

NILAI NUTRISI DEDAK PADI YANG DIFERMENTASI DENGAN *Rhizopus oligosporus*

(*Nutrients quality of rice bran fermented with Rhizopus oligosporus*)

Maritje A. Hilakore*, Mariana Nenobais, Twenfosel Oc. Dami Dato)

Program Studi Peternakan, Fakultas Peternakan, Kelautan, dan Perikanan, Universitas Nusa Cendana
Jln. Adisucipto, Penfui, Kupang, Nusa Tenggara Timur, Indonesia 850001

*Correspondent author, email: maritjealeonor@staf.undana.ac.id

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk meminimalisir kadar asam pitat dan meningkatkan kandungan protein dari dedak padi melalui proses fermentasi menggunakan *Rhizopus oligosporus* secara in vitro. Kultur yang digunakan merupakan kultur murni dan diawali oleh peremajaan kultur pada agar miring. Metode yang digunakan adalah eksperimental dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) pola faktorial 3 x 3 dengan tiga faktor yakni faktor pertama adalah level inokulum *R. oligosporus* 1, 2, dan 3% (b/b) dan faktor kedua adalah lama inkubasi: 24, 48, dan 72 jam sehingga terbentuk sembilan kombinasi perlakuan. Kombinasi tersebut adalah L1T1; L1T2; L1T3; L2T1; L2T2; L2T3; L3T1; L3T2 dan L3T3. Perlakuan diulang tiga kali untuk membentuk 27 unit percobaan. Parameter yang diukur adalah kandungan protein kasar, protein terlarut, dan asam pitat pada dedak padi fermentasi. Data dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji Duncan untuk membandingkan antar perlakuan. Hasil pengukuran menyimpulkan bahwa level inokulum *R. oligosporus* 2% dan lama inkubasi 72 jam (L2T3) memengaruhi peningkatan kandungan protein kasar (10,88 menjadi 14,27%), protein terlarut (dari 6,14 menjadi 9,07%), serta menurunkan kadar asam pitat (5,48 menjadi 2,27%).

Kata-kata kunci: *Rhizopus oligosporus*, kapang, fermentasi

ABSTRACT

The experiment was conducted to improve the nutrients quality of rice bran fermented with *Rhizopus oligosporus*. The culture used was pure culture and was initiated by rejuvenation of the culture on slanted agar. The method used was experimental using a completely randomized design (CRD) with a 3 x 3 factorial pattern with three factors, namely the first factor was the inoculum level of *R. oligosporus* 1, 2, and 3% (w/w) and the second factor was incubation time: 24, 48, and 72 hours to form nine treatment combinations. The combination is L1T1; L1T2; L1T3; L2T1; L2T2; L2T3; L3T1; L3T2 and L3T3. The treatment was repeated three times to form 27 experimental units. Parameters measured were crude protein content, soluble protein, and phytic acid in fermented rice bran. Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) and continued with Duncan's test to compare between treatments. The measurement results concluded that the *R. oligosporus* inoculum level of 2% and incubation time of 72 hours (L2T3) affected the increase in crude protein content (10.88 to 14.27%), soluble protein (from 6.14 to 9.07%), and decrease phytic acid (5.48 to 2.27%).

Keywords: *Rhizopus oligosporus*, fungi, fermentation

PENDAHULUAN

Dedak padi merupakan salah satu dari limbah hasil pertanian yang ketersediaannya cukup banyak, mudah untuk didapatkan dan murah harganya. Faria *et al.* (2012) melaporkan bahwa dedak padi mengandung air 5,14-8,41%, abu 6,98-8,52%, lemak 17,87-20,05, protein 16,61-19,38%, serat kasar 20,45-25,38%, karbohidrat tersedia 28,21-33,76%. Namun,

dedak padi mempunyai beberapa kelemahan antara lain serat kasar dan asam fitat yang tinggi. Sumiati (2005) menyatakan, dedak padi mengandung asam fitat sekitar 6,9%. Asam fitat dapat mengikat mineral seperti kalsium, fosfor, magnesium, seng, dan tembaga sehingga berpotensi mengganggu penyerapan mineral. Selain itu asam fitat juga bisa berikatan

dengan protein sehingga bisa menurunkan nilai daya cerna protein.

