

## AKTIVITAS ENZIM DAN PROFIL SERAT PADA JERAMI PADI YANG DIFERMENTASI MENGGUNAKAN *Aspergillus niger* YANG DIIRADIASI GAMMA

*Enzyme Activity and Fiber Profile of Rice Straw Fermented with Gamma Irradiated Aspergillus niger*

Teguh Wahyono<sup>1\*</sup>, Dito Prasetyo Utomo<sup>2</sup>, Nurhasni<sup>2</sup>, Nana Mulyana<sup>1</sup>, Shintia Nugrahini Wahyu Hardani<sup>1</sup>, dan Suharyono<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, Badan Tenaga Nuklir Nasional, Jl. Lebak Bulus Raya No. 49, Jakarta Selatan 12440, Indonesia

<sup>2</sup> Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah, Jl. Ir. H. Juanda No. 95, Tangerang Selatan 15412, Indonesia

\* E-mail korespondensi: teguhwahyono@batan.go.id

### ABSTRAK

Enzim yang berasal dari *Aspergillus niger* adalah agen konversi yang tepat untuk memecah ikatan karbohidrat struktural pada jerami padi. Perombakan pada karbohidrat struktural diperlukan untuk meningkatkan degradabilitas dan pola fermentasi pada jerami padi untuk digunakan sebagai pakan ternak. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh iradiasi gamma pada berbagai dosis rendah terhadap aktivitas enzim *A. niger* sebagai agen fermentasi jerami padi. Profil serat jerami padi yang telah difermentasi juga diamati dalam penelitian ini. Perlakuan penelitian adalah: JC (jerami padi kontrol/tanpa fermentasi), JF0 (jerami padi fermentasi *A. niger* yang diiradiasi gamma 0 Gy), JF500 (jerami padi fermentasi *A. niger* yang diiradiasi gamma 500 Gy), JF1000 (jerami padi fermentasi *A. niger* yang diiradiasi gamma 1000 Gy) dan JF1500 (jerami padi fermentasi *A. niger* yang diiradiasi gamma 1500 Gy) (laju dosis 20 kGy/jam). Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga ulangan digunakan dalam penelitian ini. Parameter yang diamati adalah aktivitas enzim lignin peroksidase, selulase, kadar glukosa, bobot biomassa fungi, kadar lignin, serat kasar, *Neutral Detergent Fiber* (NDF) dan *Acid Detergent Fiber* (ADF). Hasil penelitian menunjukkan bahwa *A. niger* yang diiradiasi gamma berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap semua parameter uji. Dari hasil penelitian didapatkan dosis 1500 Gy merupakan dosis maksimum yang mampu meningkatkan aktivitas enzim lignin peroksidase sebesar 58,02%, enzim selulase sebesar 216,67%, bobot biomassa fungi sebesar 57,57% serta menurunkan kadar lignin sebesar 5,44%. Dosis iradiasi 1500 Gy juga menurunkan kadar serat kasar 8,99%; ADF 5,35% dan NDF 6,74%. Dibandingkan dengan kontrol.

**Kata kunci:** aktivitas enzim, *Aspergillus niger*, fermentasi, iradiasi gamma, jerami padi

### ABSTRACT

Enzymes from *A. niger* are potential conversion agent to break the structural carbohydrate bonds in rice straw. Structural carbohydrate breaking is required to increase degradability and fermentation process on rice straw for animal feed utilization. The purpose of this study was to determine the effect of various gamma irradiation dose on *A. niger* as rice straw fermentation agent. Fermented rice straw fibers profile was also observed in this study. Research treatments were JC (rice straw/control), JF0 (fermented rice straw with 0 Gy gamma irradiated *A. niger*), JF500 (fermented rice straw with 500 Gy gamma irradiated *A. niger*), JF1000 (fermented rice straw with 1000 Gy gamma irradiated *A. niger*), JF1500 (fermented rice straw with 1500 Gy gamma irradiated *A. niger*). The rate of dose used was 20kGy/h. Completely randomized design with three replications were used. The observed parameters were lignin peroxidase enzyme activity, glucose, fungi biomass, lignin, crude fiber, NDF and ADF content. Result showed that gamma irradiated *A. niger* had significant effect ( $p < 0.05$ ) on all parameters. The dose of 1500 Gy was the maximum dose that could increased lignin peroxidase enzyme activity (58.02%), cellulose enzyme (216.67%), fungi biomass (57.57%) and decreased 5.44% lignin level. The Irradiated dose of 1500 Gy also decreased crude fiber, NDF and ADF content by 8.99, 6.74 and 5.35% respectively than control.

