

## Penggunaan Kapang Karotenogenik *Neurospora* dalam Fermentasi Limbah Pertanian untuk Pakan Ternak Unggas

Nurfaizin dan PR Matitaputty

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Maluku, Jl. Chr. Soplanit Rumah Tiga, Ambon  
[nurfaizinspt@gmail.com](mailto:nurfaizinspt@gmail.com)

(Diterima 20 Januari 2015 – Direvisi 28 September 2015 – Disetujui 23 Oktober 2015)

### ABSTRAK

Limbah pertanian merupakan biomassa yang berpotensi menggantikan sebagian bahan pakan konvensional, tetapi terdapat kendala dalam pemanfaatannya antara lain serat kasar yang tinggi, serta protein dan karoten yang rendah. Salah satu upaya untuk memperbaiki kualitas bahan pakan tersebut adalah dengan fermentasi menggunakan kapang karotenogenik *Neurospora*. Kapang ini mudah tumbuh pada substrat yang difermentasi secara *aerob* dalam waktu yang singkat. Fermentasi dengan kapang ini mampu menurunkan serat kasar, serta meningkatkan protein kasar dan karoten substrat. Produk fermentasi kapang karotenogenik *Neurospora* dapat dimanfaatkan sebagai pakan unggas untuk mencapai produktivitas dan kualitas produk dengan biaya yang lebih efisien.

**Kata kunci:** Pakan, fermentasi, karoten, *Neurospora*

### ABSTRACT

#### Use of Carotenogenic *Neurospora* in Fermentation of Agricultural Byproduct for Poultry Feed

Agricultural byproduct is biomass that potential to partly substitute the conventional feed. However, there are some constraints such as high fiber, low protein and carotene contents. One of the efforts to improve the nutritive value of agricultural byproduct is fermentation using carotenogenic *Neurospora*. This fungi easily and readily grows on substrate fermented in aerobic condition. *Neurospora* fermentation is able to reduce crude fiber, to increase crude protein and carotene content of substrate. Utilization of *Neurospora* fermented product as poultry feed ingredients increased productivity and product quality more efficiently.

**Key words:** Feed, fermentation, carotene, *Neurospora*

### PENDAHULUAN

Limbah pertanian merupakan biomassa yang berpotensi untuk digunakan sebagai pakan unggas karena jumlahnya melimpah. Limbah pertanian yang digunakan adalah bagian yang masih mengandung cukup nutrisi untuk menggantikan sebagian bahan pakan konvensional. Penggunaan bahan pakan alternatif tersebut masih memiliki kendala, karena limbah pertanian memiliki karakteristik yang beragam, kualitas nutrisi seperti protein kasar dan karoten yang rendah dan memiliki kandungan serat kasar tinggi (Pasaribu 2007). Limbah pertanian tanpa proses yang langsung digunakan sebagai bahan pakan alternatif akan memberikan respon negatif karena unggas memiliki keterbatasan dalam mencerna serat kasar. Asupan nutrisi yang kurang dapat menurunkan produktivitas unggas, termasuk asupan karotenoid yang kurang juga akan berpengaruh terhadap penurunan kualitas produk unggas (Fenita et al. 2010a).

Karotenoid yang diperoleh dari ransum berupa hijauan alami ataupun sintesis berpengaruh terhadap kualitas produk unggas, karena unggas tidak dapat

memproduksi karotenoid sendiri. Penggunaan pigmen karotenoid sintesis dalam ransum berpotensi meningkatkan biaya pakan karena merupakan bahan impor dan harganya mahal. Karotenoid berfungsi untuk memberikan pigmen warna kulit dan sebagai antioksidan yang aktivitasnya dapat menghambat peroksida lipida (Lee et al. 2010). Karotenoid pada ayam pedaging membuat warna daging lebih terang dan cerah, sehingga lebih dipilih dan disukai konsumen (Prayitno et al. 2010).  $\beta$ -karoten berfungsi sebagai antioksidan yang mencegah terjadi radikal bebas dalam tubuh (Mueller & Boehm 2011). Preferensi konsumen dalam memilih telur adalah yang mempunyai warna kuning kemerah-merahan dan tidak pucat. Misalnya pada telur itik, sebagian besar diolah menjadi telur asin, dimana telur asin yang diolah dari telur itik dengan kuning telur yang pucat akan terlihat tidak menarik dengan rasa yang kurang masis. Warna kuning telur pucat dikarenakan kekurangan pigmen karotenoid (xantofil) (Bortolotti et al. 2003). Berdasarkan penelitian Fenita et al. (2010a) senyawa karotenoid dalam pakan dapat meningkatkan warna, kandungan  $\beta$ -karoten dalam kuning telur dan menurunkan kolesterol.

Produk unggas berupa daging dan telur saat ini menjadi favorit untuk dikonsumsi dan semakin digemari oleh masyarakat, karena mengandung gizi yang dibutuhkan oleh tubuh manusia. Menurut Anton et al. (2005) telur mempunyai kandungan nutrisi yang dibutuhkan untuk tubuh manusia berupa kandungan asam amino, vitamin, mineral dan asam lemak. Daging unggas memiliki kelebihan yaitu mempunyai kandungan protein tinggi, asam amino yang lengkap, lemak jenuh dan kolesterol yang rendah sehingga tidak berpotensi menimbulkan penyakit degeneratif jika dibandingkan dengan daging merah (Boni et al. 2010).

