

PEMANFAATAN *Trichoderma virens* PADA BIOKONVERSI HAMPAS SAGU SEBAGAI PAKAN TERNAK RUMINANSIA

(UTILIZING *Trichoderma virens* ON SAGO HAMPAS BIOCONVERSION USED AS RUMINANT FEED)

B.S. Reksohadiwinoto¹, Purwa T.C.¹, Syofi R², Agus T.P.¹, Bambang H¹

¹Pusat Teknologi Agroindustri, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi

²Balai Pengkajian Bioteknologi, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi

E-mail: budhi.santoso@bppt.go.id

ABSTRACT

Hampas sago bioconversion has the objective to transform the fibers into the crude protein through solid state fermentation with the aid of fungi. In this study, hampas sago has been fermented using Trichoderma sp inoculum, and it was isolated from the rubber tree and identified base on the sequence of ribosomal DNA internal transcribed own internal space (rDNA-ITS) region, 99% homologous with T.virens. Furthermore, T. Virens have been cultured on Potato Dextrose Broth, which is enriched with mineral solution used in solid fermentation inoculum static. Hampas sago is obtained from the refinery in Bogor and Meranti, each treatment 200 g hampas sago added with a solution of mineral 3% (v/w) and inoculated with 2% (v/w) T.virens culture. The substrate used was a combination of hampas sago (S) and bagasse (B) with the experimental design as follows: 100% S (A), 90% S and 10% B (B), and 80% S and 20% B (C). The best fiber degradation products is a combination of fiber-C (73.6%) are relatively better against A (68.2%) and B (68.2%). Meanwhile, crude protein formed respectively is B (39.75% DM), A (29.99% DM), and C (11.96% DM). The results of this study can be concluded that the combination of the substrate between hampas sago with baggase better than the solid fermentation substrate that contains only hampas sago.

Keywords: bioconversion, baggase, sago hampas, *Trichoderma virens*

ABSTRAK

Biokonversi hampas sago mempunyai tujuan untuk merubah serat menjadi protein kasar melalui fermentasi padat statis dengan bantuan jamur. Pada penelitian ini, hampas sago difermentasi menggunakan inokulum *Trichoderma sp*, yang diisolasi dari akar karet dan diidentifikasi berdasarkan pada sekuens ribosom DNA *internal transcribed space* (rDNA-ITS) *region*, 99% homolog dengan *T.virens*. Selanjutnya, *T. Virens* dikultur pada Potato Dextrose Broth, yang diperkaya dengan larutan mineral dan digunakan sebagai inokulum pada fermentasi padat statis. Hampas sago diperoleh dari kilang sago di Bogor dan Meranti, masing-masing perlakuan 200 g hampas sago yang ditambahkan dengan larutan mineral 3% (v/w) dan diinokulasi dengan 2% (v/w) kultur

T. virens. Substrat yang digunakan adalah kombinasi dari hampas sagu (S) dan bagasse (B) dengan rancangan percobaan sebagai berikut : 100% S (A), 90% S dan 10% B (B), dan 80% S dan 20% B (C). Hasil degradasi serat yang terbaik adalah kombinasi serat C (73,6%) yang relatif lebih baik daripada A (68,2%) dan B (68,2%). Sedangkan protein kasar yang terbentuk masing-masing adalah B (39,7% DM), A (29,9% DM), dan C (11,9% DM). Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kombinasi substrat antara hampas sagu dengan bagasse lebih baik dalam fermentasi padat dibandingkan dengan substrat yang hanya berisi hampas sagu.