**Keywords:** *Aspergillus niger*, enzyme activity, fermentation, gamma irradiation, rice straw

### PENDAHULUAN

Jerami padi adalah limbah pertanian yang banyak dimanfaatkan sebagai pakan ternak di Indonesia. Petani banyak memanfaatkan jerami

padi karena produksinya yang melimpah dan harganya relatif murah. Di lain sisi, keterbatasan persediaan hijauan segar di musim kemarau membuat jerami padi menjadi sumber serat pokok

bagi ternak. Penggunaan jerami padi sebagai pakan pokok tidak akan dapat mencukupi kebutuhan nutrisi bagi ternak. Hal tersebut karena jerami padi mengandung nilai nutrisi yang rendah dan material lignin yang tinggi [1]. Yanuartono *et al.* [2] menjelaskan bahwa jerami padi mempunyai berbagai kekurangan diantaranya: kandungan lignin dan silika yang tinggi; pencernaan yang rendah; memiliki zat antinutrisi dan palatabilitasnya rendah. Rentang kandungan nutrisi jerami padi adalah: 83-90% (bahan organik); 2-6,5% (protein kasar); 30-40% (serat kasar); 49-73% (ADF); 40-85% (NDF); 13-32% (hemiselulosa) dan 32-60% (selulosa) [3].

Berbagai proses *pre-treatment* telah dilakukan pada hijauan pakan sumber serat untuk meningkatkan pencernaan dan palatabilitasnya. Proses *pre-treatment* dapat dilakukan secara fisika, kimia dan biologi. Wahyono *et al.* [4] menggunakan iradiasi gamma dosis tinggi untuk memecah ikatan ligno-selulosa dan ligno-hemiselulosa bagas sorgum. Wanapat *et al.* [5] menggunakan  $\text{CaO}/\text{Ca}(\text{OH})_2$  dan urea sebagai agen *pre-treatment* untuk meningkatkan pencernaan jerami padi. *Pre-treatment* secara biologi dapat dilakukan dengan menggunakan mikroba sebagai agen fermentasi jerami padi. Thalib [6] memanfaatkan probiotik yang terdiri dari berbagai macam mikroba *fibrolytic* untuk meningkatkan pencernaan serat jerami padi. Jahromi *et al.* [7] menggunakan *A. niger* (K8) sebagai agen fermentasi jerami padi.

Aktivitas enzim selulase dapat ditingkatkan dengan memberikan paparan radiasi gamma pada kultur *A. niger* sebagai agen fermentasi. Mulyana *et al.* [8] melaporkan bahwa dosis iradiasi gamma 500 Gy dapat meningkatkan aktivitas enzim selulase *A. niger* sebanyak 2,5 kali lipat. Kusumaningrum *et al.* [9] juga melaporkan bahwa dosis iradiasi 500 Gy pada kultur *A. niger* mampu meningkatkan aktivitas enzim sehingga meningkatkan ketersediaan NDF dan ADF jerami padi yang mudah dicerna. Penggunaan dosis iradiasi gamma yang lebih tinggi (> 500 Gy) belum pernah dilakukan sehingga perlu diamati pengaruhnya terhadap aktivitas enzim *A. niger*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh iradiasi gamma pada berbagai dosis terhadap aktivitas enzim *A. niger* sebagai agen fermentasi jerami padi. Profil serat jerami padi yang telah difermentasi juga diamati dalam penelitian ini.

## METODE PERCOBAAN

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah jerami padi varietas Ciherang koleksi laboratorium Nutrisi Ternak PAIR BATAN, strain *A. niger* koleksi laboratorium lingkungan PAIR BATAN, *Potato Dextrose Agar* (PDA), *Potato Dextrose Broth* (PDB), larutan  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ , larutan karboksi metil selulosa (CMC), buffer sitrat, *buffer* asetat, larutan dinitrosalisilat (DNS) 1%, verotril alkohol,  $\text{H}_2\text{O}_2$ , larutan  $\text{NaCl}$  85%,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  1 N dan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  72%.

Alat yang digunakan adalah kantong plastik kedap udara, cutting mill, neraca digital Sartorius, autoklaf, *crucible glass*, oven 60°C, oven 100°C, tanur 600°C, alumunium foil, vortex, mikropipet, Sprektofotometer UV-Vis Hitachi, centrifuge, pH meter Hanna instrument dan perangkat SPSS 20.0.

### Persiapan Bahan

Tahap persiapan bahan dibagi menjadi tiga tahap, yaitu: preparasi jerami padi, iradiasi inokulum *A. niger* dan pembuatan larutan nutrisi.

Preparasi jerami padi dilakukan berdasarkan metode yang terdapat dalam Pensupa *et al.* [10]. Jerami padi dikering-anginkan selama 2 hari dan dibersihkan dari pengotor. Jerami padi dicacah pada ukuran  $\pm 3$  cm dan direndam dalam air selama dua jam kemudian ditiriskan. Jerami padi kemudian dikeringkan kembali pada suhu 60°C selama 24 jam.

Strain fungi *A. niger* diperoleh dari laboratorium Bidang Industri dan Lingkungan, PAIR BATAN. Strain fungi dipelihara pada suhu 4°C dalam tabung *slent* dengan medium PDA. Kultur *A. niger* yang berumur tujuh hari diiradiasi gamma pada dosis 0, 500, 1000 dan 1500 Gy. Iradiasi gamma dilakukan di PAIR BATAN dengan menggunakan fasilitas irradiator Gamma Chamber 4000A (sumber  $^{60}\text{Co}$ ).