Pengolahan limbah pertanian untuk menjadi bahan pakan harus dilakukan agar dapat meningkatkan kualitas produk limbah pertanian tersebut. Salah satu pengolahan pakan secara biologis adalah dengan fermentasi menggunakan kapang karotenogenik *Neurospora*. Karakter limbah pertanian yang disusun dari kerangka karbon yang berbentuk selulosa dan hemiselulosa memiliki kandungan karbon dan nitrogen serta mineral yang cukup untuk pertumbuhan kapang *Neurospora*. Fermentasi bertujuan untuk meningkatkan kandungan protein kasar, menurunkan serat kasar substrat, namun dengan menggunakan kapang karotenogenik *Neurospora* memberikan keuntungan lain yaitu meningkatnya kandungan karoten yang dihasilkan dari konidia yang berwarna jingga. Dengan peningkatan nilai nutrisi substrat, unggas dapat mencerna produk fermentasi lebih baik. Keuntungan fermentasi oleh kapang karotenogenik *Neurospora* jika dibandingkan dengan sumber dari tanaman untuk menghasilkan  $\beta$ -karoten adalah lebih efisien dari segi waktu, tempat dan biaya karena tidak membutuhkan waktu penanaman tumbuhan, peralatan yang besar dan berat serta tempat yang luas (Novianti et al. 2004). Pemanfaatan limbah pertanian yang difermentasi dengan kapang karotenogenik *Neurospora* sebagai upaya meningkatkan nilai gizi pakan dapat menjadi pakan alternatif untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas produk unggas dengan biaya yang lebih efisien (Guntoro & Yasa 2005).

## LIMBAH PERTANIAN SEBAGAI PAKAN UNGGAS

Upaya untuk mengetahui potensi sumber bahan pakan baru telah dilakukan dengan mencari sumber pakan alternatif yang ada di Indonesia dengan pertimbangan produktivitas, kontinuitas, jarak dan nutrisi. Berbagai penelitian telah banyak dilakukan untuk mengetahui potensi bahan pakan dengan analisis kandungan nutrisi bahan dan pemberiannya pada unggas untuk mengetahui respon produksi dan seberapa besar proporsi bahan pakan untuk menyusun ransum (Tangendjaja 2007). Bahan pakan asli Indonesia yang berasal dari limbah pertanian misalnya dedak padi, dedak jagung, sugu, limbah kelapa sawit, ampas tahu dan onggok merupakan bahan pakan yang biasa digunakan sebagai ransum unggas (Zainuddin 2005).

Proporsi pemakaian bahan pakan lokal dari limbah pertanian bervariasi (Tabel 1) yaitu antara 10-30%. Faktor yang berpengaruh terhadap jumlah pemakaian bahan pakan adalah energi metabolisme, protein kasar dan serat kasar (Suprijatna et al. 2012). Kandungan serat kasar yang tinggi pada limbah pertanian sebagai pakan unggas dapat mengurangi palatabilitas dan bersifat *bulky* atau saluran pencernaan terasa penuh, menyebabkan unggas menjadi cepat kenyang akibat konsumsi serat pakan sedangkan di sisi lain konsumsi ransum terbatas mengakibatkan defisiensi nutrisi sehingga dapat menghambat pertumbuhan unggas. Faktor pembatas lain penggunaan sumber pakan alternatif yaitu beberapa bahan pakan mempunyai kandungan senyawa antinutrisi. Tingkat konsumsi dan palatabilitas ternak terhadap suatu bahan pakan alternatif juga perlu diperhatikan, sehingga profil dan karakter nutrisi perlu diketahui (Prawirodigo 2005). Mengacu pada faktor tersebut, bahan pakan alternatif membutuhkan teknologi pengolahan lebih lanjut untuk meningkatkan kualitas nutrisi khususnya penurunan kandungan serat kasar.

**Tabel 1.** Kandungan nutrisi beberapa jenis limbah pertanian

Bahan pakan	Energi metabolis (kkal/kg)	Protein kasar (%)	Serat kasar (%)	Batas penggunaan dalam ransum unggas (%)
Dedak padi <sup>1)</sup>	3080	11,87	9,97	30
Onggok <sup>2)</sup>	3000-3500 <sup>7)</sup>	2,20	16,00	20
Ampas tahu <sup>3)</sup>	2907	22,64	22,65	10
Lumpur sawit <sup>4)</sup>	1125-1593	9,6-14,52	11,50-32,90	20
Ampas sugu <sup>5)</sup>	3508-3860	0,92-1,01	9,22-10,50	10 <sup>8)</sup>
Bungkil kelapa <sup>6)</sup>	1667	18,60-25,00	12,00-14,44	20 <sup>9)</sup>

**Sumber:** <sup>1)</sup>Hartadi et al. (1997); <sup>2)</sup>Mulyono et al. (2011); <sup>3)</sup>Tanwiriah et al. (2006); <sup>4)</sup>Sinurat (2003); <sup>5)</sup>Uhi (2007); <sup>6)</sup>Sinurat et al. (1995); <sup>7)</sup>Yohanista et al. (2014); <sup>8)</sup>Ulfah & Bamualim (2002); <sup>9)</sup>Mathius & Sinurat (2001)

Pada umumnya, masih sedikit penelitian bahan pakan lokal yang menyajikan data kandungan karotenoid dalam bahan pakan. Mengingat urgensi pertumbuhan konsumen yang memilih produk berdasarkan kualitas mengalami peningkatan, bahan pakan lokal yang berkualitas perlu diketahui kandungan karotenoidnya agar dapat menghasilkan produk unggas yang berkualitas. Salah satu cara meningkatkan kandungan karotenoid bahan pakan adalah fermentasi dengan kapang karotenogenik *Neurospora*.