Kata kunci: biokonversi, hampas sagu, pakan ternak, *Trichoderma virens*

PENDAHULUAN

Biokonversi diartikan sebagai konversi (perubahan bentuk) dari material organik seperti limbah tanaman atau hewan menjadi produk yang bermanfaat atau sumber energy melalui proses biologi atau mikroorganisme yang sudah diidentifikasi (Anonymous, 2013). Pemanfaatan hampas sagu tanpa fermentasi sebagai pakan ternak oleh petani sudah dilakukan tetapi cara pemberian pakan seperti ini miskin unsur nutrisi dalam asupan. Untuk mengatasi masalah tersebut di atas, dapat digunakan proses biologis dengan bantuan mikroorganisme pada fermentasi padat. Biokonversi hampas sagu adalah konversi hampas sagu yang kaya akan serat sebagai sumber energy metabolisme menjadi protein yang

diindikasikan dengan protein kasar yang meningkat dan dapat digunakan sebagai pakan ternak. Konversi hampas sagu menjadi produk lain sudah dilakukan oleh beberapa peneliti. Seperti fermentasi padat hampas sagu menggunakan *Trichoderma* sp KUMP0001 untuk produksi glucoamylase dan glucose (Adeni dkk, 2010).

Protein kasar terlarut meningkat secara signifikan setelah fase fermentasi padat dan cair menggunakan *Neurospora sitophilam* masing-masing dari 1,4% (w/w) menjadi 14,45 % (w/w), dry matter dari 1,4% (w/w) dan 0,7 % (w/w) menjadi 18,56 % (w/w) dan 43,16 % (w/w) (Shojaosadati, 2000). Produksi biomas dari limbah padat sagu dengan menggunakan *Cyanobacteria* mengandung protein

kasar 50% (w/w) dry matter basis sel kering (Susanti dkk. 2014). Fermentasi selama enam hari pada hampas sagu menggunakan kultur campuran *Trichoderma reesei* dan *Aspergillus niger* satu hari setelah inokulasi yang pertama telah meningkatkan protein kasar dari 1,54 % (w/w) menjadi 16,27 % (w/w) dry matter (Fransistika dkk, 2012).

Putak adalah nama daerah setempat untuk empulur sagu dari pohon Gewang (*Corypha elata* roxb) satu family dengan *Metroxylon sago* di pulau Timor, Nusa Tenggara Timur telah digunakan sebagai pakan sapi. Permasalahan yang timbul adalah rendahnya kadar protein karena itu petani menggunakan jamur *Trichoderma reesei* dan *Aspergillus niger* untuk meningkatkan protein kasar dan degradasi selulosa (Hilakore dkk, 2013).

Sedangkan kebutuhan nilai nutrisi protein kasar ternak ruminant berkisar 14 – 16% DM basis dan serat kurang dari 16% DM basis. Dalam penelitian ini dilakukan fermentasi padat statis menggunakan jamur *Pleurotus* sp., *Rhizopus* sp., dan *Trichoderma* sp. pada cawan petri.

Selain itu juga dilakukan fermentasi menggunakan jamur *Trichoderma vires* pada kantong terigu ukuran 2 kg dan skala pilot menggunakan terpal plastik. Parameter yang diamati meliputi kadar air, serat kasar, protein kasar, lemak kasar dan abu. Hasil fermentasi terbaik dijadikan rekomendasi untuk biokonversi limbah hampas sagu sebagai pakan ternak ruminansia.

Hampas sagu yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari proses ekstraksi empulur sagu untuk mendapatkan pati sagu pada kilang sagu di Bogor dan Meranti. Analisa proksimat hampas mengandung nilai nutrisi yaitu 85,1% DM basis sebagai sumber pakan, 2,2% DM protein kasar, 5,5% DM lemak kasar, 30 – 45% DM pati yang terikat dalam empulur, 30 – 35% DM serat, 4,5% DM abu, Kalsium 0,4 g/kg DM, Phosphor 0,2 g/kg DM, dan energi kotor 17,1 MJ/kg DM

METODE

Bahan kimia

Bahan yang digunakan berasal dari Merck dan Oxoid, yang meliputi bahan agar perbanyakan jamur Potato Dextrose Agar (PDA) Oxoid, bahan

Sumber jamur

Trichoderma sp diisolasi dari akar karet dan telah diidentifikasi berdasarkan pada area sekuens ribosomal DNA internal transcribed space (rDNA-ITS), 99% homolog dengan *T. virens*. Kultur induk *T. Virens* di sub kultur pada agar miring Potato Dextrose Agar (PDA) Oxoid dan disimpan dengan temperatur penyimpanan 4 °C. Selanjutnya jamur di pindahkan pada cawan agar PDA dan diinkubasi pada suhu 27 °C selama tujuh hari sebelum digunakan sebagai inokulan pada kultur kaldu vegetative.

