

PENINGKATAN NUTRIEN ONGGOK DAN DEDAK SEBAGAI BAHAN BAKU PAKAN MELALUI FERMENTASI MENGGUNAKAN *Azospirillum* sp. JG3

NUTRIENT CONTENT IMPROVEMENT OF TAPIOCA WASTE AND RICE BRAN AS INGREDIENTS TROUGH FERMENTATION USING *Azospirillum* sp. JG3

Tati Febrianti^{1,*}, Oedjijono², dan Ning Iriyanti²

¹Pusat Penelitian dan Pengembangan Biomedis dan Teknologi Dasar Kesehatan, Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Kementerian Kesehatan RI, Jalan Percetakan Negara No.23 Jakarta Pusat, Indonesia

²Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

*E-mail: tatifebri.litbangkes@gmail.com

ARTICLE INFO

Article history

Received date

27 January 2017

Received in revised form date

4 August 2017

Accepted date

6 October 2017

Available online date

30 November 2017

Abstract

Azospirillum sp. JG3 is known to be able to grow in a mixture of tapioca waste and rice bran through fermentation. However, improved the nutrient content of tapioca waste and rice bran using *Azospirillum* sp. JG3 is not yet known. This research aimed to know the capability of *Azospirillum* sp. JG3 in improving the nutrient content of tapioca waste and rice bran mixture and incubation times needed to produce the highest nutrient mixture. The method used in the experiment was Completely Randomized Design (CRD). Treatments were incubation times i.e. 0, 3, 4, 5, 6, and 7 days, and each treatment was replicated three times. *Azospirillum* sp. JG3 is inoculated into a mixture of tapioca waste and rice bran. As results, *Azospirillum* sp. JG3 was able to improve the nutrient content of tapioca waste and rice bran in five days fermentation. A significant increase in protein content (29,15%) and a decrease in crude fiber (36,63%) were recognized when tapioca waste and rice bran are fermented with *Azospirillum* sp. JG3 compared to non-fermented one.

Keywords: *Azospirillum* sp. JG3, Fermentation, Nutrient, Tapioca waste, Rice bran

Kata kunci:

Azospirillum sp. JG3
Fermentasi
Nutrien
Onggok
Dedak

Abstrak

Azospirillum sp. JG3 dilaporkan sebelumnya mampu tumbuh pada media onggok dan dedak melalui fermentasi. Akan tetapi, peningkatan kandungan nutrien onggok dan dedak selama fermentasi oleh *Azospirillum* sp. JG3 selama ini belum diketahui. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan *Azospirillum* sp. JG3 dalam meningkatkan kandungan nutrien onggok dan dedak serta mengetahui waktu inkubasi yang diperlukan untuk menghasilkan kandungan nutrien tertinggi. Penelitian disusun berdasarkan Rancangan Acak Lengkap (RAL), yaitu waktu inkubasi 0, 3, 4, 5, 6, dan 7 hari dengan ulangan tiga kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Azospirillum* sp. JG3 mampu meningkatkan nutrien onggok dan dedak melalui lima hari fermentasi. Kadar protein kasar meningkat 29,15% dan sebaliknya kadar serat kasar berkurang 36,63% dibandingkan tanpa fermentasi.

©2017 Widyariset. All rights reserved

PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara agraris memiliki limbah agroindustri yang melimpah. Secara umum, limbah agroindustri berpotensi digunakan sebagai bahan baku pakan ternak (Supriyati et al., 2014). Onggok dan dedak merupakan limbah agroindustri, hasil samping pembuatan tepung tapioka dan penggilingan padi. Pemanfaatan kedua bahan tersebut untuk bahan baku pakan belum optimal karena keterbatasan kandungan nutrien yang terdapat di dalamnya. Kadar protein yang rendah dan tingginya kadar serat kasar menyebabkan bahan tersebut sulit dicerna bagi ternak sehingga diperlukan adanya upaya peningkatan kualitas nutrien dari onggok dan dedak.