### KAPANG KAROTENOGENIK *NEUROSPORA*

Kapang karotenogenik yang dapat menghasilkan pigmen karotenoid berasal dari genus *Neurospora* dari golongan *heterothallic* dan *pseudomothallic*. Karakteristik dari golongan ini adalah makro dan mikro konidianya berwarna kuning hingga jingga karena mengandung senyawa karoten, sedangkan pada konidia dari golongan *homothallic* tidak mengandung senyawa karoten sehingga mempunyai warna cokelat hingga hijau (Perkins & Turner 1988). Karotenoid adalah sebuah golongan senyawa dengan rantai karbon panjang (C40) dan terdiri dari bermacam-macam jenis (>600 molekul) yang disintesis oleh tanaman. Hewan tidak dapat membuat sendiri karotenoid dalam tubuhnya, sehingga harus memperolehnya dari ransum yang mengandung karotenoid. Karotenoid biasanya memberikan warna kuning, jingga dan merah. Karotenoid terbagi dalam dua golongan besar yaitu golongan karoten dan golongan xanthofil (Wina 2008). Kapang karotenogenik *Neurospora* telah banyak digunakan untuk pembuatan makanan tradisional di Indonesia, misalnya pembuatan oncom melalui proses fermentasi sehingga dikenal dengan nama ragi oncom. Karotenoid yang diproduksi kapang karotenogenik *Neurospora* didominasi oleh  $\beta$ -karoten, di atas 50% dari total karotenoid yang ada (Kenyamu et al. 2014).

Klasifikasi ilmiah untuk *Neurospora* adalah genus *Neurospora*, familia *Sordariaceae*, ordo *Sordariales*, class *Ascomycetes*, filum *Ascomycota* dan kingdom fungi. *Neurospora* mempunyai ciri hidup berkoloni dengan warna kuning sampai *orange* pucat. Organisme ini ditemukan pada tanah dan sisa-sisa vegetasi (García et al. 2004). Lima spesies dari *Neurospora* yang dikenal sebagai penghasil karotenoid yaitu dari *heterothallic* dengan spesies *Neurospora crassa*, *Neurospora discreta*, *Neurospora intermedia*, *Neurospora sitophila* dan dari *pseudomothallic* dengan spesies *Neurospora tetrasperma* (Perkins & Turner 1988; Jacobson et al. 2006).

### LINGKUNGAN DAN SIKLUS HIDUP *NEUROSPORA*

Kehidupan dan pertumbuhan kapang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan substrat yang digunakan. Substrat merupakan sumber nutrisi utama bagi fungi agar kapang mengekskresikan enzim ekstra seluler yang dapat mengurai senyawa kompleks dari substrat tersebut menjadi senyawa yang lebih sederhana. Suhu ruangan untuk tumbuh kapang yaitu pada 25-30°C dengan kelembaban 70-90% (Kalsum & Sjoftan 2008). pH substrat yang optimum untuk pertumbuhan kapang *Neurospora* adalah 5,5 dimana aktivitas mikroorganisme optimum sehingga memproduksi enzim yang dapat mengurai substrat (Syahrudin et al. 2011).

Kapang karotenogenik *Neurospora* dapat mudah memperbanyak konidia jingga sebagai sumber karotenoid dengan cepat dan banyak karena reproduksi dilakukan dengan dua cara, yaitu secara seksual dan aseksual (Fleißner et al. 2008). Reproduksi aseksual pada *Neurospora* dilakukan dengan cara membentuk tunas (*budding*), konidia dan fragmentasi. Tunas yang telah masak akan terlepas dari sel induknya dan tumbuh menjadi individu baru. Konidia adalah spora yang dihasilkan dari diferensiasi dengan membentuk sekat melintang pada ujung hifa hingga terbentuk banyak konidia, ketika telah masak konidia paling ujung akan melepaskan diri (Tan 2003). Reproduksi seksual terjadi dengan cara membentuk askospora (spora seksual yang terbentuk di dalam askus). Askospora terbentuk melalui hifa (+) membentuk alat kelamin jantan (anteridium) dan hifa (-) membentuk alat kelamin betina (askogonium) yang bertemu dan terjadi plasmogami (penyatuan sitoplasma) tanpa disertai penyatuan inti. Jadi, dalam peristiwa tersebut akan terbentuk sel dengan dua inti askogonium yang telah memiliki dua inti tersebut akan menghasilkan hifa-hifa askogonium yang dikariotika (berinti dua). Hifa dikariotika itu bercabang-cabang membentuk tubuh buah yang disebut askokarp. Ujung hifa dikariotika akan membentuk sel khusus yang akan menjadi askus. Di dalam askus akan terjadi perleburan dua inti. Selanjutnya, inti askus membelah dua kali. Pembelahan pertama terjadi secara meiosis dan menghasilkan empat sel. Pembelahan kedua terjadi secara mitosis sehingga terbentuk delapan askospora di dalam askus tersebut (Radic 2011).

## PEMBUATAN FERMENTASI PAKAN DENGAN KAPANG KAROTENOGENIK *NEUROSPORA*

Fermentasi pada prinsipnya menyediakan media yang mempunyai nutrisi untuk pertumbuhan mikroorganisme. Media untuk pertumbuhan kapang karotenogenik *Neurospora* membutuhkan substrat padat yang memiliki kandungan sumber karbon dan nitrogen dan mineral sebagai nutrisi. Media fermentasi dengan kandungan nutrisi yang seimbang diperlukan untuk menunjang kapang lebih maksimal dalam memproduksi  $\beta$ -karoten (Fenita et al. 2010a). Kapang karotenogenik *Neurospora* mudah tumbuh pada substrat secara aerob, mempunyai waktu generasi yang pendek dan miseliumnya terdiri dari hifa yang bercabang, menjulang ke udara, yang mudah dikenal dari kondisinya yang berwarna jingga.