Pembuatan larutan nutrisi untuk fermentasi jerami padi dilakukan dengan menambahkan sejumlah 28,8 g PDB; 1,2 g  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ; 0,6 g  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  dan 0,24 g  $\text{MgSO}_4$  dalam 1200 ml akuades. Sejumlah 100 ml larutan molases ditambahkan dalam larutan tersebut dan disterilkan pada autoklaf selama 15 menit pada suhu 121°C. Larutan nutrisi kemudian didiamkan sampai mencapai suhu kamar (25°C) [11].

### Perlakuan dan Rancangan Percobaan

Perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini adalah JC (jerami padi kontrol/tanpa

fermentasi), JF0 (jerami padi fermentasi *A. niger* yang diiradiasi gamma 0 Gy), JF500 (jerami padi fermentasi *A. niger* yang diiradiasi gamma 500 Gy), JF1000 (jerami padi fermentasi *A. niger* yang diiradiasi gamma 1000 Gy) dan JF1500 (jerami padi fermentasi *A. niger* yang diiradiasi gamma 1500 Gy). Dalam masing-masing perlakuan dilakukan tiga kali pengulangan.

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah RAL dan RAL faktorial. Prosedur RAL dilakukan pada pengamatan serat kasar, NDF dan ADF. Prosedur RAL faktorial dengan dua faktor diterapkan pada pengamatan aktivitas enzim lignin peroksidase, selulase, kadar glukosa, bobot biomassa fungi dan kadar lignin. Faktor pertama adalah dosis iradiasi fungi sedangkan faktor kedua adalah lama fermentasi (0, 5, 10 dan 15 hari). Pengaruh perlakuan dianalisis menggunakan program *software* spss 22.0 dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) untuk melihat perbedaan antar perlakuan [12].

**Pembuatan Jerami Fermentasi**

Prosedur pembuatan jerami fermentasi dilakukan sesuai prosedur dalam Pensupa *et al.* [10]. Sejumlah 2 ml strain *A. niger* dan 200 ml larutan nutrisi dilarutkan secara homogeny ke dalam 200 ml akuades. Larutan dicampurkan ke dalam 200 g jerami padi dalam kantong plastik lalu ditutup rapat. Untuk menjaga kondisi anaerob, dilakukan kembali, penutupan secara rapat dengan kantong plastik. Proses fermentasi jerami padi juga dilakukan dengan tanpa penambahan strain *A. niger*. Sampel kontrol dan sampel fermentasi dimasukkan ke dalam ruangan gelap selama 15 hari. Pengamatan dilakukan pada hari inkubasi ke-0, 5, 10 dan 15).

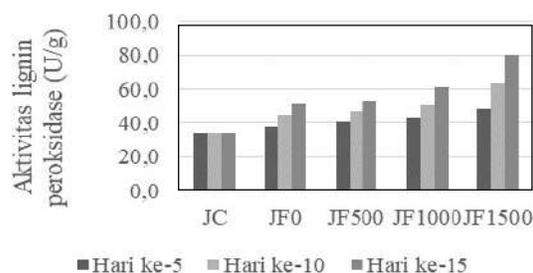
**Pengukuran Parameter**

Pengukuran parameter aktivitas enzim lignin peroksidase menggunakan prosedur dalam Bonnen *et al.* [13]. Pengukuran aktivitas enzim selulase dan kadar glukosa menggunakan prosedur Miller [14]. Metode dalam Hamzah *et al.* [15] digunakan untuk mengukur bobot biomassa fungi. Pengukuran kadar lignin menggunakan prosedur dalam Chesson [16]. Komposisi serat kasar, NDF dan ADF menggunakan prosedur Van Soest *et al.* [17].

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Aktivitas Enzim Lignin Peroksidase (LiP)**

Aktivitas enzim LiP pada kelima perlakuan selama inkubasi hari ke-5, 10 dan 15 dapat dilihat pada Gambar 1. Pada pengamatan hari ke 5, proses fermentasi menggunakan *A. niger* yang diiradiasi gamma mampu meningkatkan aktivitas enzim LiP dibandingkan perlakuan JC dan JF0 (P<0,05). Pada pengamatan hari ke-10, tidak ada perbedaan yang nyata antara perlakuan fermentasi menggunakan *A. niger* non fermentasi (JC) dengan perlakuan iradiasi gamma 500-1500 Gy. Pada pengamatan hari ke-15, jerami padi perlakuan JF1500 menghasilkan aktivitas enzim LiP tertinggi (P<0,05).