Penelitian terdahulu mengenai peningkatan nutrien limbah agroindustri dilakukan dengan fermentasi. *Trichoderma pseudokoningii* dilaporkan mampu meningkatkan kadar protein kasar limbah ubi kayu dari 7,4% menjadi 12,5% selama inkubasi 12 hari pada suhu 24 °C (Bayitse

et al., 2015). Selain itu, dilaporkan pula bahwa pada hasil fermentasi limbah tapioka dan limbah tahu dengan rasio 60%:40% oleh *Neurospora crassa* mampu meningkatkan kadar protein kasar sebesar 20,44% dan lemak kasar 2,75% dengan inkubasi lima hari (Nuraini et al., 2009). Akan tetapi, metode fermentasi limbah agroindustri menggunakan fungi memiliki kelemahan, yaitu lambatnya pertumbuhan dan besarnya kemungkinan kontaminasi. Dalam hal ini, diperlukan metode fermentasi menggunakan bakteri karena pertumbuhan bakteri lebih cepat dibanding fungsi.

Azospirillum sp. merupakan rhizobakteria yang mampu menambat N₂ bebas dari udara sebanyak 12 kali lipat lebih dominan dibandingkan bakteri penambat N₂ lainnya (Samekto, 2008). *Azospirillum* sp. dapat diisolasi dari tanaman gandum, strawberry, padi, dan jagung (Rasool et al. 2015; Guerrero Molina et al., 2012; Arruda et al. 2013). *Azospirillum* sp. JG3 mampu tumbuh pada media campuran onggok dan dedak dengan rasio 2:3 (b/b) pada suhu 30

°C sampai lama inkubasi delapan minggu. Pertumbuhan paling baik pada kondisi pH awal netral (Oedijono, Ryandini, and Hendrati 2009).

Kemampuan bakteri untuk tumbuh dan aktivitas enzimatiknya pada substrat fermentasi berupa limbah agroindustri, dapat meningkatkan kandungan nutrien dari limbah tersebut (Oboh, 2006). Akan tetapi, selama ini kemampuan *Azospirillum* sp. JG3 dalam meningkatkan kandungan nutrien onggok dan dedak selama fermentasi belum diketahui. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kemampuan *Azospirillum* sp. JG3 dalam meningkatkan kandungan nutrien onggok dan dedak, serta waktu inkubasi yang diperlukan untuk menghasilkan kandungan nutrien tertinggi.

METODE

Alat, Bahan, dan Lokasi Penelitian

Azospirillum sp. JG3 diperoleh dari koleksi stok Kultur Murni Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto. Bakteri tersebut disimpan pada suhu 4 °C dalam media gliserol. *Azospirillum* sp. JG3 kemudian disub-kultur pada media *Nutrient Agar* miring (Oxoid, England) dilanjutkan dengan preparasi inokulum menggunakan *Peptone Yeast Extract Broth* (PYE Broth) (Merck, Germany). Onggok dan dedak diperoleh dari limbah pabrik tapioka dan penggilingan padi di daerah Lamuk, kabupaten Purbalingga, Jawa Tengah. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Biologi serta Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto selama bulan Oktober s.d. November 2009.

Preparasi Media Fermentasi

Onggok dan dedak diayak dan dikeringkan dalam oven (Memmert, Germany) pada suhu 80 °C selama 48 jam. Sebanyak 30 gram media campuran onggok dan dedak dengan rasio 2:3 (b/b) kemudian ditambahkan 200 ml akuades pada erlenmeyer 250 ml. Setelah itu, pH disesuaikan sebesar 7,0 dan disterilisasi dalam autoklaf dengan suhu 121 °C dan tekanan 2 atm selama 15 menit.

Fermentasi Onggok dan Dedak oleh *Azospirillum* sp. JG3

Azospirillum sp. JG3 sebanyak 5% (v/v) dengan kepadatan 10^8 sel/ml diinokulasi pada media fermentasi. Inkubasi dilakukan pada suhu 30 °C dalam *shaker incubator* dengan kecepatan pengadukan 30 rpm (Oedijono, Ryandini, and Hendrati 2009).

Penelitian disusun berdasarkan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan yang dicobakan, yaitu fermentasi onggok dan dedak oleh *Azospirillum* sp. JG3 dengan waktu inkubasi nol hari (T0), tiga hari (T2), empat hari (T3), lima hari (T4), enam hari (T5), dan tujuh hari (T6). Masing-masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali sehingga diperoleh 18 unit percobaan. Parameter yang diamati, yaitu kadar protein kasar, serat kasar, lemak kasar, total mikrob *Azospirillum* sp. JG3, dan pH akhir media.