Nutrisi lain yang penting bagi pertumbuhan kapang karotenogenik *Neurospora* salah satunya adalah mineral. Mineral dibutuhkan untuk pertumbuhan kapang, produksi enzim dan dapat memperbaiki produksi karoten (Priatni 2014). Kebutuhan mineral disesuaikan dengan kandungan unsur di dalam substrat dan sel kapang tersebut sehingga pada limbah pertanian yang akan digunakan sebagai substrat apabila kandungan mineralnya rendah dapat dilakukan penambahan mineral. Mineral seperti Fe, Cu, Co, Zn, Mg, Mo dan Cl dibutuhkan untuk mendukung kerja fungsi sel kapang (Ikatrinasari 1995). Berdasarkan penelitian Noverina et al. (2013) suplementasi sulfur dengan nitrogen memberikan interaksi terhadap kandungan protein kasar, protein murni, lemak kasar, serat kasar pada tongkol jagung hasil bioproses kapang *Neurospora sitophila*. Larutan mineral standar (Vogel) yang digunakan dalam media fermentasi *Neurospora crassa* adalah dalam bentuk larutan  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{CaCl}_2$  (Dogaris et al. 2009).

Fermentasi pakan dengan kapang karotenogenik *Neurospora* diawali dengan menyiapkan substrat ditambah aquades (kadar air 70%) dan mineral yang ditimbang berdasarkan kebutuhan untuk kemudian diaduk secara merata. Proses berikutnya adalah sterilisasi dengan cara pengukusan substrat selama 30-45 menit setelah air mendidih, setelah itu substrat didinginkan dengan cara dibiarkan sampai tercapai suhu kamar. Substrat kemudian diinokulasi dengan inokulum kapang karotenogenik *Neurospora* sebanyak 9% dan diaduk secara merata. Substrat yang telah diinokulasi dengan kapang karotenogenik *Neurospora* kemudian diinkubasi secara aerob selama tujuh hari. Setelah itu, produk fermentasi dipanen, dikeringkan di oven dan digiling (Nuraini et al. 2008; Fenita et al. 2010b).

## FERMENTASI PAKAN DENGAN KAPANG KAROTENOGENIK *NEUROSPORA* PADA BERBAGAI SUBSTRAT

Selama fermentasi kapang karotenogenik *Neurospora* dengan substrat, terjadi perubahan kandungan nutrisi substrat yang bervariasi (Tabel 2), akibat adanya aktivitas enzim yang dihasilkan oleh kapang tersebut. Hasil dari produk fermentasi ditentukan oleh enzim yang diproduksi, mikroorganisme yang tumbuh dan kandungan bahan. Penelitian yang dilakukan oleh Li et al. (2014) ketika melakukan isolasi *Neurospora crassa* dan menganalisis enzim yang diproduksi menemukan adanya aktivitas enzim peptidase (protease), endoglukanase, eksoglukanase,  $\beta$ -glukosidase, *cellobiose dehydrogenase*. Enzim *cellobiose dehydrogenase* merupakan enzim ekstraseluler yang berperan dalam hidrolisis selulosa dan hemiselulosa. Fermentasi menggunakan *Neurospora* yang memiliki sifat selulolitik mampu memecah ikatan selulosa sehingga menyebabkan kandungan serat kasar dalam substrat turun. Serat kasar sebagai pembatas bagi ternak unggas karena unggas tidak menghasilkan enzim selulase (Martaguri et al. 2011). Fermentasi menggunakan *Neurospora* menyebabkan degradasi selulosa, hemiselulosa dan polimernya menjadi gula sederhana atau turunannya serta mampu meningkatkan nutrisi bahan substrat (Mahfudz 2006a). Enzim selulase terdiri dari endo- $\beta$ -1,4-glukanase dan ekso-1,4-glukanase dan  $\beta$ -glukosidase yang bekerja secara sinergis (Dogaris et al. 2009). Endo- $\beta$ -1,4-glukanase memotong ikatan rantai dalam selulosa menghasilkan molekul-molekul selulosa yang lebih pendek. Ekso-1,4-glukanase memotong ujung rantai selulosa menghasilkan molekul selobiosa, sedangkan  $\beta$ -glukosidase memotong molekul selobiosa menjadi dua molekul glukosa (Romero et al. 1999).

Peningkatan  $\beta$ -karoten terjadi karena kapang karotenogenik *Neurospora* dapat mensintesis *geranyl geranyl diphosphate* (GGDP) hingga akhirnya menjadi  $\beta$ -karoten (Díaz-Sánchez et al. 2011). Faktor yang berpengaruh terhadap biosintesis karoten adalah kondisi medium, level dan aktivitas enzim yang mensintesis karoten, cahaya, suhu, kandungan kimia dan mineral (Priatni 2014). Biosintesis  $\beta$ -karoten dimulai dari molekul GGPP memproduksi karoten-phytoene yang dikatalisis oleh enzim al-2. Pada awalnya, hingga lima ikatan ganda terkonjugasi menjadi phytoene dimediasi oleh al-1, sehingga terbentuk 3,4-didehydrolycopene yang dimulai dari terbentuknya phytofluene,  $\zeta$ -karoten, likopen dan *neurosporene*. Selanjutnya akan menjadi  $\beta$ -karoten dengan bantuan enzim al-2 (Díaz-Sánchez et al. 2011).