Penyiapan inokulum

Kultur kaldu vegetative cair menggunakan Potato Dextrose Broth (PDB) Oxoid yang dilarutkan dalam Erlenmeyer flask 500 mL yang diperkaya dengan larutan mineral metode Fransistika dkk. (2009) *cit*

fermentasi vegetative Potato Dextrose Broth (PDB) Oxoid dan bahan kimia mikro mineral untuk pembuatan larutan mineral yang terdiri dari $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, KH_2PO_4 , K_2HPO_4 , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, dan $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

Singhania dkk. (2006) yang dimodifikasi, mengandung K_2HPO_4 2 gL^{-1} , KH_2PO_4 2 gL^{-1} , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,6 gL^{-1} , $\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 0,5 gL^{-1} , Hampas Sago 10 gL^{-1} , PDB 24 gL^{-1} , dan air demineralise 1000 mL. Campuran semua bahan ditaruh di erlenmeyer lalu disterilisasi dengan autoclave selama 15 menit dengan suhu 120°C. Setelah media disterilisasi, selanjutnya dimasukkan agar cawan petri kultur *Trichoderma sp* sebanyak 4 – 8 irisan berbentuk kubus dengan ukuran 1 cm^2 . Kegiatan pembuatan inokulum cair ini dilakukan dalam kondisi aseptis pada *laminar air flow*. Kultur kaldu vegetative cair diinkubasi pada inkubator goyang putar dengan kecepatan 180 rpm, 32°C, selama 96 jam. Selanjutnya, kultur *T. Virens* digunakan sebagai inokulum fermentasi padat hampas sagu yang sudah disterilisasi.

Biokonversi hampas sagu melalui fermentasi padat statis (SSF)

1. Biokonversi pada cawan petri

Biokonversi pada cawan petri dilakukan untuk seleksi jamur yang akan digunakan dalam fermentasi statis skala lab dan pilot. Sebanyak 20 gram hampas sagu kering dengan kadar air kurang dari 15 % ditempatkan dalam cawan petri 9 x 20 mm dan diinokulasi dengan 1 – 2 % (v/w) kultur kaldu vegetative yang sudah disiapkan sebelumnya. Larutan nutrisi ditambahkan sebelum inokulasi sebanyak 2 – 3 % (v/w). Kelembaban hampas sagu diharapkan setara dengan RH 60 – 70 %. Selanjutnya cawan petri diinkubasi pada inkubator statis dengan temperatur, 32°C, selama 96 jam.

2. Biokonversi hampas sagu skala laboratorium

Biokonversi dilakukan dengan membuat fermentasi padat statis hampas sagu menggunakan kultur *Trichoderma* sp pada kantong terigu kapasitas 500 g dengan volume kerja 200g. Subtrat hampas sagu dalam bentuk kering atau kadar air sekitar 15

% dan perlakuan yang diberikan adalah perbandingan variasi volume substrat hampas sagu dengan substrat ampas tebu serta penambahan ammonium sulfat pada larutan nutrisi yang digunakan sebagai prekursor mikromineral untuk pertumbuhan *Trichoderma* sp. Adapun komposisi larutan nutrisi sebagai berikut : urea teknis 2 g/L, (NH₄)₂SO₄ 6 gL⁻¹, KH₂PO₄ 2 gL⁻¹, MgSO₄.7H₂O 0.5 gL⁻¹, CaCl₂. H₂O 0.3 gL⁻¹. Larutan nutrisi diberikan dalam jumlah 3% (v/w) dari jumlah substrat. Desain riset sebagai berikut : A 100% S + LM, B 90% S 10% B + LM, C 80% S 20% B + LM, D 100% S + NM, E 90% S 10% B + NM, F 80% S 20% B + NM, K 100 % S + LM dan atau NM; S: hampas Sagu, B : baggase Tebu, LM: Larutan Mineral lengkap, NM. Larutan Mineral tanpa ammonium sulfat. Adapun komposisi larutan nutrisi sebagai berikut : urea teknis 2 g/L, (NH₄)₂SO₄ 6 gL⁻¹, KH₂PO₄ 2 gL⁻¹, MgSO₄.7H₂O 0.5 gL⁻¹, CaCl₂. H₂O 0.3 gL⁻¹. Larutan nutrisi diberikan dalam jumlah 3% (v/w) dari jumlah substrat. Desain riset sebagai berikut : A 100% S + LM, B 90% S 10% B + LM, C 80% S 20% B +