Penghitungan Total *Azospirillum* sp. JG3 dan Pengukuran pH Media

Setelah masa inkubasi berakhir pada masing-masing sampel (T0-T6), dilakukan pengukuran pH media menggunakan pH meter (Russel RL060P, Thermo Electron Corporation, USA). pH meter disterilisasi secara kimia terlebih dahulu untuk mencegah kemungkinan kontaminasi.

Sebanyak satu gram sampel onggok dan dedak terfermentasi (T0-T6) masing-masing diencerkan dalam 9 ml aquades steril, dihomogenkan, dan dilakukan pengenceran kembali hingga lima seri pengenceran. Sebanyak 0,1 ml dari seri pengenceran terakhir ditanam duplo pada media *Caceres Agar* (Oxoid, England) dengan metode *spread plate*, diinkubasi 2x24 jam. Setelah itu, dilakukan penghitungan jumlah koloni *Azospirillum* sp. JG3 menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC) (Lay 1994).

Penetapan Kandungan Nutrien

Penetapan kandungan nutrien onggok dan dedak yang difermentasi *Azospirillum* sp. JG3 dilakukan dengan metode analisis proksimat. Kadar protein kasar dianalisis dengan metode micro-Kjeldahl, kadar serat kasar dengan metode ekstraksi larutan asam dan alkali, sedangkan kadar lemak kasar dengan metode sokhlet (AOAC 1990).

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan program SPSS 17.0. dengan analisis Sidik Ragam (Uji F) dengan tingkat kepercayaan 95% dan 99%. Data yang berbeda nyata kemudian dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) sehingga diketahui perbedaan antar-perlakuan (Steel and Torrie 1991).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Onggok mengandung karbohidrat sebesar 72,49 – 85,99%, protein 1,57%, lemak 0,26%, dan serat kasar 20% (Asngad 2005; Pangan 2003). Dedak mengandung karbohidrat sebesar 34,1 – 52,3%, protein (11 – 13,6%), lemak (20%), dan serat kasar (11,5 – 12%) (Oliveira et al. 2011). Kandungan nutrien awal onggok dan dedak digunakan

dalam penelitian ini, yaitu protein 6,93%, lemak 12,44%, dan karbohidrat berupa serat kasar 22,58%.

Nutrien yang terdapat dalam onggok dan dedak tersebut merupakan sumber energi bagi metabolisme dan pertumbuhan *Azospirillum* sp. JG3. Kemampuan tumbuh *Azospirillum* sp. JG3 dalam media campuran onggok dan dedak dikarenakan *Azospirillum* sp. JG3 menghasilkan enzim ekstraseluler untuk merombak senyawa tersebut selama fermentasi. Enzim yang dihasilkan meliputi amilase, lipase, protease, dan selulase dengan aktivitas berbeda-beda (Radif and Hassan 2014).

Pertumbuhan *Azospirillum* sp. JG3 pada media onggok dan dedak menunjukkan bahwa fase pertumbuhan awal bakteri terjadi mulai pada hari ke-3 inkubasi, kemudian mengalami fase logaritmik hingga hari ke-5 inkubasi (Tabel 1).

Tabel 1. Pertumbuhan *Azospirillum* sp. JG3 dan perubahan pH media selama fermentasi

Waktu Inkubasi	Jumlah Mikrob (log cfu/ml)	pH akhir media
T0 (0 hari)	6,22 ± 0,44 ^a	6,69 ± 0,12 ^a
T1 (3 hari)	6,48 ± 0,12 ^{ab}	6,05 ± 0,27 ^{ab}
T2 (4 hari)	7,15 ± 0,18 ^b	5,52 ± 0,14 ^b
T3 (5 hari)	8,70 ± 0,09 ^c	6,95±0,01 ^c
T4 (6 hari)	6,41 ± 0,29 ^a	5,22 ± 0,07 ^a
T5 (7 hari)	6,63 ± 0,21 ^a	5,26 ± 0,01 ^a

*huruf yang berada di belakang angka pada kolom yang sama menunjukkan beda nyata pada taraf 0,01% ($p<0,01$).

