

**PERKEMBANGAN MIKROBIA USUS AYAM BROILER YANG DIBERI PAKAN
STEPDOWN PROTEIN DENGAN PENAMBAHAN ASAM SITRAT
SEBAGAI ACIDIFIER**

*INTESTINAL MICROBIAL GROWTH OF BROILER CHICKENS GIVEN DIETARY
PROTEIN STEPDOWN WITH ADDITION OF CITRIC ACID AS ACIDIFIER*

Imam, S., L. D. Mahfudz dan N. Suthama

Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro
Jl. Drh. R. Soejono Koesoemowardojo, Tembalang, Semarang
E-mail: shokhirulimam@gmail.com

Diterima: 20 September 2018, Direvisi: 26 September 2018, Disetujui: 12 Oktober 2018

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektifitas penambahan asam sitrat (AS) sebagai *acidifier* dalam pakan *stepdown* protein periode *starter* dan *finisher* terhadap perkembangan bakteri asam laktat (BAL) dan *Escherichia coli* (*E. coli*). Perlakuan dimulai pada saat broiler berumur 8 hari dengan rata-rata bobot badan $186,23 \pm 0,68$ g. Bahan pakan terdiri dari jagung, bekatul, tepung ikan, bungkil kedelai, minyak nabati, CaCO_3 , asam sitrat sintetik (ASS) dan asam sitrat jeruk nipis (ASJN). Kandungan protein dan energi metabolis pada pakan periode *starter* masing-masing 21,41% dan 2.856,91 kkal/kg untuk pakan kontrol dan masing-masing 19,25% dan 2.884,12 kkal/kg untuk pakan *stepdown* protein. Kandungan protein dan energi metabolis pada pakan periode *finisher* sama dengan pakan periode *starter stepdown* protein, sedangkan pakan *stepdown* protein masing-masing mengandung 17,37% dan 2.882,13 kkal/kg. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 7 perlakuan (4 ulangan) yaitu T₀ (kontrol tanpa *stepdown* dan AS), T₁ (*stepdown* tanpa AS), T₂ (*stepdown* + 0,8% ASJN), T₃ (*stepdown* + 0,4% ASS), T₄ (*stepdown* + 0,8% ASS), T₅ (*stepdown* + 1,2% ASS) dan T₆ (*stepdown* + 1,6% ASS). Parameter penelitian meliputi potensial hidrogen (pH) digesta, BAL dan *E. coli*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pakan *stepdown* protein dengan penambahan AS sebagai *acidifier* nyata ($p < 0,05$) menurunkan pH dan jumlah *E. coli* dan meningkatkan jumlah BAL. Simpulan penelitian adalah penggunaan ASS pada taraf 0,8% sebagai *acidifier* dengan pakan *stepdown* pada periode *starter* dan *finisher* efektif menurunkan pH dan jumlah *E. coli* dan meningkatkan populasi BAL.

Kata kunci : broiler, pakan *stepdown* protein, *acidifier*, bakteri asam laktat dan *Escherichia coli*.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effectiveness of the addition of citric acid (CA) as acidifiers in dietary protein stepdown of starter and finisher periods of broiler on the development of lactic acid bacteria (LAB) and Escherichia coli (E. coli). Dietary treatment was initiated when the broiler was 8-day-old with initial body weight of $186.23 \pm$

0.68 g. Feed was composed of corn, rice bran, fish meal, soybean meal, vegetable oil, CaCO₃, citric acid (CA), both synthetic citric acid (SCA) and lime citric acid (LCA). Protein and metabolizable energy contents of starter feed was 21.4% and 2856.9 kcal/kg, respectively for normal level, and 19.2% and 2884.1 kcal/kg, respectively for protein stepdown. Protein and metabolizable energy contents of finisher normal feed was similar to those of dietary protein stepdown for starter, while those of dietary protein stepdown of finisher feed was 17.3% and 2882.1 kcal/kg, respectively. A total of 168 birds of broiler were allocated into 7 treatments and 4 replicates (birds each) based on a completely randomized design arrangement. Dietary treatments applied were T0 (normal without stepdown and CA), T1 (stepdown without CA), T2 (stepdown + 0.8% LCA), T3 (stepdown + 0.4% SCA), T4 (stepdown + 0.8% SCA), T5 (stepdown + 1.2% SCA) and T6 (stepdown + 1.6% SCA). Parameters observed were potential hydrogen (pH) of digesta, and populations of LAB and *E. coli*. The results showed that feeding protein stepdown with the addition of CA as acidifiers significantly ($p < 0.05$) decreased pH and the amount of *E. coli* and increased the number of LAB. In conclusion, SCA addition at the level of 0.8% as acidifiers in dietary protein stepdown effectively decreases pH and the amount of *E. coli* and, on the other hand, increases the population of LAB.