Istilah fitat mengacu untuk molekul asam fitat, yang umumnya berperan sebagai chelate untuk phosphor (P), kalsium (Ca), Magnesium (Mg), Natrium (Na), Kalium (K), besi (Fe), seng (Zn) serta dalam beberapa kasus protein dan karbohidrat (Selle *et al.*, 2000). Akibat kompleks yang terbentuk, maka ketersediaan zat makanan diatas akan berkurang, khusus bagi ternak non ruminansia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa asam fitat mampu menekan pemanfaatan protein dan atau asam amino, dengan membentuk kompleks fitat-protein sehingga menyebabkan perubahan pada struktur protein. Perubahan struktur tersebut akan mengakibatkan penurunan kelarutan protein, aktivitas enzim dan pencernaan protein (Urbano *et al.*, 2000; Greiner and Konietzny, 2011).

Kandungan asam fitat dalam bahan pakan dapat diturunkan atau bahkan dihilangkan melalui berbagai macam metode pengolahan. Fermentasi merupakan proses pemecahan senyawa organik menjadi senyawa sederhana yang melibatkan mikroorganisme. Fermentasi dapat memperbaiki gizi bahan berkualitas rendah, meningkatkan protein, menurunkan serat kasar (Istiqomah *et al.*, 2010), menurunkan anti-nutrisi dan meningkatkan pencernaan protein (Olanipekun *et al.*, 2015).

Fermentasi dedak padi dengan kapang penghasil fitase dapat dilakukan sebagai salah satu usaha untuk menurunkan kadar asam fitat dedak padi. Fermentasi merupakan proses yang relatif murah yang telah lama dilakukan. Proses fermentasi dengan cara dan dosis yang sesuai mampu menghasilkan produk protein, menurunkan kadar lemak, dan membentuk (menyederhanakan) karbohidrat kompleks. Winarno *et al.*, (1980) menyatakan bahwa nilai

gizi bahan pakan yang difermentasi lebih tinggi daripada bahan asalnya.

Penggunaan kapang sebagai inokulum fermentasi sudah banyak dilakukan karena penanganannya yang relatif mudah serta pertumbuhannya cepat, pertumbuhannya pun mudah dilihat karena penampakannya yang berserabut seperti kapas berwarna putih (Fardiaz, 1989). *Rhizopus oligosporus* merupakan kapang yang banyak digunakan dalam pembuatan tempe, banyak terdapat di alam karena hidupnya bersifat saprofit. Aunstrup (1979) menyatakan bahwa, kapang *Rhizopus oligosporus* dikenal sebagai kapang yang mampu memproduksi enzim lipase untuk merombak lemak media. Berkurangnya kadar lemak merupakan keuntungan, karena menghambat ketengikan sebagaimana umum terjadi pada bahan dengan kadar lemak tinggi.

Hasil penelitian yang dilakukan Hilakore *et al.*, (2021) menunjukkan bahwa fermentasi dedak padi dengan *Saccharomyces cerevisiae* dosis 2% (b/b) dan lama inkubasi 72 jam, meningkatkan protein kasar 75% (dari 10,88 menjadi 14,36%), protein terlarut 62% (6,14 vs 9,82%) dan menurunkan kandungan asam fitat 54%. (5,48 vs 2,98). Stodolak dan Starzynska-Janiszewska (2008) melaporkan bahwa fermentasi dengan ragi tempe mampu menurunkan asam fitat sebanyak 22% dan meningkatkan ketersediaan protein sebesar 25%. Fitriyani *et al.* (2019) melaporkan bahwa tempe dedak mempunyai asam fitat yang lebih rendah dari pada dedak sebesar 35,3%.

Artikel ini melaporkan perubahan-perubahan nilai nutrisi yang terjadi pada dedak padi sebagai akibat fermentasi oleh kapang *R. oligosporus* melalui variabel ukur yakni kadar protein kasar dan protein terlarut, asam fitat dan lemak kasar dedak fermentasi.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukankan di Laboratorium Kimia Pakan Fakultas Peternakan Undana Kupang. Materi yang digunakan kultur murni *R. oligosporus* diperoleh dari PAU Pangan dan Gizi UGM Yogyakarta, dedak padi yang dibeli dari penggilingan padi di Kota Kupang, serta materi dan alat pendukung lainnya.