Pertumbuhan maksimum *Azospirillum* sp. JG3 diperoleh pada inkubasi lima hari dengan jumlah sel sebesar $8,70 \pm 0,09$ (log cfu/ml). Protein merupakan bagian integral sel bakteri. Kandungan protein bakteri sebesar 50 – 65% dari berat kering biomassa sel, lebih tinggi dibandingkan

kapang (30 – 45%) dan khamir (50 – 55%) (Nasseri et al. 2011).

Waktu inkubasi berpengaruh sangat nyata ($P<0,01$) terhadap kadar protein kasar, serat kasar, dan lemak kasar dari onggok dan dedak yang difermentasi *Azospirillum* sp. JG3. Kadar protein kasar yang terhitung dalam analisis proksimat dipengaruhi oleh pertumbuhan dan proliferasi mikroorganisme yang diinokulasi pada kultur fermentasi (Ubalua, Ezeronye, and State 2008). Selain itu, kadar protein kasar yang teranalisis dipengaruhi juga oleh jumlah nitrogen yang difiksasi oleh *Azospirillum* sp. (Pepe et al., 2013), penggabungan Nitrogen bebas dari sel mikrob, adanya enzim ekstraseluler yang dikeluarkan oleh mikrob serta keberadaan mineral yang ikut teranalisis (Asngad 2005).

Sepanjang fase logaritmik jumlah sel, protein, dan massa kering meningkat dengan kecepatan sama sehingga ukuran dan kandungan protein sel tetap konstan. Hal tersebut mengakibatkan kadar protein pada waktu inkubasi tiga hari secara statistik nilainya sama dengan kadar protein hari ke-4 dan 5, meskipun secara numerik terlihat ada penurunan. Inkubasi 3-5 hari menghasilkan kadar protein kasar tertinggi pada onggok dan dedak yang difermentasi *Azospirillum* sp. JG3. Kadar protein kasar onggok dan dedak yang difermentasi *Azospirillum* sp. JG3 pada waktu inkubasi lima hari mencapai 29,15% lebih tinggi dibandingkan sebelum fermentasi (Tabel 2).

Kadar protein kasar pada inkubasi hari ke-6 cenderung lebih rendah dibandingkan pada waktu inkubasi 3 – 5 hari diiringi dengan menurunnya jumlah sel *Azospirillum* sp. JG3. Keadaan tersebut terjadi karena kondisi pH media yang kurang mendukung. Nilai pH pada waktu inkubasi

enam hari sebesar 5,22 (Tabel 1) dan memicu lisinya sel-sel mikrob sehingga nilai rata-rata kadar protein kasar yang teranalisis pada waktu inkubasi enam hari cenderung lebih rendah.

Selain protein kasar, selama fermentasi juga terjadi perubahan kadar serat kasar. *Azospirillum* sp. JG3 mampu menurunkan kadar serat kasar hingga 36,63% pada waktu inkubasi lima hari (Tabel 2). Jumlah ini tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Saat jumlah sel *Azospirillum* sp. JG3 mencapai puncak tertinggi, hidrolisis selulosa terjadi secara maksimum menjadi senyawa sederhana berupa glukosa. Hasil pemecahan tersebut kemudian digunakan untuk pertumbuhan sel. Hal ini menyebabkan rendahnya kadar serat kasar yang terukur pada waktu inkubasi lima hari.

Sesuai dengan pernyataan Oladunmoye (2006), bahwa penurunan kadar serat kasar disebabkan kemampuan mikrob fermentasi untuk menghidrolisis serat kasar untuk menyintesis biomassa sel melalui aktivitas enzimnya. Selanjutnya Martina, Yuli, and Sutisna (2002) melaporkan bahwa semakin tinggi jumlah sel mikrob selama fermentasi, maka aktivitas selulase semakin meningkat.