**Tabel 2.** Fermentasi kapang karotenogenik dengan berbagai substrat

Mikroorganisme	Substrat	Perubahan nutrisi produk setelah dilakukan fermentasi		Sumber
		Sebelum	Sesudah	
<i>Neurospora</i> sp	Limbah cair tahu, air kelapa, onggok ditambah mineral NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> 0,15%; MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O 0,1%; KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> 0,25%	t.a	Dihasilkan karoten tertinggi yaitu 108,26 µg/100 ml	Nuraida et al. (1996)
<i>Neurospora sitophila</i>	Campuran ampas tahu dan onggok	PK 16,46%; LK 4,25%; HCN 0,43%; antitripsin 5,97%	PK 23,94%; LK 6,57%; HCN 0,38%; antitripsin 5,51%	Kalsum & Sjoefjan (2008)
<i>Neurospora crassa</i>	Campuran onggok dan ampas tahu	Lisin 0,23%; metionin 0,10%; triptofan 0,05%	Lisin 1,58%; metionin 0,37%; triptofan 0,13%	Nuraini et al. (2008)
<i>Neurospora crassa</i>	Kombinasi onggok, ampas tahu, bungkil sawit, bekatul	t.a	Level karbon:nitrogen = 60:40%, diperoleh β-karoten 234,32 µg/g; PK 15,63% dan SK 13,10%	Nuraini et al. (2009)
<i>Neurospora</i> sp	Lumpur sawit ditambah mineral 3,6% (NH <sub>4</sub> 2SO <sub>4</sub> ; NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> 0,75%; MgSO <sub>4</sub> 0,25%; KCl 0,075%)	PK 13,57%; total asam amino 7,02%; lisin 0,34%; metionin 0,29%; β-karoten 1873,40 µ/100g; SK 28,03%	PK 23,45%; total asam amino 8,54%; lisin 0,39%; metionin 0,36%; β-karoten 3735,80 µ/100g; SK 23,45%	Fenita et al. (2010a)
<i>Neurospora</i> sp	Ampas sugu	PK 3,29%; SK 18,5%	PK 13,15%; SK 14,28%	Martaguri et al. (2011)
<i>Neurospora sitophila</i>	Tepung daun mengkudu	β-karoten dalam ransum 14,80 mg/kg	β-karoten dalam ransum 118,40 mg/kg	Syahrudin et al. (2011)

t.a: Tidak ada data

Golongan karoten dikenal sebagai prekursor provitamin A. Fenita et al. (2010a) melaporkan terjadi peningkatan kandungan β-karoten pada substrat jika dibandingkan dengan sebelum difermentasi dengan kapang *Neurospora* sp.

Fermentasi dengan kapang *Neurospora* memiliki kemampuan menguraikan protein beserta asam amino (Banerjee et al. 1995). Fermentasi dengan *Neurospora* dapat memproduksi enzim protease yang dapat mencerna protein menjadi asam amino dan lipase yang mencerna lemak, trigliserida menjadi asam lemak bebas (Kurniati 2012).

#### PENGGUNAAN BAHAN PAKAN YANG DIFERMENTASI DENGAN KAPANG KAROTENOGENIK *NEUROSPORA* PADA TERNAK UNGGAS

Produk fermentasi dengan menggunakan kapang karotenogenik *Neurospora*, dapat dikonsumsi dan memberikan pengaruh yang baik terhadap produktivitas unggas pedaging dan petelur (Tabel 3). Berdasarkan hasil penelitian (Mahfudz 2006a) diperoleh hasil terbaik penggunaan produk fermentasi dengan level 15%, itik mampu memanfaatkan protein dengan baik, sehingga dapat menggantikan sebagian bahan pakan sumber protein. Pemberian pakan fermentasi dengan kapang karotenogenik *Neurospora* dengan level tertinggi (20%) pada ayam *broiler* memiliki efek

positif terhadap produktivitas meliputi peningkatan bobot badan dan persentase karkas pada ayam *broiler* sehingga memberikan *income over feed cost* (IOFC) yang besar terhadap keuntungan peternak (Mahfudz 2006b). Baik pada unggas pedaging maupun petelur, hasil yang tidak berbeda nyata dengan kontrol akibat dari penggunaan produk karotenogenik *Neurospora*, membuktikan tidak terdapat pengaruh negatif (penurunan produktivitas) dari penggunaan produk (Fenita et al. 2010b; Nuraini et al. 2014; Desi et al. 2015). Uraian tersebut membuktikan produk fermentasi dengan kapang karotenogenik *Neurospora* mempunyai nilai nutrisi yang baik serta dapat dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi unggas dengan baik yang ditandai dengan produktivitas yang sama dengan perlakuan kontrol atau meningkat, sehingga dapat digunakan sebagai bahan pakan alternatif untuk menggantikan sebagian bahan pakan konvensional. Penggunaan limbah pertanian yang telah difermentasi dengan kapang karotenogenik *Neurospora* mengakibatkan jumlah proporsi limbah pertanian yang digunakan dalam menyusun ransum meningkat jika dibandingkan dengan limbah pertanian tanpa proses fermentasi. Pemberian produk fermentasi dengan kapang karotenogenik *Neurospora* memberikan efek terhadap kualitas daging dan telur (Tabel 4). Penurunan kandungan kolesterol daging terjadi pada ayam *broiler* yang diberikan pakan fermentasi dengan kapang karotenogenik *Neurospora* (Syahrudin et al. 2011).

