 g/kg *Rhizopus oryzae* dan waktu fermentasi 120 jam).

2. Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Lemak Kasar

Rataan hasil analisis kandungan lemak kasar bungkil biji jarak hasil fermentasi untuk setiap perlakuan, disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rataan Kandungan Lemak Kasar Produk Fermentasi pada Masing-masing Perlakuan

Perla- kuan	w1	w2	w3	Rata-rata
d1	4,9	3,87	4,12	4,29
d2	5,25	4,22	4,46	4,64
d3	3,88	2,11	3,15	3,05
Rata- rata	4,68	3,4	3,91	

Keterangan :

d1 = Dosis *Rhizopus oryzae* 2g/kg

d2 = Dosis *Rhizopus oryzae* 3g/kg

d3 = Dosis *Rhizopus oryzae* 4g/kg

w1 = Waktu fermentasi *Rhizopus oryzae* 72 jam

w2 = Waktu fermentasi *Rhizopus oryzae* 96 jam

w3 = Waktu fermentasi *Rhizopus oryzae* 120 jam

Pada Tabel 4 diperoleh rata-rata penurunan kandungan lemak kasar tertinggi pada perlakuan d3w2 yaitu sebesar 2,11%, dan yang terendah pada perlakuan d2w1 sebesar 5,25%. Perbedaan tersebut disebabkan oleh adanya perbedaan dosis dan waktu pada setiap perlakuan.

Pada perlakuan d3w2 menunjukkan adanya pertumbuhan yang berarti dari kedua kapang tersebut. hal tersebut disebabkan oleh adanya aktivitas *Rhizopus oryzae* pada pertumbuhannya, menghasilkan lipase yang dapat memecah ikatan trigliserida menjadi digliserida dan asam lemak. Kandungan lemak kompleks pada substrat menjadi terurai sehingga lebih mudah dicerna oleh kapang untuk pertumbuhannya sehingga kandungan lemak kasar produk fermentasi menjadi rendah.

Untuk mengetahui perbedaan rata-rata kandungan lemak kasar dari setiap perlakuan, maka dilakukan uji statistika dengan analisis ragam. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa dosis inokulum dan waktu fermentasi memberikan pengaruh berbeda nyata ($\alpha > 0.05$) terhadap kandungan lemak kasar. Untuk mengetahui perbedaan pengaruh antar perlakuan, dilakukan uji Jarak Berganda Duncan yang hasilnya disajikan pada Tabel 5.

Pada Tabel 5 menunjukkan bahwa kandungan lemak kasar pada perlakuan d2 berbeda nyata ($\alpha > 0.05$) dengan perlakuan d3 dan d1. Tingkat dosis berhubungan dengan banyaknya populasi mikroba yang digunakan dalam proses fermentasi sehingga menentukan cepat tidaknya suatu proses fermentasi pada substrat. Perlakuan

d1 memiliki populasi *Rhizopus oryzae* dan enzim yang dihasilkan sedikit sehingga semakin sedikit pula penurunan kandungan lemak kasar. Rataan kenaikan kandungan protein kasar mengalami peningkatan pada perlakuan d2 dan d3, hal ini disebabkan oleh dosis inokulum yang digunakan lebih tinggi sehingga populasi *Rhizopus oryzae* dan enzim yang dihasilkan lebih mampu merombak lemak kasar dibandingkan dengan dosis yang lain.

Tabel 5. Uji Jarak Berganda Duncan Pengaruh Perlakuan Dosis Inokulum Terhadap Kandungan Lemak Kasar

Perlakuan	Rata-rata	Signifikan $\alpha > 0,05$
d3	9,14	a
d2	12,89	b
d1	13,93	c

Keterangan :

huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($\alpha > 0,05$)

d1 = Dosis *Rhizopus oryzae* 2g/kg

d2 = Dosis *Rhizopus oryzae* 3g/kg

d3 = Dosis *Rhizopus oryzae* 4g/kg

Perlakuan d1 berbeda nyata dengan perlakuan d2 dan d3. Hal ini diakibatkan oleh laju pertumbuhan kapang *Rhizopus oryzae* yang cukup cepat, namun pertumbuhan tersebut tidak didukung oleh ketersediaan zat makanan dalam substrat yang semakin berkurang, mengakibatkan

terhentinya pertumbuhan kapang. Sebaliknya, pada perlakuan d1 (dosis inokulum *Rhizopus oryzae* 2 g/kg dan waktu fermentasi 72 jam) dosis inokulum yang digunakan rendah yang menyebabkan penurunan kandungan lemak kasar sangat rendah. Keadaan tersebut mengakibatkan kandungan lemak kasar pada produk cukup tinggi.