Penurunan kadar serat kasar disebabkan kemampuan mikrob fermentasi untuk menghidrolisis serat kasar untuk mensintesis biomassa sel melalui aktivitas enzimnya (Oladunmoye 2006). Semakin tinggi jumlah sel selama fermentasi, maka aktivitas selulase semakin meningkat (Martina, Yuli, and Sutisna (2002). Sesuai Oedjijono, Ryandini, and Hendrati (2009), aktivitas selulotik isolat *Azospirillum* sp. JG3 meningkat sejalan dengan tingginya jumlah mikroba. Aktivitas tertinggi sekitar 0,18 unit/100ml saat jumlah mikroba $8,32 \times 10^9$ cfu/ml.

Tabel 2. Perubahan kandungan nutrien onggok dan dedak yang difermentasi oleh *Azospirillum* sp. JG3

Waktu Inkubasi	Kandungan Nutrien pada Fermentasi (%)		
	Protein Kasar*	Serat Kasar*	Lemak Kasar*
T0 (0 hari)	6,93 ± 0,06 ^a	22,58 ± 0,18 ^{b,c}	12,44 ± 0,10 ^{a,b}
T1 (3 hari)	9,55 ± 0,76 ^b	26,83 ± 2,11 ^c	15,2 ± 1,20 ^b
T2 (4 hari)	8,77 ± 0,25 ^b	20,44 ± 0,59 ^b	16,27 ± 0,47 ^b
T3 (5 hari)	8,95 ± 0,44 ^b	14,31 ± 0,70 ^a	15,53 ± 0,75 ^b
T4 (6 hari)	7,62 ± 0,12 ^{a,b}	22,34 ± 0,34 ^{b,c}	11,71 ± 0,18 ^a
T5 (7 hari)	7,06 ± 0,25 ^a	24,93 ± 0,89 ^c	14,13 ± 0,50 ^b

*huruf yang berbeda di belakang angka pada kolom yang sama menunjukkan beda nyata pada taraf 0,01% ($p<0,01$)

Selama fermentasi, terjadi peningkatan kadar serat kasar pada awal dan akhir masa inkubasi, yaitu pada waktu inkubasi tiga dan tujuh hari. Pembentukan polisakarida asal mikrob (*microbial polysaccharide*) oleh *Azospirillum* sp. berperan terhadap adanya peningkatan kadar serat kasar yang teranalisis. Mikroba polisakarida merupakan polimer karbohidrat dengan berat molekul yang tinggi (Martina, Yuli, and Sutisna 2002). *Azospirillum* sp. mampu membentuk dua jenis polisakarida ekstraseluler berupa polisakarida kapsular dan eksopolisakarida. Polisakarida kapsular merupakan komponen polisakarida ekstrasel yang menempel pada dinding sel sementara eksopolisakarida tidak demikian (Skvortsov and Ignatov 1998).

Peningkatan kadar serat kasar juga dipengaruhi oleh fluktuasi kadar air pada substrat selama fermentasi. Pada penelitian yang dilakukan oleh Ginting and Krisnan (2006) lama inkubasi yang semakin panjang pada substrat bungkil inti sawit yang difermentasi oleh beberapa jenis strain *Trichoderma* menyebabkan kadar serat kasar meningkat dibandingkan waktu inkubasi nol hari karena adanya perbedaan kadar air. Perubahan kadar air tersebut menyebabkan adanya kenaikan maupun penurunan kadar berat kering bahan yang

akan memengaruhi penghitungan kadar serat kasar dalam analisis proksimat. Pada akhir waktu inkubasi, kadar serat kasar hasil fermentasi onggok dan dedak oleh *Azospirillum* sp. JG3 juga meningkat dibandingkan waktu inkubasi nol hari (Tabel 2.)

Kadar nutrien selanjutnya yang diukur dalam penelitian ini, yaitu lemak kasar. Kadar lemak kasar cenderung mengalami peningkatan sekitar 13,59 – 30,79% hingga waktu inkubasi lima hari (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa kandungan lemak yang terdapat pada media fermentasi onggok dan dedak belum maksimal digunakan *Azospirillum* sp. JG3 untuk pertumbuhannya.