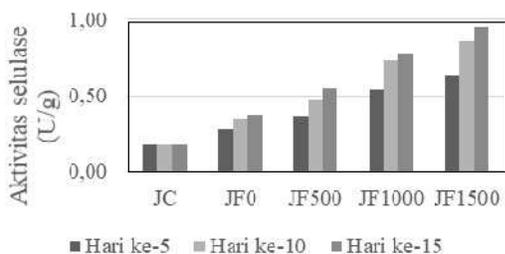
**Gambar 1.** Grafik Pengaruh Fermentasi terhadap Aktivitas Enzim Lignin Peroksidase

Enzim LiP adalah enzim ekstraseluler yang aktivitasnya tergantung oleh H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> berfungsi sebagai reduktor untuk mengoksidasi enzim pada keadaan awal [18]. Enzim LiP memiliki peran dalam mendegradasi lignin. Paparan radiasi gamma pada dosis 500-1500 Gy terbukti dapat meningkatkan kinerja *A. niger* dalam mensekresikan enzim LiP. Peningkatan aktivitas enzim dapat disebabkan oleh adanya pengaruh reaksi dalam sel akibat paparan radiasi ionisasi. Sreedhar *et al.* [19] menjelaskan bahwa perlakuan radiasi dapat memaksa fungi melakukan proteksi diri, salah satunya dengan menghasilkan enzim LiP yang lebih banyak. Mulyana *et al.* [8] juga melaporkan bahwa peningkatan aktivitas enzim pada kultur *A. niger* yang diiradiasi gamma 500 Gy disebabkan oleh perubahan fisiologis sel fungi akibat paparan radiasi. Dalam penelitian ini, terlihat bahwa dosis iradiasi yang cukup tinggi (> 500 Gy) masih mampu meningkatkan aktivitas enzim LiP. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Sreedhar *et al.* [19] yang menjelaskan bahwa perubahan aktivitas enzimatik pada fungi

dipengaruhi oleh besaran stress oksidatif akibat paparan iradiasi.

**Aktivitas Enzim Selulase**

Aktivitas enzim selulase hasil inkubasi selama 15 hari dapat dilihat pada Gambar 2. Aktivitas enzim selulase tertinggi diperoleh dari perlakuan JF1500, baik pada pengamatan inkubasi ke-5, 10 maupun 15 hari (P<0,05), berturut-turut sebesar 0,64 U/g, 0,73 U/g dan 0,95 U/g. Pada pengamatan inkubasi hari ke-10 dan 15, semakin tinggi dosis iradiasi gamma pada *A. niger* akan meningkatkan aktivitas enzim selulase yang diproduksi. Hal tersebut direpresentasikan oleh nilainya yang berbeda nyata antar perlakuan (P<0,05).



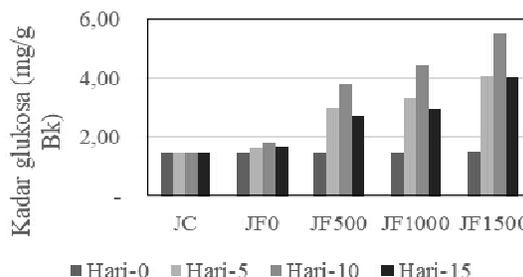
**Gambar 2.** Grafik Pengaruh Fermentasi terhadap Aktivitas Enzim Selulase

Pengukuran aktivitas enzim selulase diperlukan sebagai keberlanjutan proses enzimatik setelah degradasi oleh enzim LiP. Kinerja/aktivitas selulase juga dipengaruhi oleh kapasitas enzim LiP dalam mendegradasi lignin (Gambar 1), hal tersebut karena fraksi selulosa terikat bersama lignin (lignoselulosa) pada substrat jerami padi. Selain ketersediaan substrat, kemampuan fungsi *A. niger* dalam memproduksi enzim selulase juga merupakan faktor yang utama. Pada Gambar 2, terlihat bahwa aktivitas enzim selulase semakin meningkat seiring dengan meningkatnya dosis radiasi gamma pada *A. niger*. Zia *et al.* [20] menjelaskan bahwa paparan radiasi gamma dapat menstimulasi fungsi untuk memperbaiki bagian yang terinduksi. Hal tersebut disertai oleh adanya mutasi dan aktivitas sekresi enzim yang lebih banyak dibandingkan keadaan normal. Dalam penelitian ini, dosis iradiasi gamma 1500 Gy merupakan dosis terbaik untuk menghasilkan aktivitas enzim selulase yang tinggi pada *A. niger*. Hasil yang berbeda ditunjukkan dalam Kusumaningrum *et al.* [9], dimana terdapat penurunan aktivitas enzim selulase pada dosis

radiasi > 500 Gy. Perbedaan tersebut diduga disebabkan oleh perbedaan metode fermentasi jerami padi sehingga mempengaruhi ketersediaan substrat selulosa bagi *A. niger*.