Tabel 6. Uji Jarak Berganda Duncan Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Kandungan Lemak Kasar

Perlakuan	Rata-rata	Signifikan $\alpha > 0,05$
w2	10,20	a
w3	11,73	b
w1	14,03	c

Keterangan :

huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($\alpha > 0,05$)

w1 = Waktu fermentasi *Rhizopus oryzae* 72 jam

w2 = Waktu fermentasi *Rhizopus oryzae* 96 jam

w3 = Waktu fermentasi *Rhizopus oryzae* 120 jam

Berdasarkan Tabel 6, perlakuan w2 berbeda nyata dengan perlakuan w3 dan perlakuan w1. Perlakuan w2 memberikan penurunan kandungan lemak kasar tertinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Hal ini disebabkan Meningkatnya lama fermentasi menjadi 96 jam penurunan lemak kasar tertinggi.

Menurut Rusdi (1992), bahwa meningkatnya kandungan protein kasar karena turunnya kandungan pati atau karbohidrat dan kandungan lemak serta ditunjang dengan banyaknya pertumbuhan kapang yang mengandung nitrogen (5-8%). Selama proses fermentasi kapang akan mengeluarkan enzim dan enzim ini terdiri dari protein, sedangkan kapang sendiri juga merupakan sumber protein sel tunggal. Oleh karena itu kandungan protein substrat meningkat secara proporsional akibat kandungan karbohidrat dan lemak yang berkurang. Perlakuan terbaik yang menghasilkan penurunan serat kasar tertinggi adalah perlakuan d3w2 (dosis inokulum 4 g/kg *Rhizopus oryzae* dan waktu fermentasi 96 jam).

D. Kesimpulan

Diperoleh dosis inokulum 3 g/kg dan waktu fermentasi optimal 120 jam menghasilkan kenaikan kandungan protein kasar sebesar 7,97%, dosis inokulum 4 g/kg dan waktu fermentasi optimal 96 jam menghasilkan penurunan kandungan lemak kasar sebesar 82,46%. Dilihat dari segi keefektifannya diperoleh dosis inokulum optimal 3 g/kg dengan waktu fermentasi optimal 120 jam menghasilkan kualitas gizi terbaik dalam fermentasi bungkil biji *Jatropha curcas*.

E. Daftar Pustaka

- Aisjah, T. 1995. Biokonversi Limbah Umbi Singkong Menjadi Bahan Pakan Pertumbuhan Ayam Pedaging. *Disertasi*. Program Pascasarjana. Unpad.
- AOAC, 1990. *Official Methods of Analysis 15th ed*; Agricultural Chemicals; Contaminants; Drugs. Vol.1, Association of Official Analytical Chemists, Inc., Washington DC, 6-90.
- Astuti, Y. 2007. Budidaya dan Manfaat Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L). Universitas Mercu Buana, Jakarta.
- Fardiaz, S. 1989. *Mikrobiologi Pangan*. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, IPB. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi. Fakultas Pertanian. IPB, Bogor.
- Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan 1*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Hambali, E., Suryani, A., Dadang, Hariyadi, Hanafie, H., Reksowardojo, I. K., Rivai, M., Ihsanur, M., Suryadarma, P., Tjitrosemito, S., Soerawidjaja, T. H., Prawitasari, T., Prakoso, T., & Wahyu Purnama. 2006. *Jarak Pagar Tanaman Penghasil Biodiesel*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Hambali, E. 2007. *Teknologi Bioenergi*. Agromedia, Jakarta.
- Rachdyana, D. N. 2007. *Pemanfaatan Limbah Minyak Jarak Pagar (Jatropha Curcas L.) Sebagai Pupuk Organik*. [http://Digilib.Sith.Itb.Ac.Id/Go.Php?Id=Jbptitbbi-Gdl-S2-2007-Dennyrachd-1781\(05/02/2010\)](http://Digilib.Sith.Itb.Ac.Id/Go.Php?Id=Jbptitbbi-Gdl-S2-2007-Dennyrachd-1781(05/02/2010)).
- Rahman, A. 1992. *Teknologi Fermentasi*. Bogor. Arcan.
- Rusdi, U.D. 1992. Fermentasi Konsentrat Campuran Bungkil Biji Kapok dan

- Onggok Serta Implikasinya Terhadap Pertumbuhan ayam Boiler. *Disertasi*. UNPAD, Bandung.
- Setiyatwan, H. 2007. Peningkatan Kualitas Nutrisi Duckweed Melalui Fermentasi Menggunakan *Trichoderma harzianum*. *Jurnal Ilmu Ternak*. 7(2): 113-116.
- Simanjuntak, S. D. D. 1998. Pengaruh *Aspergillus niger* untuk Meningkatkan Nilai Gizi Bungkil Inti Sawit dalam Ransum Broiler. *Tesis*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Supriyati, 2003. Onggok Terfermentasi dan Pemanfaatannya dalam Ransum Ayam Ras Pedaging. *Jurnal ilmu Ternak Veteriner*. 8(3): 146-150.
- Tangendjaya, B. 1993. Bungkil Inti Sawit dan Pollard Gandum yang difermentasi dengan *Rhizopus Oligosporus* untuk Ayam Pedaging. *Jurnal Ilmu Peternakan*. 6(2): 34-38