**Tabel 3.** Penggunaan pakan yang difermentasi dengan kapang karotenogenik dan efeknya terhadap produktivitas unggas

Mikroorganisme	Substrat	Proporsi dalam ransum perlakuan	Respon pada ternak	Sumber
<i>Neurospora sitophila</i>	Ampas tahu	7,5-15%	Pemberian fermentasi ampas tahu level 15% tidak berpengaruh nyata terhadap efisiensi penggunaan protein pada itik	Mahfudz (2006a)
<i>Neurospora</i> sp	Ampas tahu	10-20%	Terjadi peningkatan performans (konsumsi, efisiensi ransum, PBB) dan bobot karkas pada <i>broiler</i>	Mahfudz (2006b)
<i>Neurospora</i> sp	Lumpur sawit	15%	Penggunaan lumpur sawit dalam ransum tidak berpengaruh nyata terhadap konsumsi, konversi, produksi telur dan IOFC	Fenita et al. (2010b)
<i>Neurospora crassa</i>	Tepung kulit pisang dan ampas tahu	0-20%	Tidak berpengaruh nyata terhadap konsumsi, PBB, bobot badan, konversi ransum dan persentase karkas	Nuraini et al. (2014)
<i>Neurospora crassa</i>	Tepung kulit pisang	3-21%	Pemberian tepung kulit pisang tidak berpengaruh nyata terhadap bobot karkas dan persentase karkas	Desi et al. (2015)

PBB: Pertambahan bobot badan

**Tabel 4.** Pengaruh pemanfaatan pakan fermentasi kapang karotenogenik terhadap kualitas produk unggas

Jenis substrat	Penggunaan substrat dalam ransum (%)	Kolesterol produk (mg/100 g)	Karoten telur ( $\mu$ g/100 g)	Skor warna kuning telur	Sumber
Campuran onggok dan ampas tahu	0	207,20	td	8,40	Nuraini et al. (2008)
	10	175,40	td	9,00	
	20	143,40	td	10,00	
	30	117,80	td	10,60	
Lumpur sawit	0	309,30	452,30	5,83	Fenita et al. (2010a)
	5	286,40	523,40	7,14	
	10	282,10	645,80	7,97	
	15	253,20	687,90	8,67	
	20	246,00	723,50	9,88	

td: Tidak diamati

Kandungan kolesterol turun dengan semakin tingginya substrat fermentasi dalam ransum, yaitu dari 73,17 mg/100 g (kontrol) menjadi 31,49 mg/100 g saat substrat tepung daun mengkudu di dalam ransum sebesar 21%. Berdasarkan penelitian Nuraini et al. (2008) diperoleh peningkatan bobot telur, warna kuning telur dan kandungan kolesterol yang rendah jika dibandingkan tanpa pemberian produk fermentasi. Kandungan kolesterol pada daging ayam *broiler* turun dari 75,08 mg/100 g (kontrol) menjadi 55,43 mg/100 g ketika campuran asmpas sagu-tahu yang difermentasi *Neuspora* digunakan sekitar 21% di dalam ransum. Pemberian produk fermentasi yang meningkat memiliki hasil yang positif selaras dengan performans dan kualitas telur. Demikian juga hasil dari penelitian Fenita et al. (2010a), semakin tinggi penggunaan produk fermentasi semakin meningkat pula kualitas telur, karena terjadi peningkatan karoten dan penurunan kolesterol jika dibandingkan dengan kontrol yaitu karoten 452,3 vs 723,5  $\mu$ /100g dan kolesterol 309,3 vs 246 mg/butir. Peningkatan konsumsi  $\beta$ -karoten

mengakibatkan penurunan kandungan kolesterol karena  $\beta$ -karoten dapat menghambat kerja enzim HMG-KoA reduktase (hidroksimetil glutaryl-KoA) yang berperan dalam pembentukan mevalonat pada proses biosintesis kolesterol (Laszo et al. 2005). Telah terbukti bahwa produk pakan fermentasi dengan kapang karotenogenik *Neurospora* dapat digunakan sebagai bahan pakan penyusun ransum serta meningkatkan kualitas produk unggas.