Lemak merupakan energi cadangan kedua setelah karbohidrat. Lemak dipecah oleh lipase setelah mikrob melampaui fase pertumbuhan eksponensial, atau saat masuki fase pertumbuhan stasioner (Jaeger, Dijkstra, and Reetz 1999). Peningkatan kadar lemak kasar hingga inkubasi hari ke-5 sejalan dengan meningkatnya jumlah sel *Azospirillum* sp. JG3. Dalam hal ini, komposisi kimiawi dinding sel *Azospirillum* sp. JG3 berperan dalam meningkatkan kandungan lemak kasar pada media fermentasi hingga inkubasi lima hari. *Azospirillum* sp. JG3 merupakan Gram negatif. Komposisi kimiawi dinding sel

bakteri Gram negatif mengandung lemak dalam persentase lebih tinggi dibandingkan Gram positif. Lemak pada bakteri Gram negatif memiliki 40 – 60% cabang asam lemak. Komposisinya mencapai 11,7 mg dan berfluktuasi sesuai fase pertumbuhan bakteri (Palusinska Szysz et al. 2016).

Peningkatan kadar lemak kasar juga dapat terjadi karena adanya vitamin-vitamin yang larut dalam lemak maupun asam organik yang dihasilkan *Azospirillum* sp. JG3 selama fermentasi. Sesuai AOAC (1990), bahwa kadar lemak kasar meliputi bahan-bahan yang terlarut dalam pelarut lemak termasuk lemak, pigmen, asam organik, dan vitamin ADEK.

Penurunan kadar lemak kasar pada media onggok dan dedak yang difermentasi *Azospirillum* sp. JG3 sebesar 5,87% terjadi pada waktu inkubasi enam hari. Hal ini mengindikasikan bahwa kandungan lemak pada media tersebut digunakan *Azospirillum* sp. JG3 untuk pertumbuhannya. Lemak dipecah oleh lipase menjadi asam lemak dan gliserol. Aktivitas lipase pada *Azospirillum* sp. JG3 tertinggi pada fase logaritmik dan masih dapat terdeteksi hingga fase stasioner (Lestari, Handayani, and Oedjijono 2009). Aktivitas tersebut menyebabkan terjadinya akumulasi asam lemak pada media onggok dan dedak sehingga pertumbuhan *Azospirillum* sp. JG3 terhambat. Hal ini menyebabkan jumlah sel *Azospirillum* sp. JG3 pada waktu inkubasi enam hari mengalami penurunan dibandingkan waktu inkubasi sebelumnya.

Hasil fermentasi onggok dan dedak oleh *Azospirillum* sp. JG3 mengandung senyawa sederhana dari proses perombakan senyawa kompleks oleh enzim ekstraseluler. Hal ini diperlukan bagi hewan ternak untuk pertumbuhan dan perkembangan. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI), kebutuhan ideal protein kasar yang diperlukan oleh ayam ras petelur dan ayam ras pedaging pada masa

awal pertumbuhan (starter), yaitu sebesar 18 – 19%. Kadar serat kasar yang dibutuhkan untuk starter ayam ras pedaging adalah 6 % dan 6,5% untuk starter ayam ras petelur. Sementara kadar lemak kasar yang diperlukan, yaitu 7,4% untuk starter ayam ras pedaging, dan 7% untuk starter ayam ras petelur (SNI 2006b; SNI 2006a).

Hasil fermentasi onggok dan dedak oleh *Azospirillum* sp. JG3 menunjukkan kandungan nutrien yang dapat mencukupi lebih dari setengah kebutuhan pakan ideal bagi ayam ras petelur dan ayam pedaging. Hal ini mengindikasikan bahwa hasil fermentasi dapat dijadikan sebagai bahan baku pakan. Akan tetapi, dalam penggunaannya perlu dilakukan fortifikasi dengan bahan lainnya untuk memenuhi kebutuhan pakan ternak secara keseluruhan. Fermentasi onggok dan dedak oleh *Azospirillum* sp. JG3 juga mengandung senyawa sederhana hasil perombakan senyawa kompleks oleh bakteri tersebut sehingga akan lebih mudah dicerna bagi ternak.

KESIMPULAN

Azospirillum sp. JG3 mampu meningkatkan kandungan nutrien pada media onggok dan dedak. Selama lima hari fermentasi, protein kasar meningkat sebesar 29,15%, lemak kasar 24,83% dan serat kasar mengalami penurunan sebesar 36,63% dibandingkan tanpa fermentasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada drh. Rita Marleta Dewi, M.Kes. (Puslitbang BTDK Balitbangkes) dan Achmad Dinoto, Ph.D (LIPI) untuk penelaahan kritis artikel ini.