Pembuatan Bubuk

Proses peremajaan kultur murni pada agar miring (PDA), diinkubasi pada suhu kamar

selama tiga hari. Setelah tiga hari kultur murni dalam agar miring dipanen dengan cara menambahkan aquades steril sebanyak 9 ml ke dalam tabung agar miring. Menggunakan ose untuk mengambil mikroba yang menempel pada agar miring, selanjutnya disebut cairan inokulan. Sebanyak 500 g tepung beras ditambahkan aquades steril agar kadar air tepung beras menjadi 70%. Tepung beras dimasukan kedalam autoclave, disteril pada suhu 120oC dan tekanan 1 Atm selama 15 menit. Tepung beras

didinginkan selanjutnya dicampur dengan cairan inokulan hingga homogen Di inkubasi pada suhu kamar selama tiga hari. Dikeringkan dalam oven suhu 35oC (Hilakore *et al.*, 2008). Siap digunakan sebagai bubuk inokulum penelitian

Metode Penelitian

Metode penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap pola faktorial dengan level kultur R. oligosporus: 1, 2, dan 3% (b/b) sebagai faktor pertama dan lama inkubasi (24, 48, dan 72 jam) sebagai faktor kedua dengan 3 kali ulangan. Kandungan nutrisi sampel (protein dan lemak kasar) dianalisis sesuai prosedur Proximat dan dikerjakan di Laboratorium Kimia Pakan Fakultas Peternakan Kelautan dan Perikanan Universitas Nusa Cendana Kupang, menggunakan metode Kjeldahl (AOAC, 2005), sedangkan kadar protein terlarut sesuai prosedur Apriantono *et al.*, (1989) dan asam fitat dengan prosedur Davies dan Nightingale (1975), dilakukan di Lab Layanan Kimia BPT Ciawi, Bogor.

Uji Kadar Asam Fitat

. Prosedur Uji kadar asam fitat (Davies and Reid, 1979). Bubuk Kacang berukuran 80 mesh diambil 1 gr dan diekstrak dengan HNO₃ 0,5 M 50 ml. Suspensi diaduk menggunakan magnetic stirrer selama 2 jam pada suhu kamar. Setelah waktu tercapai, ekstrak disaring dan filtrat dapat digunakan untuk analisis asam fitat. Diambil 0,5 ml larutan filtrat dan ditambah 0,9 ml HNO₃ 0,5 N dan FeCl₃ 1ml (mengandung ion besi 50 µg/ml), tabung ditutup dengan

aluminium foil dan direndam dalam air mendidih selama 20 menit. Kemudian tabung didinginkan dengan air mengalir. Setelah tabung dingin, larutan ditambah 5 ml amil alkohol dan 1 ml amonium tiosianat. Larutan kemudian disentrifuse 1000 rpm selama 10 menit, kemudian ditera pada λ 465 nm. Sebagai standar digunakan Na-Fitat. Dibuat larutan stok 0,04 g/100 ml. Dari larutan stok kemudian dibuat seri pengenceran 0,03 g/100 ml; 0,02 g/100 ml; 0,01 g/100 ml; dan 0 g/100 ml

Uji Kadar Protein Terlarut

Prosedur Uji kadar protein terlarut (Apriantono *et al.*, (1989). Sampel sebanyak 10 g yang berukuran 50 mesh diekstrak dengan 250 ml aquadest. Suspensi diaduk agar homogen, kemudian ekstrak disaring dan filtrat dapat digunakan untuk analisis protein. Filtrat diambil 25 ml kemudian diencerkan menjadi 100 ml. Kemudian dari larutan tersebut diambil 1ml direaksikan dengan 8 ml lowry B. Didiamkan selama 10 menit. Setelah waktu tercapai, reaksikan lagi dengan 1 ml lowry A. Kemudian didiamkan 20 menit. Larutan kemudian ditera pada λ 600 nm. Sebagai standar digunakan BSA (Bovine Serum Albumin). Dibuat larutan stok 0,03g/100 ml. Dari larutan stok kemudian dibuat seri pengenceran 0,024 g/100ml; 0,018 g/100 ml; 0,012 g/100 ml; dan 0,006 g/100 ml.