LM, D 100% S + NM, E90% S 10% B + NM, F80% S 20% B + NM, K 100 % S + LM dan atau NM;S: hampas Sagu, B :baggase Tebu, LM:Larutan Mineral lengkap, NM. Larutan Mineral tanpa ammonium sulfat.

Setelah sterilisasi, media substrat diinokulasi dengan *Trichoderma* sp masing-masing sebanyak 40 ml kecuali pada perlakuan kontrol dan larutan mineral sebanyak 180 ml. Fermentasi berlangsung selama 16 hari dalam inkubator pada suhu optimal *Trichoderma* sp yaitu 32–35oC.

Adapun komposisi larutan nutrisi sebagai berikut : urea teknis 2 g/L, (NH₄)₂SO₄ 6 gL⁻¹, KH₂PO₄ 2 gL⁻¹, MgSO₄.7H₂O 0.5 gL⁻¹, CaCl₂. H₂O 0.3 gL⁻¹. Larutan nutrisi diberikan dalam jumlah 3% (v/w) dari jumlah substrat.Desain riset sebagaiberikut : A 100% S + LM, B 90% S 10% B + LM, C80% S 20% B + LM, D 100% S + NM, E90% S 10% B + NM, F80% S 20% B + NM, K 100 % S + LMdan atau NM;S: hampas Sagu, B :baggase Tebu, LM:Larutan Mineral lengkap, NM. Larutan Mineral tanpa ammonium sulfat.

Setelah sterilisasi, media substrat diinokulasi dengan *Trichoderma* sp masing-masing sebanyak 40 ml kecuali pada perlakuan kontrol dan larutan mineral sebanyak 180 ml. Fermentasi berlangsung selama 16 hari dalam inkubator pada suhu optimal *Trichoderma* sp yaitu 32–35oC.

Analisa proximatesprodukbiokonversi

Metode analisa kelembaban, lemak total, serat total, dan padatan terlarut (TSS) dilakukan sesuai dengan metode analisa dari *Association of Official Analytical Chemist* (AOAC) berturut-turut nomer 9250.10, 930.09, 985.29, dan 923.03. Sedangkan analisa protein dilakukan dengan metode mikro-Kjeldahl dari AOAC nomer 920.125, dimana persen protein (%) ditentukan dengan mengalikan N dengan faktor 6,25.

Perhitungan :

$$\%N = \frac{(ml\ HCl - ml\ blanko) \times normalitas \times 14.007 \times 100}{mg\ sampel}$$

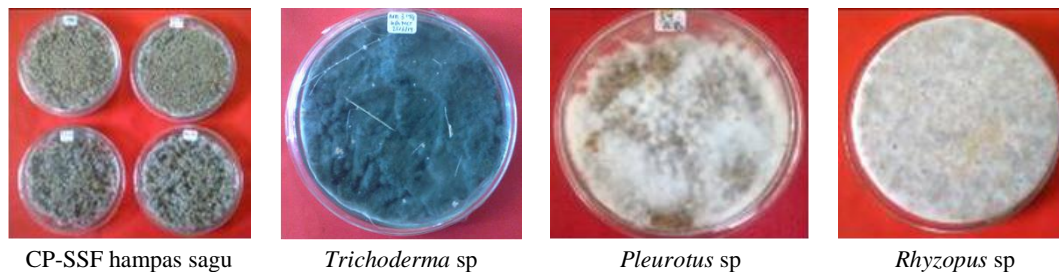
$$\%protein = \%N \times faktor\ konversi\ (6,25)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Biokonversi hampas sagu menggunakan jamur yang diisolasi dari akar kayu lapuk di perkebunan karet.Isolat jamur secara morfologi teridentifikasi sebagai *Trichoderma* sp.