DAFTAR ACUAN

- AOAC. 1990. *Official Method of Analysis*. 15th ed. Washington DC: Association of the Official Analytical Chemist.
- Arruda, Letícia, Anelise Beneduzi, Adriana Martins, Bruno Lisboa, Cristiane Lopes, Fernanda Bertolo, Luciane Maria P. Passaglia, and Luciano K. Vargas. 2013. "Screening of Rhizobacteria Isolated from Maize (*Zea Mays L.*) in Rio Grande Do Sul State (South Brazil) and Analysis of Their Potential to Improve Plant Growth." *Applied Soil Ecology* 63 (January): 15–22. doi:10.1016/j.apsoil.2012.09.001.
- Asngad, Aminah. 2005. "Perubahan Kadar Protein pada Fermentasi Jerami Padi dengan Penambahan Onggok untuk Makanan Ternak." *Jurnal Penelitian Sains & Teknologi* 6 (1): 65–74.
- Bayitse, Richard, Xiaoru Hou, Gabriel Laryea, and Anne-Belinda Bjerre. 2015. "Protein Enrichment of Cassava Residue using *Trichoderma pseudokoningii* (ATCC 26801)." *AMB Express* 5 (1): 80. doi:10.1186/s13568-015-0166-8.
- Ginting, Simon P, and Rantan Krisnan. 2006. "Pengaruh Fermentasi Menggunakan Beberapa Strain *Trichoderma* dan Masa Inkubasi Berbeda terhadap Komposisi Kimia Bungkil Inti Sawit," 939–44.
- Guerrero-Molina, María F., Beatriz C. Winik, and Raúl O. Pedraza. 2012. "More than Rhizosphere Colonization of Strawberry Plants by *Azospirillum brasiliense*." *Applied Soil Ecology* 61 (October): 205–12. doi:10.1016/j.apsoil.2011.10.011.
- Jaeger, K.E., B. W. Dijkstra, and M. T. Reetz. 1999. "Bacterial Biocatalysts: Molecular Biology, Three-Dimensional Structures, and Biotechnological Applications of Lipases." *Annual Review of Microbiology* 53 (1): 315–51. doi:10.1146/annurev.micro.53.1.315.
- Lay, BW. 1994. *Analisis Mikrobiologi di Laboratorium*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Lestari, Puji, Santi Nur Handayani, and Oedjijono. 2009. "Sifat-Sifat Biokimia-wi Ekstrak Kasar Lipase Ekstraseluler dari Bakteri *Azospirillum* sp. JG3." *Molekul* 4 (2) (November): 73–82.
- Martina, A., N. Yuli, and M. Sutisna. 2002. "Optimasi Beberapa Faktor Fisik terhadap Laju Degradasi Selulosa Kayu Albasia (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen dan Karboksimetil Selulase (CMC) Secara Enzimatik oleh Jamur." *Jurnal Natur Indonesia* 4 (2): 156–63.
- Nasseri, A. T., S. Rasoul Amini, M. H. Morowvat, and Y. Ghasemi. 2011. "Single Cell Protein: Production and Process." *American Journal of Food Technology* 6 (2): 103–16. doi:10.3923/ajft.2011.103.116.
- Nuraini, S A Latif, and Sabrina. 2009. "Improving the Quality of Tapioka by Product Through Fermentation by *Neurospora Crassa* to Produce Carotene Rich Feed." *Pakistan Journal of Nutrition* 8 (4): 487–90.
- Oboh, Ganiyu. 2006. "Comparative Analysis of the Chemical Nutrient Composition of Selected Local and Newly Introduced Rice Varieties Grown in Ebonyi State of Nigeria." *Electronic Journal of Biotechnology* 9 (1): 46–49. doi:10.5923/j.ijaf.20120202.04.
- Oedjijono, D.Ryandini, and PM Hendrati. 2009. "Aktivitas Enzimatis Azospirillum pada Substrat Onggok dan Dedak." In *Prosiding Bioteknologi Seminar Nasional Biologi XX dan Kongres Perhimpunan Biologi Indonesia XIV*, 92–98.
- Oedjijono, D. Ryandini, and P.M Hendrati. 2009. "Aktivitas Enzimatis Azospirillum pada Substrat Onggok dan Dedak." In *Seminar Nasional Biologi XX dan Kongres PBI XIV UIN Malik Malang 24-25 Juli 2009*, 92–98. Malang: UIN Malik Malang.
- Oladunmoye, M.K. 2006. "Effect of Natural and Controlled Fermentation Using