**Kadar Glukosa**

Pengukuran kadar glukosa dilakukan untuk mendukung variabel parameter aktivitas enzim LiP dilanjutkan dengan selulase. Hal tersebut karena glukosa adalah hasil akhir dari degradasi selulosa. Hasil pengukuran kadar glukosa kelima perlakuan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3. Pada pengamatan fermentasi hari ke-5 dan 10, kadar glukosa tertinggi dihasilkan oleh perlakuan JF1000 dan JF1500 (P<0,05). Perlakuan JF1500 juga menghasilkan kadar glukosa tertinggi pada pengamatan fermentasi hari ke-15 (P<0,05). Produksi glukosa tertinggi pada seluruh perlakuan fermentasi terjadi pada waktu pengamatan hari ke-10. Produksi glukosa menurun pada hari pengamatan ke-15.



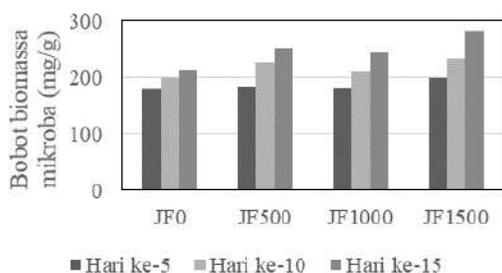
**Gambar 3.** Grafik Pengaruh Fermentasi terhadap Kadar Glukosa Jerami Padi

Peningkatan kadar glukosa berbanding lurus dengan semakin tingginya dosis radiasi yang dipaparkan pada kultur *A. niger*. Hal tersebut sebagai bagian dari rantai degradasi karbohidrat struktural menjadi produk akhir glukosa. Radiasi gamma mampu meningkatkan aktivitas LiP dan selulase sehingga meningkatkan kadar glukosa yang terdapat dalam substrat. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2, dimana aktivitas LiP dan selulase semakin tinggi. Mulyana *et al.* [8] melaporkan bahwa aktivitas selulase yang maksimum dapat menghidrolisis selulosa secara optimal sehingga produksi gula mudah terlarut seperti glukosa menjadi maksimal. Penurunan kadar glukosa pada pengamatan hari ke-15 dapat disebabkan oleh menurunnya ketersediaan glukosa pada substrat jerami padi. Fifendy *et al.* [21] menjelaskan bahwa pada titik tertentu,

ketersediaan glukosa tidak dapat berbanding lurus dengan kemampuan mikroba dalam memanfaatkan glukosa. Hal tersebut karena fungi mengambil sumber glukosa yang berasal dari substrat/lingkungan kehidupannya.

**Bobot Biomassa Fungi**

Biomassa fungi diukur dengan mencampurkan 1g substrat jerami hasil fermentasi dengan larutan fisiologis NaCl 0,85%. Campuran kemudian disentrifus selama 15 menit pada kecepatan 3000 rpm. Filtrat yang dihasilkan kemudian dimasukkan ke dalam cawan porselen, dipanaskan dalam oven 60°C selama 24 jam kemudian ditimbang bobot biomassa yang terkandung didalamnya [15]. Pengukuran bobot biomassa fungi dilakukan untuk mengetahui kapasitas pertumbuhan fungi *A. niger* pada substrat jerami padi. Pengukuran dilakukan pada perlakuan fermentasi, karena pada perlakuan JC tidak ditambahkan kultur *A. niger*. Hasil pengukuran bobot biomassa fungi ditampilkan pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Grafik Pengaruh Fermentasi terhadap Bobot Biomassa Fungi

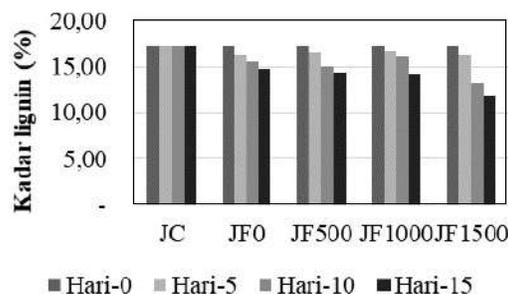
Nilai bobot biomassa fungi tertinggi pada pengamatan fermentasi ke-5, 10 dan 15 hari dihasilkan oleh perlakuan JF1500 ( $P < 0,05$ ). Bobot biomassa yang dihasilkan berturut-turut sebesar 199,74; 232,95 dan 282,70 mg/g. Bobot biomassa fungi pada keempat perlakuan fermentasi juga berjalan linear dengan dosis radiasi yang dipaparkan pada *A. niger*. Semakin tinggi dosis yang diberikan dapat meningkatkan bobot biomassa fungi pada substrat jerami padi.

Peningkatan bobot biomassa fungi pada keempat perlakuan fermentasi berbanding lurus dengan dosis radiasi yang dipaparkan pada *A. niger*. Hal tersebut karena dalam parameter sebelumnya disebutkan bahwa iradiasi gamma mampu meningkatkan aktivitas enzim LiP,

selulase dan ketersediaan glukosa. Peningkatan aktivitas enzim dan ketersediaan glukosa akan mendukung lingkungan hidup fungi sehingga meningkatkan bobot biomassa yang dihasilkan. Ketersediaan glukosa sebagai sumber C merupakan faktor penting berupa ketersediaan nutrisi bagi kultur mikroba, selain juga sumber N [15].