Analisis Data

Data penelitian dianalisis dengan Sidik Ragam dan dilanjutkan uji Duncan bila terdapat perbedaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Fermentasi terhadap Kadar Protein Kasar

Fermentasi dedak padi dengan kapang R. oligosporus nyata ($P \leq 0,5$) meningkatkan kandungan protein kasar dedak padi seperti diperlihatkan Tabel 1. Adanya peningkatan kandungan protein substrat menunjukkan ada pertumbuhan kapang. Kapang merupakan protein sel tunggal, dengan demikian kehadirannya dalam suatu substrat dapat dijadikan indikator untuk menentukan kandungan protein substrat. Menurut Mangunwidjaja *et al.*, (2012) bahwa salah satu indikator yang digunakan untuk mengetahui adanya peningkatan kadar protein pada suatu substrat yang difermentasi adalah dari jumlah/intensitas miselium kapang yang tumbuh

pada substrat tersebut karena kadar protein pada suatu substrat berbanding lurus dengan intensitas pertumbuhan miselium kapang atau jumlah sel yang terbentuk.

Hasil uji lanjut menunjukkan pasangan perlakuan level kultur 2% dengan lama inkubasi 72 jam merupakan kombinasi terbaik dalam meningkatkan protein kasar substrat. Artinya pada kombinasi tersebut terjadi keseimbangan antara populasi kapang dengan persediaan nutrisi dalam substrat. Akibat pertumbuhan terjadi peningkatan biomassa kapang selanjutnya kadar protein substrat meningkat karena sel kapang adalah protein. Karena pertumbuhan adalah pertambahan jumlah massa sel atau organisme, sehingga dengan adanya kenaikan

jumlah massa sel kapang akibat pertumbuhan akan meningkatkan kadar protein medium.

Kapang merupakan protein sel tunggal, dengan demikian kehadirannya dalam suatu substrat dapat dijadikan indikator untuk menentukan kandungan protein substrat. Menurut Mangunwidjaja *et al.*, (2012) bahwa salah satu indikator yang digunakan untuk mengetahui adanya peningkatan kadar protein pada suatu substrat yang difermentasi adalah dari jumlah/intensitas miselium kapang yang tumbuh pada substrat tersebut karena kadar protein pada suatu substrat berbanding lurus dengan intensitas pertumbuhan miselium kapang atau jumlah sel yang terbentuk.

Hasil yang sama juga dilaporkan oleh Hilakore *et al.*, (2021) pada fermentasi dedak padi dengan khamir *Saccharomyces cerevisiae* meningkatkan kadar protein kasar dedak sebesar 75,76% (dari 10,88 menjadi 14,36%) setelah diinkubasi 3 hari. Nurfahriani *et al.*, (2018) melaporkan bahwa fermentasi dedak padi oleh *R. oligosporus* selama 4 hari meningkatkan kandungan protein sebesar 38,14%. Wahyuni (2003) melaporkan kandungan protein kasar meningkat (dari 9,17 menjadi 12,23 %) pada dedak padi yang difermentasi dengan *Aspegillus ficuum*.

Tabel 1. Kualitas Dedak Hasil Fermentasi *R. oligosporus*

Dosis <i>R. oligosporus</i> (% b/b)	Lama Inkubasi (jam)	Kandungan Nutrisi (% BK)			
		PK	Protein terlarut	Asam pitat	LK
Kontrol*	0	10,88	6,148	5,48	8,23
1	24	11.50 ± 0.89 ^a	8,84 ± 0,13 ^a	2,84 ± 0,7 ^a	6.87 ± 0.54 ^b
	48	11.47 ± 0.26 ^a	8,42 ± 0,21 ^a	2,77 ± 0,10 ^a	7.77 ± 1.24 ^c
	72	12.66 ± 0.52 ^b	9,57 ± 0,11 ^b	2,53 ± 0,13 ^a	4.84 ± 0.99 ^a
2	24	11.77 ± 0.77 ^a	8,71 ± 0,19 ^a	2,58 ± 0,03 ^a	6.12 ± 0.34 ^c
	48	11.55 ± 0.29 ^a	8,04 ± 0,07 ^a	2,47 ± 0,15 ^a	5.54 ± 0.05 ^b
	72	14.27 ± 0.49 ^b	9,07 ± 0,09 ^b	2,27 ± 0,09 ^a	4.77 ± 0.20 ^a
3	24	11.23 ± 0.18 ^a	8,61 ± 0,15 ^a	2,82 ± 0,05 ^a	7.33 ± 0.39 ^c
	48	10.51 ± 0.31 ^a	8,48 ± 0,18 ^a	2,46 ± 0,11 ^a	6.32 ± 0.68 ^b
	72	10.92 ± 0.29 ^a	9,61 ± 0,12 ^b	2,37 ± 0,13 ^a	4.89 ± 0.58 ^a

Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan ada perbedaan

Pengaruh Fermentasi terhadap Kadar Protein Terlarut

Protein terlarut adalah suatu oligopeptida atau asam-asam amino yang mudah diserap oleh utrit pencernaan. Tabel 1. Memerlihatkan bahwa lama inkubasi memberi pengaruh yang nyata ($P \leq 0,5$) terhadap peningkatan kadar protein terlarut. Semakin lama waktu inkubasi, kadar asam fitat semakin rendah, menunjukkan bahwa selama proses fermentasi terjadi pemecahan asam fitat oleh enzim fitase yang dihasilkan dari kapang. Tingginya protein terlarut pada substrat disebabkan oleh pemecahan molekul kompleks menjadi molekul sederhana dan larut dalam air selama fermentasi. Selain karena aktivitas protease, peningkatan protein terlarut dapat disebabkan karena protein tidak terikat oleh asam fitat membentuk protein yang mengendap (fitat-protein). Untuk itu Nissar *et al.*, (2017) menjelaskan bahwa ketika asam fitat direduksi oleh enzim fitase maka kelarutan protein akan meningkat. Hal tersebut disebabkan karena asam fitat telah dipecah menjadi fosfat organik dan

inositol sehingga tidak berikatan dengan protein maupun asam amino yang mengandung kation. Di tambahan oleh Perdani dan Utama (2020) bahwa kadar asam fitat dan protein terlarut berbanding terbalik atau berkorelasi negatif yakni semakin kecil kadar asam fitat maka semakin besar kadar protein terlarut selama fermentasi. Data penelitian ini membuktikan hal tersebut.

Hasil penelitian sebelumnya dilaporkan oleh Hilakore *et al.*, (2021) terjadi peningkatan protein terlarut pada dedak padi yang difermentasi *S. cerevisiae* yakni dari 6,14 menjadi 9,82%. Juga dilaporkan oleh Perdani dan Utama (2020) bahwa tepung kedelai yang difermentasi selama 72 jam mengandung kadar protein terlarut paling tinggi yakni 5,10%, lebih rendah dari penelitian ini (9,07%).

Pengaruh Fermentasi terhadap Kadar Asam Fitat

Kadar asam fitat dedak padi selama fermentasi 0, 24, 48 dan 72 jam berbeda nyata ($P \leq 0,5$). Tabel 1. Menunjukkan bahwa secara

statistik jumlah kultur tidak nyata ($P \leq 0,5$) menurunkan kadar asam fitat, tetapi proses fermentasi menyebabkan terjadi penurunan kadar asam fitat yang menggambarkan bahwa proses fermentasi mampu mereduksi senyawa antinutrisi seperti asam fitat. Keadaan tersebut didukung oleh bentuk dedak yang halus dan poros memudahkan sel menerobos seluruh bagian substrat untuk mendapatkan nutrisi yang dibutuhkan. Semakin mudah substrat diinvasi oleh miselium maka semakin mudah dan banyak enzim fitase yang dihasilkan oleh kapang dalam menghidrolisis asam fitat.