Hasil identifikasi berdasarkan pada morfologis miselium dan spora jamur sekuens ribosom DNA *internal transcribed space* (rDNA-ITS) *region*, dalam setiap mL media kultur 99% homolog dengan *Trichoderma virens*. Selanjutnya, *T. virens* digunakan sebagai inokulum tunggal fermentasi padat statis setelah melalui serangkaian uji laboratorium, seperti daya adaptasi pertumbuhan pada hampas sagu basah dalam cawan petri, lama pertumbuhan miselium, kemampuan menggunakan hampas sagu basah sebagai sumber substrat untuk pertumbuhan miselium, kemampuan jamur *T. virens* mendegradasi senyawa kompleks lignosellulose dan senyawa polyphenol yang terbentuk. *T. virens* secara visual tampak mempunyai kemampuan tumbuh pada substrat hampas sagu dengan baik dan cukup subur dibandingkan dengan *Pleurotus* dan *Rhizopus*. Selanjutnya, spora *T. virens* dilakukan serangkaian uji pertumbuhan miselium dan pembentukan spora pada kultur vegetative cair. Tujuan dari uji tersebut untuk memperbanyak sel miselium dan spora pada keperluan inokulasi di lapang. Dalam uji kultur vegetative cair juga dilakukan pengamatan mikroskopis bentuk morfolgis miselium dan spora jamur tersebut. Jumlah spora yang terdapat dalam setiap mL media kultur vegetative menjadi acuan dalam menetapkan kultur vegetative tersebut memenuhi syarat atau tidak sebagai inokulum. Jumlah spora yang dihitung mencapai 10^9mL^{-1} media kultur vegetative. Hasil pengujian fermentasi tiga jenis jamur yaitu *Pleurotus* sp., *Rhizopus* sp., dan *Trichoderma* sp. pada hampas sagu selama 28 hari menunjukkan kemampuan ketiga jamur tersebut dalam mendegradasikan serat hampas sagu dan menggunakan karbohidrat dalam pertumbuhan sel miseliumnya. Meskipun ketiganya mempunyai kemampuan sama dalam menggunakan lignosellulosa secara baik, namun demikian jamur *Trichoderma* sp membentuk protein kasar dan lemak kasar yang lebih tinggi dibandingkan dua strain jamur yang lain. Data selengkapnya analisa proksimat ketiga jenis jamur tersebut di atas dan kemampuan dalam mendegradasikan serat hampas sagu dapat dilihat pada Tabel 1. Pada uji daya adaptasi pertumbuhan spora jamur terhadap hampas sagu yang lebih baik

menyebabkan *Trichoderma* sp dipilih sebagai kandidat inokulan jamur untuk biokonversi hampas sagu.



Gambar 1. Seleksi jamur *Trichoderma* sp, *Pleurotus* sp, dan *Rhizopus* sppada media agar cawan petri menggunakan substratlimbah hampas sagu

Tabel 1. Analisa proksimat hampas sagu yang difermentasi dengan jamur *Rhizopus*, *Pleurotus* dan *Trichoderma* selama 28 hari

No	Parameter	Persentase (%) DM Proksimat			
		Kontrol	<i>Rhizopus</i>	<i>Pleurotus</i>	<i>Trichoderma</i>
1	Kadar air	46,20	87,17	89,91	80,85
2	Kadar abu	6,56	1,89	3,01	2,79
3	Lemak kasar	0,59	0,79	0,47	0,74
4	Serat kasar	16,70	2,50	4,16	6,92
5	Protein kasar	2,38	10,76	15,26	22,48
6	Gula total	66,24	1,76	3,45	4,23

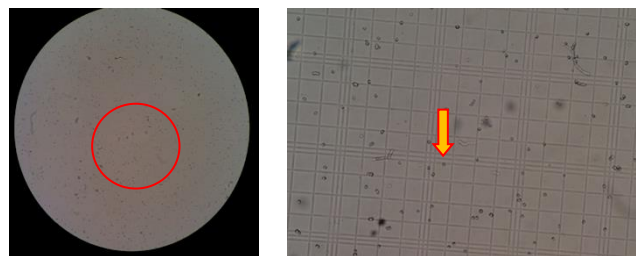
Sumber : hasil uji lab. Analitik – Biotek BPPT (2014)