**Kadar Lignin**

Hasil pengukuran kadar lignin pada kelima perlakuan penelitian dapat dilihat pada Gambar 5. Pada gambar tersebut, terlihat penurunan persentase kadar lignin pada setiap perlakuan fermentasi di setiap tahapan hari pengamatan. Perbedaan yang nyata ( $P < 0,05$ ) terjadi pada hari fermentasi ke-10, dimana perlakuan JF1500 menghasilkan kadar lignin terendah sebesar 13,25%. Pada hari fermentasi ke-5 dan 15, perlakuan iradiasi gamma pada kultur *A. niger* tidak memberikan perbedaan yang nyata terhadap kadar lignin pada substrat jerami padi.



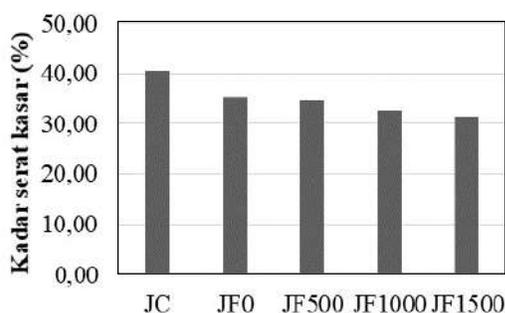
**Gambar 5.** Grafik Pengaruh Fermentasi terhadap Kadar Lignin Jerami Padi

Perbedaan kadar lignin yang signifikan hanya terjadi pada waktu fermentasi hari ke-10. Tidak adanya perbedaan yang nyata pada hari ke-5 dan 15 diduga disebabkan oleh kinerja enzimatik *A. niger* yang lebih kepada pemotongan rantai lignoselulosa dan degradasi selulosa. Iradiasi gamma terbukti mampu meningkatkan aktivitas enzim LiP (Gambar 1) dan selulase (Gambar 2), namun tidak berpengaruh signifikan terhadap kadar lignin pada setiap substrat. Fenomena tersebut dapat disebabkan oleh adanya kelemahan penggunaan mikroba tunggal, dalam hal ini fungi *A. niger* sebagai agen fermentasi. Kelemahan tersebut adalah adanya batasan kemampuan fungi dalam mensekresikan enzim fibrolitik yang hanya fokus pada pemisahan ikatan ligno-selulosa,

bukan pada degradasi lignin. Beberapa mikroba yang dapat membantu mendegradasi lignin adalah *Phanerochaete chrysosporium* dan *T. versicolor* [1].

**Kadar Serat Kasar**

Kadar serat kasar perlakuan penelitian dapat dilihat pada Gambar 6. Semakin tinggi dosis iradiasi gamma, dapat meningkatkan efektivitas degradasi serat sehingga menurunkan kadar serat kasar ( $P < 0,05$ ). Nilai kadar serat kasar pada perlakuan JC – JF1500 berturut-turut sebesar 40,50; 35,40; 34,60; 32,60 dan 31,51%.



**Gambar 6.** Grafik Pengaruh Fermentasi terhadap Kadar Serat Kasar Jerami Padi

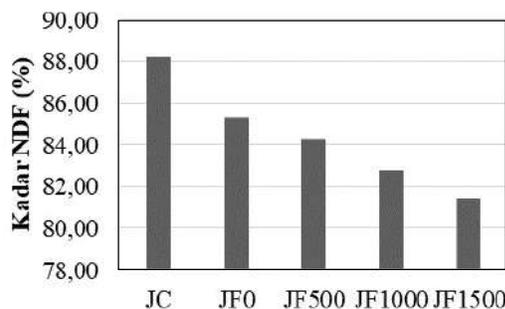
Penurunan kadar serat kasar yang berbanding lurus dengan kenaikan dosis iradiasi gamma merupakan representasi dari tingginya aktivitas enzim LiP (Gambar 1) dan selulase (Gambar 2). Aktivitas enzim fibrolitik yang meningkat dapat berakibat pada menurunnya kadar serat kasar. Perlakuan fermentasi pakan menggunakan starter mikroba tunggal maupun kombinasi terbukti mampu menurunkan kadar serat kasar substrat pakan [6].

**Kadar NDF dan ADF**

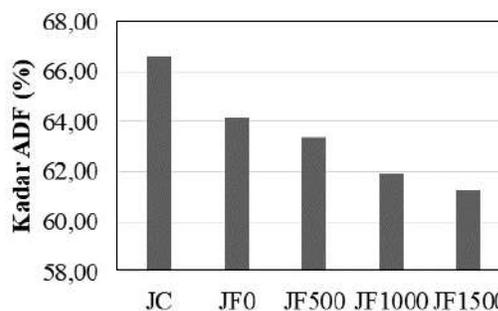
Kadar NDF perlakuan penelitian dapat dilihat pada Gambar 7. Nilai kadar NDF pada perlakuan JC – JF1500 berturut-turut sebesar 88,20; 85,29; 84,30; 82,77 dan 81,47%. Dari hasil penelitian diketahui bahwa iradiasi gamma pada *A. niger* dapat mempengaruhi kadar NDF pada substrat setelah kultur tersebut digunakan sebagai agen fermentasi ( $P < 0,05$ ).