Sejalan pernyataan tersebut Huang *et al.*, (2019) menyatakan, kapang *Rhizopus* sp. Dapat menghasilkan enzim fitase yang mendegradasi asam fitat. Buckle (1985) menyatakan bahwa kapang tumbuh dengan cara memperpanjang hifa. Semakin kecil ukuran butiran substrat/medium maka semakin mudah kapang menembus substrat dan semakin banyak asam fitat yang diuraikan oleh enzim fitase yang

dihasilkan oleh kapang. Semakin lama waktu fermentasi, miselium jamur semakin tebal akibat pertumbuhan kapang yang semakin meningkat. Dengan pertumbuhan kapang dan semakin tebalnya miselium maka enzim fitase yang diproduksi semakin meningkat sehingga kadar asam fitat ikut menurun.

Penurunan kadar asam fitat sebagaimana diperoleh pada penelitian ini juga dilaporkan Wahyuni (2003), pada fermentasi dedak oleh *Aspergillus ficuum* terjadi penurunan asam fitat sebanyak 83,25% pada penggunaan kultur 0,75%. Hasil penelitian Murtini *et al.*, (2011) melaporkan setelah inkubasi 24 jam terjadi penurunan asam pitat dari 2,08 menjadi 0,55 mg/g pada sorgum coklat. Selanjutnya dilaporkan oleh Rokhmah *et al.*, (2019) kadar asam fitat tempe kara benguk giling, turun dari 4,04 mg/g tanpa fermentasi menjadi 1,05 setelah 48 jam fermentasi dan lama inkubasi tidak berpengaruh terhadap kadar asam fitat.

SIMPULAN

Fermentasi dedak padi oleh kapang *Rhizopus oligosporus* pada level kultur 2% (b/b) dan lama inkubasi 72 jam menurunkan kadar asam fitat 5,48 menjadi 2,27, serta

meningkatkan protein kasar 10,88 menjadi 14,27% dan protein terlarut 6,14 menjadi 9,07%.

DAFTAR PUSTAKA

- Anam C, Handayani S, Rokhmah LN. 2010. Kajian kadar asam fitat dan kadar protein selama pembuatan tempe kara benguk (*mucuna pruriens*,l) dengan variasi pengecilan ukuran dan lama fermentasi. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian* 3(1): 34-43.
- Apriyantono A, Fardiaz D, Puspitasari NL. 1989. Petunjuk Laboratorium Analisis Pangan. IPB Press, Bogor.
- Aunstrup, K. 1979. Production, Isolation And Economic Of Extracellular Enzymes. In: LE. Wingard, E.K.Katair and Goldstein (Eds). Applied Biochemistry Bioengineering Enzymes Technology. Academic Press, New York.
- AOAC. 2005. Association of Official Analytical Chemist. 2005. Official Methods of Analysis of AOAC International. 18th Edition. Gaithersburg: AOAC International.
- Davies NT, Reid H. 1979. "An evaluation of phytate, zinc, copper, iron and availability from soy based textured vegetable protein meat substitutes or meat extruders. *Br. J. Nutr.* 41: 579-589.
- Endrawati D dan Kusumaningtyas E. 2017. Beberapa Fungsi *Rhizopus* sp dalam meningkatkan Nilai Nutrisi Bahan Pakan. *Wartazoa* 27 (2): 81-88.
- Fardiaz S. 1988. Fisiologi Fermentasi. Pusat Antar Universitas IPB. Bogor.
- Faria SASC, Bassinello PZ, Penteado MVC. 2012. Nutritional composition of rice bran submitted to different stabilization procedures. *Bra. J. Pharma. Sci.* 48(4): 651-657.
- Fitriyani IN, Santoso U, Akbarillah T. 2019. Pengaruh pemberian tempe dedak