Biokonversi serat hampas sagu yang mengandung lignoselulose menjadi lignin, selulose dan hemiselulose karena adanya enzim yang menghidrolisis ikatan lignoselulose. Selanjutnya oleh kerja enzim selulase dan silanase yang mereduksi senyawa selulose dan hemiselulose menjadi polisakarida dan senyawa phenol. Dan polisakarida akan direduksi menjadi gula reduksi glukose, dextrose, xilose, arabinose, dan rhamnose. Pertumbuhan jamur *Trichoderma* sp menggunakan gula reduksi sebagai sumber karbon utamanya, hal ini yang menyebabkan peningkatan kadar protein dalam substrat media hampas sagu dan menurunnya kadar serat. Peningkatan

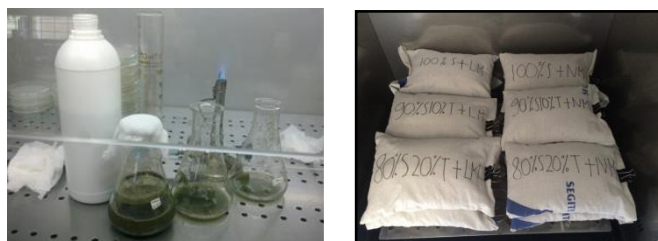
kadar protein juga terjadi pada penelitian Fransistika dkk (2012) yang menggunakan kultur campuran *Trichoderma reesei* dan *Aspergillus niger* pada ampas sugu yaitu dari 1.54 % menjadi 16.27 %, meskipun kadar serat substrat sugu meningkat dari 11.16 % menjadi 26.76 %. Fenomena tersebut kemungkinan disebabkan oleh adanya pertambahan miselium jamur yang dinding selnya juga mengandung serat lignoselulose.

Selanjutnya dalam penelitian yang telah dilakukan pada cawan petri ini, gula reduksi yang terbentuk mencapai 42 mg mL⁻¹ selama 28 hari inkubasi seperti yang ditunjukkan pada

Tabel 1. Hasil penelitian tentang gula reduksi yang terbentuk dari fermentasi padat hampas sugu pernah dilakukan oleh shahrim dkk. (2008) yang menggunakan *Trichoderma* sp KUMP0001 selama 96 jam inkubasi. Gula reduksi yang terbentuk mencapai 46 mg mL⁻¹ pada kondisi fermentasi kadar air 80 % (v/w), 10 % (v/w) inokulum, 1 % urea dalam 20 % (w/v) larutan mineral yang diinkubasi pada suhu 30±2 °C. Sutarno dkk (2012) melakukan fermentasi *Trichoderma reesei* dan *Aspergillus niger* untuk menghasilkan selulase dan gula reduksi yang diperoleh dari hidrolisis ampas sugu mencapai 30.8 mg mL⁻¹.



Gambar 2. Observasi spora *Trichoderma* sp pada kultur vegetative Inokulum cair menggunakan substrat limbah hampas sugu



Gambar 3. Inokulum cair *T. vires* dan Fermentasi

padatstatis skala lab. 200 g (Nindi, 2014)

Tabel 2. Analisa proksimat hampas sagu terfermentasi skala 200 g

Komposisi Subtrat	Proksimat Subtrat Terfermentasi (%) DM bassis											
	D-4			D-8			D12			D-16		
	A	SK	P	A	SK	P	A	SK	P	A	SK	P
A	2,4	8,8	8,9	2,5	5,9	22,5	3,0	5,0	8,4	3,0	2,8	30,0
B	2,0	13,8	8,8	2,6	7,1	21,8	2,9	4,2	7,6	3,4	4,4	39,8
C	2,0	16,5	7,5	2,4	10,6	18,2	3,3	7,9	9,7	4,2	4,4	12,0
D	1,8	8,4	7,5	2,0	6,0	11,5	2,6	5,3	3,9	2,5	2,7	7,5
E	2,1	12,8	5,9	2,1	6,4	8,5	2,3	5,8	5,0	2,9	5,1	6,1
F	1,7	8,5	6,6	2,0	7,9	11,0	2,3	6,6	7,6	2,4	4,8	8,6
KHS-D0	6,6	8,7	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KHT-D0	1,4	38,1	2,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Sumber : Nindi (2014)