Hasil pengamatan kadar ADF dapat dilihat pada Gambar 8. Nilai kadar ADF pada perlakuan JC – JF1500 berturut-turut sebesar 66,59; 64,12; 63,38; 61,94 dan 61,25%. Dari hasil penelitian diketahui bahwa iradiasi gamma pada *A. niger* dapat mempengaruhi kadar ADF pada substrat

jerami padi. Semakin tinggi perlakuan dosis iradiasi pada *A. niger* (JF1500) dapat menurunkan kadar ADF pada substrat jerami padi setelah perlakuan fermentasi ( $P < 0,05$ ).



**Gambar 7.** Grafik Pengaruh Fermentasi terhadap Kadar NDF Jerami Padi



**Gambar 8.** Grafik Pengaruh Fermentasi terhadap Kadar ADF Jerami Padi

Penurunan fraksi NDF dan ADF yang berbanding lurus dengan dosis iradiasi pada *A. niger* dapat disebabkan oleh pengaruh meningkatnya aktivitas enzim selulase. Hal tersebut karena selulosa adalah bagian dari fraksi NDF dan ADF. Jahromi *et al.* [7] melaporkan bahwa fermentasi jerami padi menggunakan *A. niger* mampu menurunkan kandungan NDF, hemiselulosa dan bahan organik. Aderemi *et al.* [22] menjelaskan bahwa tujuan akhir fermentasi adalah untuk menyediakan karbohidrat terlarut berupa gula sederhana (glukosa) yang mudah dicerna. Hal tersebut direpresentasikan oleh penurunan fraksi NDF dan ADF pada substrat.

**KESIMPULAN**

Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa dosis maksimum 1500 Gy pada kultur fungsi *A. niger* merupakan dosis terbaik untuk meningkatkan aktivitas enzim Lignin Peroksidase

sebesar 58,02% dan selulase sebesar 216,67%. Peningkatan aktivitas enzim juga direpresentasikan pada perubahan profil serat, dimana kandungan serat kasar, NDF dan ADF yang relatif turun pada jerami padi. Perlu kajian penggunaan kultur mikroba yang terdiri dari kombinasi beberapa spesies, hal tersebut untuk membantu proses degradasi lignin pada substrat jerami padi.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini menggunakan dana Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) BATAN tahun 2017. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dra. Tri Retno Dyah Larasati, M.Si dan Bapak Dedi Ansori yang telah membantu selama teknis penelitian.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. C. Sarnklong, J. W. Cone, W. Pellikaan, and W. H. Hendriks, "Utilization of Rice Straw and Different Treatments to Improve Its Feed Value for Ruminants: A Review," *Asian-Australasian J. Anim. Sci.*, vol. 23, no. 5, pp. 680–692, 2010.
- [2]. Yanuartono, H. Purnamaningsih, S. Indarjulianto, and A. Nururrozi, "Potensi Jerami Sebagai Pakan Ternak Ruminansia," *J. Ilmu-Ilmu Peternak.*, vol. 27, no. 1, pp. 40–62, 2017.
- [3]. G. G. Sheikh, A. M. Ganai, P. A. Reshi, B. Sheikh, and M. Shabir, "Improved Paddy Straw as Ruminant Feed: A Review," *JOJ Sci.*, vol. 1, no. 1, pp. 001–008, 2018.
- [4]. T. Wahyono, N. Lelananingtyas, and Sihono, "Effects of Gamma Irradiation on Ruminant Degradation of Samurai 1 Sweet Sorghum Bagasse," vol. 43, no. 1, pp. 35–39, 2017.
- [5]. M. Wanapat, S. Kang, N. Hankla, and K. Phesatcha, "Effect of Rice Straw Treatment on Feed Intake, Rumen Fermentation and Milk Production in Lactating Dairy Cows," *African J. Agric. Res.*, vol. 8, no. 17, pp. 1677–1687, 2013.
- [6]. A. Thalib, "Utilization of Probiotic-Fermented Rice Straw as Ruminant Feed," *Wartazoa*, vol. 18, no. 4, pp. 198–206, 2008.
- [7]. M. F. Jahromi, J. B. Liang, M. Rosfarizan, Y. M. Goh, P. Shokryazdan, and Y. W. Ho, "Effects of *Aspergillus niger* (K8) on nutritive value of rice straw," *African J. Biotechnol.*, vol. 9, no. 42, pp. 7043–7047, 2010.
- [8]. N. Mulyana, T. R. D. Larasati, Nurhasni, and M. Ningrum, "Peningkatan Aktivitas Enzim Selulase dan Produksi Glukosa Melalui Fermentasi Substrat Jerami Padi Dengan Fungi *Aspergillus niger* yang Dipapari Sinar Gamma Enhanced Cellulase Enzyme Activity and Glucose Production through Fermentation Using Rice Straw Subs," vol. 11, no. 1, pp. 13–26, 2015.
- [9]. C. E. Kusumaningrum, S. N. W. Hardani, A. P. Yunisa, N. Mulyana, and Suharyono, "Pengaruh penambahan *Aspergillus niger* Iradiasi Sinar Gamma Dosis Rendah pada Jerami Padi Fermentasi dan Evaluasi Kualitasnya sebagai Pakan Ternak Ruminansia Secara In Vitro," *J. Ilm. Apl. Isot. dan Radiasi*, vol. 13, no. 2, pp. 23–30, 2017.
- [10]. N. Pensupa, M. Jin, M. Kokolski, D. B. Archer, and C. Du, "A Solid State Fungal Fermentation-based Strategy for The Hydrolysis of Wheat Straw," *Bioresour. Technol.*, vol. 149, pp. 261–267, 2013.
- [11]. T. Struch, B. Neuss, S. Bringer-meyer, and H. Sahm, "Osmotic Adjustment of *Zymomonas mobilis* to Concentrated Glucose Solutions," *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, vol. 34, pp. 518–523, 1991.
- [12]. R. G. D. Steel and J. H. Torrie, *Principles and procedures of statistics*. New York: McGraw, 1960.
- [13]. A. M. Bonnen, L. H. Anton, and A. B. Ortht, "Lignin-Degrading Enzymes of the Commercial Button Mushroom, *Agaricus bisporus*," *Appl. Environ. Microbiol.*, vol. 60, no. 3, pp. 960–965, 1994.
- [14]. J. H. Miller, *Experiments In Molecular Genetics*. New York: Cold Spring, 1972.
- [15]. A. Hamzah, M. A. Zarin, A. A. Hamid, O. Omar, and S. Senafi, "Optimal Physical and Nutrient Parameters for Growth of *Trichoderma virens* UKMP -1M for Heavy Crude Oil Degradation," *Sains Malaysiana*, vol. 41, no. 1, pp. 71–79, 2012.
- [16]. A. Chesson, "Effects of Sodium Hydroxide on Cereal Straws in Relation to the Enhanced Degradation of Structural Polysaccharides by Rumen Microorganisms," *J. Sci. Food Agric.*, vol. 32, pp. 745–758, 1981.
- [17]. P. J. Van Soest, J. B. Robertson, and B. A.