- terhadap performa ayam broiler. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia* 14(3): 246-251.
- Greiner, R., and Konietzny, U. 2011. Phytase: Biochemistry, Enzymology And Characteristics Relevant To Animal Feed Use. In: M.R. Bedford and G.G. Partridge (eds.). *Enzymes in Farm Animal Nutrition* 2nd Ed. USA: CABI Pub., 96-128.
- Hilakore MA. 2008. Peningkatan kualitas nutritive putak melalui fermentasi campuran *Trichoderma reesei* dan *Aspergillus niger* sebagai pakan ruminansia. *Disertasi*. Bogor Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Hilakore MA, Twenfosel ODD, Mariana N. 2021. Penggunaan Khamir *Saccharomyces cerevisiae* untuk Memerbaiki Kualitas Nutrien Dedak Padi. *Jurnal Nukleus Peternakan* 8(1): 40-45.
- Huang L, Wang C, Zhang Y, Chen X, Huang Z, Xing G. 2019. Degradation of antinutritional factors and reduction of immunoreactivity of tempeh by cofermentation with *Rhizopus oligosporus* RT-3 and *Actinomucor elegans* DCY-1. *Int. J. Food Sci. Technol.* (54)5: 1836-1848.
- Istiqomah, I., Febrisiantosa A, Sofyan A, Damayanti E. 2010. Implementation of fermented rice bran as a flavor enhancer additive and its effect on feed utilization and beef cattle performance. The 5th International Seminar on Tropical Animal Production, Community Empowerment and Tropical Animal Industry, October 19-22, 2010, Yogyakarta, Indonesia.
- Murtini ES, Radite AG, Sutrisno A. 2011. Karakteristik kandungan kimia dan daya cerna tempe sorgum coklat (*Sorghum bicolor*). *J. Teknol. dan Industri Pangan* 22(2): 150-155.
- Nissar J, Ahad T, Naik HR. 2017. A review phytic acid : As antinutrient or nutraceutical. *J. Pharmacogn. Phytochem* 6(6): 1554-1560.
- Nurfahriani D, Nurhaeni, dan Khairuddin. 2018. Analisis Kandungan Protein Terlarut dan Karotenoid Nasi Jagung (*Zeamaysvar. Indentata*) yang Difermentasi dengan Kapang Oncom Merah (*Neurospora sp.*). *J. Kovalen* 4(2): 166-173.
- Olanipekun BF, Otunola ET, Oyelade OJ. 2015. Effect of fermentation on antinutritional factors and in vitro protein digestibility of Bambara nut (*Voandzeia subterranean L.*). *Food Science and Quality Management* 39: 98-110.
- Perdani A W dan Utama Z. 2021. Korelasi Kadar Asam Fitat Dan Protein Terlarut Tepung tempe Kedelai Lokal Kuning (*Glycine Max*) dan Hitam (*Glycine Soja*) Selama Fermentasi. *Prosiding Pendidikan Teknik Boga Busana (PTBB)*. Vol. 16 no.1. Fakultas Teknik UNY.
- Rokhmah LN, Choirul. A, Sri. H, Dwi. R. 2009. Kajian Kadar Asam Fitat dan Kadar Protein Selama Pembuatan Tempe Kara Benguk (*Mucuna Pruriens*) dengan Variasi Pengecilan Ukuran dan Lama Fermentasi. *Biofarmasi* (7) 1: 1-9.
- Salleh AB, Musani RM, Ampon BK, Yunus WMZ, Razak CNA. 1993. Extra- and intra-cellular lipases from a thermophilic *Rhizopus oryzae* and factors affecting their production. *Can. J. Microbial* 39: 978-981.
- Selle PH, Ravindran V, Caldwell RA, Bryden WL. 2000. Phytate and phytase: Consequences for protein utilization. *Nutr. Res. Rev.* 13(2): 255-278.
- Stodolak B, Starzynska-Janiszewska A. 2008. The Influence of tempeh fermentation and conventional cooking on anti-nutrient level and protein bioavailability (in vitro test) of grass-pea seeds. *J. Sci. Food and Agric.* 88(13): 2265-2270.
- Sukma LN, Zackiyah, Gumilar GG. 2010. Pengkayaan asam lemak tak jenuh pada bekatul dengan cara fermentasi padat menggunakan *Aspergillus terreus*. *Jurnal Sains dan Teknologi Kimia.* 1(1): 66-72.
- Sumiati J, 2005. Rasio molar asam fitat : Zn untuk menentukan suplementasi Zn dan enzim fitase dalam ransum berkadar asam fitat tinggi. *Disertasi*, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Wahyuni SHS. 2003. Fermentasi Dedak Padi Oleh Kapang *Aspergillus Ficum* dan Pengaruhnya Terhadap Kadar Fitat, Kualitas Protein Kasar Serta Energi Metabolis Pada Ayam. *Jurnal Bionatura* 5(2): 141-149.
- Winarno FG. 2002. Kimia pangan dan gizi. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.