Keterangan :KHS = kontrol hampas sagu, KHT = kontrol baggase tebu, A=100 S+LM, B=90S+10B+LM, C=80S+20B+LM, D=100 S+NLM, E=90S+10B+NLM, F=80S+20B+NLM ; LM = Larutan Mineral, NLM = Non Larutan Mineral, S = Sagu, B = Baggase, A = Abu, SK = Serat Kasar, P = Protein kasar

Sementara itu, pada uji atas terjadi disebabkan oleh kerja enzim biokonversi menggunakan kantong sellulase dan silanase yang diproduksi terigu penurunan kadar serat rerata oleh jamur *Trichoderma* sp. Penurunan terbesar 73,3% terjadi pada variasi kadar serat kasar juga terjadi pada substrat C yaitu 80 % hampas sagu, 20 % hampas tebu. Meskipun penurunan ampas sagu menggunakan Probion dari kadar serat terbaik terjadi pada variasi 10.50 % menjadi 5.49 %. Demikian juga penelitian Hendi (2007) tidak disertai dengan peningkatan kadar menggunakan jamur *Trichoderma* protein yang tertinggi. Perubahan *harzianum* pada fermentasi Duckweed struktur serat selulosa dan menunjukkan penurunan serat kasar hemisellulosa menjadi unsur gula dari 15,1% menjadi 3,6%. Nelson dan polisakarida yang lebih sederhana yang Suparjo (2011) menyebutkan mendasari fenomena penurunan kadar penurunan kadar serat kasar terjadi dari serat. Perubahan struktur tersebut di 44,21 % menjadi 25,46 % pada

fermentasi kulit buah kakao selama 25 hari menggunakan jamur *phanerochaete chrysosporium*.

Serat kasar merupakan bagian dari karbohidrat, sebagian besar berasal dari dinding sel tanaman dan mengandung selulosa, hemiselulosa dan lignin (Suparjo, 2010). Semakin lama waktu inkubasi maka kandungan serat kasar semakin tinggi pula. Hal ini disebabkan oleh pertumbuhan kapang yang ikut menyumbang serat kasar yang berasal dari miselium sehingga makin banyak massa sel makin tinggi kadar seratnya (Hilakore, 2008). Selain itu berkurangnya kadar air pada substrat selama proses fermentasi menyebabkan serat kasar semakin terkonsentrasi, sehingga pada analisis terhitung sebagai serat kasar (Krisnan, 2006; Syahrir dan Abdeli, 2005).

Analisis kadar abu menunjukkan adanya peningkatan dari 2,0% menjadi 4,2%. Peningkatan kadar abu bisa berasal mineral yang terurai dari serat lignoselulosa dan mineral yang ditambahkan dalam bentuk larutan mineral. Hasil analisis juga menunjukkan adanya peningkatan terbesar kadar protein kasar dari 8,84%

(D-4) menjadi 39,75%(D-16) pada sampel B substrat kering. Peningkatan kadar protein kasar berasal sel mikroba (jamur) yang tumbuh selama proses fermentasi berlangsung. Meskipun dalam substrat ada penambahan larutan mineral yang mengandung urea dan ammonium sulfat, namun demikian hasil analisa kadar protein kasar pada kontrol substrat yang tidak mendapat penambahan larutan mineral (NLM) sebesar 1,68% dan yang mendapatkan penambahan larutan mineral (LM) sebesar 2,07% (data terpisah). Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan kadar protein kasar dalam substrat terfermentasi berasal dari miselium jamur yang tumbuh berkembang biak. Hasil analisis kadar protein kasar pada D-12 fermentasi terjadi penurunan sesaat dikarenakan sebagian miselium mengalami degradasi sel dan menjadi sumber protein bagi pertumbuhan atau regenerasi sel selanjutnya. Hal ini dapat dilihat pada D-16 fermentasi menunjukkan peningkatan kadar protein kasar yang lebih tajam.