- Saccharomyces Cerevisiae as Starter Culture to Enhance The Nutritional Qualities of Locust Beans (Parkia Biglobosa, Robert Bam)." *Journal of Food Technology* 4 (4): 354–56.
- Oliveira, Melissa dos Santos, Vivian Federn, Larine Kupski, Eliane Pereira Cipolatti, Eliana Badiale Furlong, and Leonor Almeida de Souza-Soares. 2011. "Changes in Lipid,Fatty Acids and Phospholipids Composition of Whole Rice Bran After Solid State Fungal Fermentation." *Bioresource Technology* 102 (17): 8335–38. doi:10.1016/j.biortech.2011.06.025.
- Palusinska Szysz, Marta, Agnieszka Zdybicka Barabas, Emilia Reszczyńska, Rafał Luchowski, Magdalena Kania, Nicolas Gisch, Franziska Waldow, et al. 2016. "The Lipid Composition of Legionella Dumoffii Membrane Modulates The Interaction With Galleria Mellonella Apolipoporphin III." *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular and Cell Biology of Lipids* 1861 (7): 617–29. doi:10.1016/j.bbalip.2016.04.011.
- Pangan, Direktorat Pengolahan dan Pemasaran Hasil Tanaman. 2003. *Pedoman Pengolahan Ubi Kayu*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian.
- Pepe, Olimpia, Valeria Ventorino, and Giuseppe Blaiotta. 2013. "Dynamic of Functional Microbial Groups During Mesophilic Composting of Agro Industrial Wastes and Free-Living (N₂)-Fixing Bacteria Application." *Waste Management* 33 (7): 1616–25. doi:10.1016/j.wasman.2013.03.025.
- Radif, Hala M, and Shatha S Hassan. 2014. "Detection of Hydrolytic Enzymes Produced by Azospirillum Brasiliense Isolated from Root Soil." *World Journal of Experimental Biosciences* 2 (2): 36–40.
- Rasool, L., M. Asghar, A. Jamil, and S. U. Rehman. 2015. "Identification of Azospirillum Species from Wheat Rhizosphere." *Journal of Animal and Plant Sciences* 25 (4): 1081–86.
- Samekto, Rio. 2008. "Biotehnologi dan Keharuan Tanaman (Mikroorganisme, Nitrogen dan Fosfor)." *INNOFARM : Jurnal Inovasi Pertanian*. 7(1): 66–85.
- Skvortsov, Igor M, and Vladimir V Ignatov. 1998. "Extracellular Polysaccharides and Polysaccharide-Containing Biopolymers from Azospirillum Species : Properties and The Possible Role in Interaction With Plant Roots." *FEMS Microbiology Letters* 165: 223–29.
- SNI. 2006a. "SNI 01-3927-2006 : Pakan Anak Ayam Ras Petelur (Layer Starter)." Badan Standardisasi Nasional.
- _____. 2006b. "SNI 01-3930-2006 : Pakan Anak Ayam Ras Pedaging (Broiler Starter)." Badan Standardisasi Nasional.
- Steel, RGD, and JH Torrie. 1991. *Principles and Procedures of Statistic*. Edited by Terjemahan B.Sumantri 1993. 2nded. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Supriyati, T. Haryati, T. Susanti, and I. W. R. Susana. 2014. "Nutritional Value of Rice Bran Fermented by Bacillus Amyloliquefaciens and Humic Substances and Its Utilization as a Feed Ingredient for Broiler Chickens." *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 28 (2): 231–38. doi:10.5713/ajas.14.0039.
- Ubalua, A O, O U Ezeronye, and Abia State. 2008. "Growth Responses and Nutritional Evaluation of Cassava Peel Based Diet on Tilapia (Oreochromis Niloticus) Fish Fingerlings." *Journal Of Food Technology* 6 (5): 207–13.