- Lewis, "Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition," *J. Dairy Sci.*, vol. 74, pp. 3583–3597, 1991.
- [18]. I. M. Ilmi and N. D. Kuswyasari, "Aktifitas Enzim Lignin Peroksidase oleh Gliomastix sp. T3.7 pada Limbah Bonggol Jagung dengan Berbagai pH dan Suhu," *J. Sains dan Seni Pomits*, vol. 2, no. 1, pp. 38–42, 2013.
- [19]. M. Sreedhar, A. Chaturvedi, M. Aparna, P. K. D, R. K. Singhal, and P. Venu-Babu, "Influence of  $\gamma$  - Radiation Stress on Scavenging Enzyme Activity and Cell Ultra Structure in Groundnut (*Arachis hypogaea* L.)," *Adv. Appl. Sci. Res.*, vol. 4, no. 2, pp. 35–44, 2013.
- [20]. M. A. Zia, S. Rasul, and T. Iftikhar, "Effect of Gamma Irradiation on *Aspergillus niger* for Enhanced Production of Glucose Oxidase," *Pakistan J. Bot.*, vol. 44, no. 3, pp. 1575–1580, 2012.
- [21]. M. Fifendy, Eldini, and Irdawati, "Pengaruh Pemanfaatan Molase Terhadap Jumlah Mikroba Dan Ketebalan Nata Pada Teh Kombucha," in *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*, 2013, pp. 67–72.
- [22]. B. O. Aderemi, E. Abu, and B. K. Highina, "The Kinetics of Glucose Production from Rice Straw by *Aspergillus niger*," *African J. Biotechnol.*, vol. 7, no. 11, pp. 1745–1752, 2008.

---

## PERTANYAAN SAAT PRESENTASI

### 1. Pertanyaan (Anisiyah (PAIR, BATAN)):

- 1) Apa yang terjadi pada *Aspergillus niger* sehingga bisa disimpulkan jerami padi yang dihasilkan lebih baik kualitasnya dari jerami biasa?
- 2) Apa kelebihan dari jerami yang dihasilkan?

#### Jawaban:

- 1) *Aspergillus niger* yang dipaparkan radiasi pada dosis tertentu akan mengalami perubahan sifat, salah satunya adalah memproduksi enzim yang lebih tinggi aktivitasnya. Hal tersebut akan berakibat pada kualitas sifat jerami padi yang akan mudah dicerna setelah difermentasi.
- 2) Profil serat jerami padi akan lebih mudah dicerna sehingga akan meningkatkan efektivitas pemanfaatannya sebagai pakan ternak