KESIMPULAN

Biokonversi hampas sagu menggunakan jamur *Trichoderma virens* dapat meningkatkan kadar protein dan lemak kasar serta menurunkan kadar serat. Peningkatan kadar protein dan lemak kasar terjadi setelah fermentasi padat statis berlangsung selama dua – tiga minggu. Peningkatan protein kasar dapat mencapai nilai tertingginya, sementara itu fermentasi yang berlangsung lebih dari tiga minggu tidak menjamin peningkatan protein akan lebih tinggi lagi. Perlakuan terbaik dalam meningkatkan protein kasar terjadi pada variasi kombinasi substrat 90% hampas sagu dengan 10% hampas tebu.

SARAN

Penelitian lebih detail pemanfaatan *Trichoderma virens* dalam biokonversi hampas sagu dengan variasi kombinasi substrat dan lama fermentasi perlu dilakukan untuk mendapatkan informasi lebih lengkap tentang kurva pertumbuhan mikroba dan diversitasnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Pusat Teknologi Agroindustri BPPT yang telah memberikan kesempatan dan pembiayaan dalam melakukan penelitian biokonversi limbah hampas sagu.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. Cit Adeni. 2009. Proximates analysis hampas sago have containing nutrition value....Poultry Feed: 34.
- Anonymous, 2013. The American Heritage® Dictionary of the English Language, 5th edition, Copyright © 2013 by Houghton Mifflin Harcourt Publishing Company. AOAC. Official Methods of Analysis. Washington, DC, USA: Association of Official Analytical Chemists.
- Awg-Adeni DS, Abd-Aziz S, Bujang K, and Hassan MA. 2010. Bioconversion of sago residue into value added products. African Journal of Biotechnology Vol. 9 (14): 2016-2021.
- Awg-Adeni DS, Bujang KB, Hassan MA, and Abd-Aziz S. 2013. Research Article. Glucose Recovery from Sago Hampas for Ethanol Fermentation. Proceedings of the 1st ASEAN Sago Symposium. Kuching, Sarawak, Malaysia. 29-30th. Hindawi Publishing Corporation BioMed Research International Vol. 201: 54-57.
- Fransistika dkk. 2012. Fermentation for six days hampas sago using

- mix-culture *Trichoderma reesei* and *Aspergillus niger* Pengaruh waktu fermentasi campuran *Trichoderma reesei* dan *Aspergillus niger* terhadap kandungan protein dan serat kasar ampas sago. JKK volume 1 (1): 35-39.
- Harry TU. 2007. Peningkatan Nilai Nutrisi Ampas Sagu (*Metroxylon Sp.*) Melalui Bio-Fermentasi (Improvement of Nutritive Value of Sago Waste by Biofermentation). Jurnal Ilmu Ternak Vol. 7 (1): 26 – 31.
- Hendi S. 2007. Peningkatan Kualitas Nutrisi Duckweed Melalui Fermentasi Menggunakan *Trichoderma harzianum* (Improvement nutrient quality of Duckweed by Fermented Used *Trichoderma harzianum*). Jurnal Ilmu Ternak Vol. 7 (2): 113 – 116.
- Hilakore dkk. 2013. Putak is local name for sago pith from Gewang tree (*Corypha elata robx*).... Peningkatan Kadar Protein Putak melalui Fermentasi oleh Kapang *Trichoderma reesei*. Jurnal Veteriner Vol. 14 (2): 250-254.
- Shojaosadati SA, Vikineswary S and Looi CC. 2000. Bioconversion and enzymatic activities of *Neurospora sitophila* grown under solid state and submerged fermentation hampas sago. International Journal of Engineering Vol. 13 (3): 65 – 68.
- Susanti dkk. 2014. Biomass production from solid waste sago by *Cyanobacteria* Cultivation of filamentous *cyanobacteria* for valuable bioproduct using sago solid waste as substrate. Teknologi Indonesia 37 (1):18 – 25.