## KESIMPULAN

Limbah pertanian yang difermentasi dengan kapang karotenogenik *Neurospora* dapat digunakan sebagai alternatif bahan pakan bagi ternak unggas dengan memperhatikan proporsi dalam ransum. Fermentasi kapang karotenogenik *Neurospora* dapat meningkatkan nutrisi bahan pakan berupa penurunan serat kasar, peningkatan protein kasar dan karotenoid sehingga unggas dapat mencapai produktivitas dan kualitas produk dengan biaya yang lebih efisien.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anton M, Nau F, Nys Y. 2005. Bioactive egg components and their potential uses. In: The XIth European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products. Doorwerth, 23-26 May 2005. Oxon (UK): CABI. p. 237-244.
- Banerjee UC, Chisti Y, Young MM. 1995. Effect of substrate particle size and alkaline pretreatment on protein enrichment by *Neurospora sitophila*. *Resour Conserv Recycl*. 13:139-146.
- Boni I, Nurul H, Noryati I. 2010. Comparison of meat quality characteristics between young and spent quails. *Int Food Res*. 17:661-666.
- Bortolotti GR, Negro JJ, Surai PF, Prieto P. 2003. Carotenoids in eggs and plasma of red-legged partridges: effects of diet and reproductive output. *Physiol Biochem Zool*. 76:367-374.
- Desi R, Santosa U, Zain B. 2015. Pengaruh pemberian tepung kulit pisang fermentasi dengan *Neurospora crassa* terhadap kualitas karkas ayam *broiler* [Skripsi]. [Bengkulu (Indonesia)]: Universitas Bengkulu.
- Díaz-Sánchez V, Estrada AF, Trautmann D, Limón MC, Al-Babili S, Avalos J. 2011. Analysis of al-2 mutations in *Neurospora*. *PLoS ONE*. 6:e21948.
- Dogaris I, Vakontios G, Kalogeris E, Mamma D, Kekos D. 2009. Induction of cellulases and hemicellulases from *Neurospora crassa* under solid-state cultivation for bioconversion of sorghum bagasse into ethanol. *Ind Crops Prod*. 29:404-411.
- Fenita Y, Santoso U, Prakoso H. 2010a. Pengaruh lumpur sawit fermentasi dengan *Neurospora* sp terhadap performans produksi dan kualitas telur. *JITV*. 15:88-96.
- Fenita Y, Santosa U, Prakoso H. 2010b. Pengaruh suplementasi asam amino lisin, metionin, triptopan dalam ransum berbasis lumpur sawit fermentasi terhadap performans produksi dan kualitas telur ayam ras. *J Sains dan Peternakan Indonesia*. 5:105-114.
- Fleißner AAR, Simonin, Glass NL. 2008. Cell fusion in the filamentous fungus, *Neurospora crassa*. *Cell Fusion: Overviews and Methods*. Totowa (US): Humana Press.
- García D, Stchigel AM, Cano J, Guarro J, Hawksworth DL. 2004. A synopsis and re-circumscription of *Neurospora* (syn. *Gelasinospora*) based on ultrastructural and 28S rDNA sequence data. *Mycol Res*. 108:1119-1142.
- Glass NL, Rasmussen C, Roca MG, Read ND. 2004. Hyphal homing, fusion and mycelial interconnectedness. *Trends Microbiol*. 12:135-141.
- Guntoro S, Yasa IMR. 2005. Penggunaan limbah kakao terfermentasi untuk pakan ayam buras petelur. *J Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*. 8:261-268.
- Hartadi H, Reksodiprodjo S, Tillman AD. 1997. Tabel komposisi pakan untuk Indonesia. Cetakan Keempat. Yogyakarta (Indonesia): Gajah Mada University Press.
- Ikatrinasari ZF. 1995. Penggunaan nitrogen dan mineral mikro dalam produksi selulase pada medium limbah padat kelapa sawit oleh *Neurospora sitophila*. [Skripsi]. [Bogor (Indonesia)]: Institut Pertanian Bogor.
- Jacobson DJ, Dettman JR, Adams RI, Boesl C, Sultana S, Roenneberg T, Merrow M, Duarte M, Marques I, Ushakova A, et al. 2006. New findings of *Neurospora* in Europe and comparisons of diversity in temperate climates on continental scales. *Mycologia*. 98:550-559.
- Kalsum U, Sjojfan O. 2008. Pengaruh waktu inkubasi campuran ampas tahu dan onggok yang difermentasi dengan *Neurospora sitophila* terhadap kandungan zat makan. Dalam: Sani Y, Martindah E, Nurhayati, Puastuti W, Sartika T, Parede L, Anggraeni A, Natalia L, penyunting. Inovasi Teknologi Mendukung Pengembangan Agribisnis Peternakan Ramah Lingkungan. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor, 11-12 November 2008. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. hlm. 226-232.
- Kenyamu M, Mappiratu, Nurakhirawati. 2014. Kajian waktu simpan karoten kapang oncom merah (*Neurospora* sp) yang diproduksi pada media tongkol jagung. *Online J Nat Sci*. 3:62-69.
- Kurniati T. 2012. Detoxification through fermentation by consortium of *Aspergillus niger* and *Neurospora sitophila* towards the degree of forbol ester and nutrition value of *Jatropha curcas* L. for broiler's feed. *J Asian Sci Res*. 2:317-324.
- Laszo B, Zsuzsanna K, Balazs G, Katalin R, Aannamaria K, Csaba S. 2005. Studies on the effects of lycopen in poultry (hen and quail). In: International Seminar Animal Health Vol 2. Warsaw, 4-8 September 2005. Oxfordshire (UK): CABI. p. 65-68.
- Lee CY, Lee BD, Na JC, An G. 2010. Carotenoid accumulation and their antioxidant activity in spent laying hens as affected by polarity and feeding period. *Asian-Australasian J Anim Sci*. 23:799-805.
- Li Q, Ng WT, Wu JC. 2014. Isolation, characterization and application of a cellulose-degrading strain *Neurospora crassa* S1 from oil palm empty fruit bunch. *Microb Cell Fact*. 13:1-8.
- Mahfudz LD. 2006a. Efektivitas oncom ampas tahu sebagai bahan pakan ayam pedaging. *Anim Prod*. 8:108-114.
- Mahfudz LD. 2006b. Pengaruh penggunaan ampas tahu fermentasi terhadap efisiensi penggunaan protein itik tegal jantan. *J Indonesia Trop Anim Agric*. 31:129-134.
- Martaguri I, Mirnawati, Muis H. 2011. Peningkatan kualitas ampas sagu melalui fermentasi sebagai bahan pakan ternak. *J Peternak*. 8:38-43.
- Mathius IW, Sinurat AP. 2001. Pemanfaatan bahan pakan inkonvensional untuk pakan ternak. *Wartazoa*. 11:20-31.

- Mueller L, Boehm V. 2011. Antioxidant activity of  $\beta$ -carotene compounds in different *in vitro* assays. *Molecules*. 16:1055-1069.
- Mulyono AWM, Sariri AK, Yakin EA. 2011. Penggantian sebagian jagung menggunakan onggok dan onggok-terfermentasi terhadap pencernaan nutrisi ayam petelur. Dalam: Seminar Hasil Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Tahun 2011. Sukoharjo (Indonesia): LPPM Univet Bantara Sukoharjo. hlm. 1-6.
- Noverina N, Harlina T, Yolandasari D, Septianie A, Nugraha K, Dhalika T, Budiman A, Mansyur. 2013. Evaluasi nilai nutrisi tongkol jagung hasil bioproses kapang *Neurospora sitophila* dengan suplementasi sulfur dan nitrogen. Laporan penelitian. Bandung (Indonesia): Universitas Padjajaran.
- Novianti T, Wignyanto, Nurika I. 2004. Optimalisasi produksi spora  $\beta$ -karoten dari kapang *Neurospora sitophila* menggunakan metode permukaan respon. *J Teknologi Pertanian*. 5:64-75.
- Nuraida L, Sihombing SH, Fardiaz S. 1996. Produksi karotenoid pada limbah cair tahu, air kelapa dan onggok oleh kapang *Neurospora* sp. *Teknologi dan Industri Pangan*. 7:67-74.
- Nuraini, Djulardi A, Mahata ME. 2014. Feeding fermented product by *Phanerochaete chrysosporium* and *Neurospora crassa* in broiler diet. *Int J Res Agric Sci*. 1:361-362.
- Nuraini, Sabrina, Latif SA. 2008. Performans ayam dan kualitas telur yang menggunakan ransum mengandung onggok fermentasi dengan *Neurospora crassa*. *Media Peternakan*. 31:195-202.
- Nuraini, Sabrina, Latif SA. 2009. Improving the quality of tapioca by product through fermentation by *Neurospora crassa* to produce  $\beta$ -carotene rich feed. *Pakistan J Nutr*. 8:487-490.
- Pasaribu T. 2007. Produk fermentasi limbah pertanian sebagai bahan pakan unggas di Indonesia. *Wartazoa*. 17:109-116.
- Perkins DD, Turner BC. 1988. *Neurospora* from natural populations: Toward the population biology of a haploid eukaryote. *Exp Mycol*. 12:91-131.
- Prawirodigdo S. 2005. Urgensi evaluasi bahan pakan asli Indonesia sebagai pilar utama untuk menopang usaha ayam lokal. Dalam: Lokakarya Nasional Inovasi Teknologi Pengembangan Ayam Lokal. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. hlm. 149-162.
- Prayitno AH, Suryanto E, Zuprizal. 2010. Kualitas fisik dan sensoris daging ayam *broiler* yang diberi pakan dengan penambahan ampas *virgin coconut oil* (VCO). *Bul Peternakan*. 34:55-63.
- Priatni S. 2014. Review: Potential production of carotenoids from *Neurospora*. *Biosains*. 6:63-68.
- Radic T. 2011. Genetics and physiology of the circadian system in *Neurospora crassa* wild-type isolates [Dissertation]. [München (Germany)]: Ludwig-Maximilians-Universität München.
- Romero M., Aguado J, González L, Ladero M. 1999. Cellulase production by *Neurospora crassa* on wheat straw. *Enzyme Microb Technol*. 25:244-250.
- Sinurat AP, Setiadi P, Purwadaria T, Setioko AR, Dharma J. 1995. Nilai gizi bungkil kelapa yang difermentasi dan pemanfaatannya dalam ransum itik jantan. *JITV*. 1:161-168.
- Sinurat AP. 2003. Pemanfaatan lumpur sawit untuk bahan pakan unggas. *Wartazoa*. 13:39-47.
- Suprijatna E, Sunarti D, Atmomarsono U, Sarengat W. 2012. Kesiapan bahan pakan dalam mendukung pengembangan unggas lokal. Dalam: Workshop Nasional Unggas Lokal. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. hlm. 24-33.
- Syahrudin E, Abbas H, Heryandi Y. 2011. Pengaruh pemberian daun mengkudu (*Morinda citrifolia* L) fermentasi terhadap kandungan kolesterol karkas ayam *broiler*. *JITV*. 16:266-271.
- Tan Y. 2003. *Neurospora crassa* - A model system for photoperiodism and circadian rhythm research [Dissertation]. [München (German)]: Universität zu München.
- Tangendjaja B. 2007. Inovasi teknologi pakan menuju kemandirian usaha ternak unggas. *Wartazoa*. 17:12-20.
- Tanwiriah W, Garnida D, Asmara IY. 2006. Pengaruh tingkat pemberian ampas tahu dalam ransum terhadap performan entok (*Muscovy duck*) pada periode pertumbuhan. Laporan hasil penelitian. Bandung (Indonesia): Universitas Padjajaran.
- Uhi HT. 2007. Peningkatan nilai nutrisi ampas sagu (*Metroxylon* sp) melalui bio-fermentasi. *J Ilmu Ternak*. 7:26-31.
- Ulfah TA, Bamualim U. 2002. Pemanfaatan ampas sagu (*Metroxylon* sp) nonfermentasi dan fermentasi dalam ransum terhadap pertumbuhan ayam buras periode *grower*. Dalam: Haryanto B, Setiadi B, Adjid RMA, Sinurat AP, Situmorang P, Prawiradiputra RB, Tarigan S, Wiyono A, Purwadaria T, Murdiati TB, et al., editors. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor, 30 September-1 Oktober 2002. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. hlm. 248-250.
- Wina E. 2008. Manfaat senyawa karotenoid dalam hijauan pakan untuk sapi perah. Dalam: Semiloka Nasional Prospek Industri Sapi Perah Menuju Perdagangan Bebas 2020. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. hlm. 124-129.
- Yohanista M, Sofjan O, Widodo E. 2014. Evaluasi nutrisi campuran onggok dan ampas tahu terfermentasi *Aspergillus niger*, *Rizhopus oligosporus* dan kombinasi sebagai bahan pakan pengganti tepung jagung. *J Ilmu-Ilmu Peternakan*. 24:72-83.
- Zainuddin D. 2005. Strategi pemanfaatan pakan sumberdaya lokal dan perbaikan manajemen ayam lokal. Dalam: Lokakarya Nasional Inovasi Teknologi Pengembangan Ayam Lokal. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. hlm. 32-41.