Keywords: broiler, dietary protein stepdown, acidifiers, lactic acid bacteria, *Escherichia coli*

PENDAHULUAN

Ayam broiler sampai saat ini masih menjadi andalan untuk memenuhi kebutuhan daging secara nasional. Kemampuan ayam broiler tumbuh cepat dan menghasilkan daging pada umur relatif muda menyebabkan komoditi unggas ini mempunyai kontribusi yang sangat besar terhadap produksi daging di Indonesia. Kecepatan pertumbuhan broiler harus diimbangi dengan kualitas pakan yang tinggi, terutama kandungan protein. Pakan mengandung protein tinggi konsekuensinya adalah harga menjadi mahal, karena protein harganya mahal. Berhubung biaya pakan dalam dalam usaha peternakan paling tinggi (70-80%), maka diperlukan cara untuk untuk menurunkan harga pakan yaitu dengan upaya menurunkan kandungan protein yang disebut *stepdown* protein.

Penurunan protein pakan (*stepdown* protein) tidak berdampak pada konsumsi dan konversi pakan (Razaei *et al.*, 2004 dan Waldroup *et al.*, 2005).

Khajali dan Moghaddam (2006) menyatakan bahwa penurunan protein sampai 16% pada periode *finisher* tidak mempengaruhi konsumsi pakan dan penambahan bobot badan. Berbeda halnya dengan yang dilaporkan oleh Razaei *et al.* (2004) bahwa protein rendah mengakibatkan penurunan bobot badan fase *starter* dan *grower*, menurunkan konsumsi pakan fase *starter* dan meningkatkan persentase lemak abdominal. Penurunan protein pakan di bawah 22% menyebabkan menurunnya bobot badan dan peningkatan konversi pakan (Jiang *et al.*, 2005). Oleh sebab itu, pemberian pakan dengan protein rendah atau *stepdown* protein harus diikuti dengan upaya untuk meningkatkan penyerapan protein dengan mengantisipasi dampak negatif yang ditimbulkan sebagai akibat dari kemungkinan kekurangan protein, kekhawatiran tersebut dapat diatasi dengan penambahan *feed additive* berupa *acidifier* asam sitrat.

Stepdown protein pakan sampai 18% yang ditambah *acidifier* asam sitrat

pada umur 21 hari dapat meningkatkan pertambahan bobot badan broiler. Asam sitrat juga memperbaiki konversi pakan, karakteristik karkas dan bobot organ (El-Hakim *et al.*, 2009). *Stepdown* protein pada periode *starter* yang diturunkan sampai 19% ditambah dengan *acidifier* asam sitrat dapat meningkatkan tinggi vili usus halus dan memperbaiki ketahanan tubuh dilihat dari peningkatan bobot bursa serta penurunan limpa dan rasio H/L (Jamilah *et al.*, 2013 dan Jamilah *et al.*, 2014). Sedangkan penggunaan protein rendah (*stepdown* protein) pada periode *starter* dan *finisher* yang diturunkan sampai 19% dan 17% ditambah dengan *acidifier* asam sitrat meningkatkan deposisi protein dan kalsium pada daging serta efisiensi produksi pada usaha peternakan broiler (Saputra *et al.*, 2014^a dan Saputra *et al.*, 2014^b).

Efektivitas *acidifier* pada ayam broiler dapat dilihat dari penurunan pH saluran pencernaan. Penurunan pH berdampak pada peningkatan jumlah bakteri asam laktat (BAL) sebagai bakteri bermanfaat dan dapat menekan bakteri patogen yaitu *Escherichia coli* (*E. coli*) (Kurniagung *et al.*, 2012). Bakteri asam laktat mampu hidup pada pH asam, sedangkan bakteri patogen hanya hidup pada kondisi netral. Bakteri asam laktat menghasilkan bakteriosin untuk menekan pertumbuhan bakteri patogen *E. coli* dalam kompetisi penempelan di mukosa usus halus (*competitive exclusion*). Proses

tersebut dapat mempertahankan permeabilitas sel usus sebagai awal mula ketahanan tubuh alami dan mencegah senyawa berbahaya, seperti bakteri patogen tidak dapat menembus sel usus halus, sehingga kondisi pencernaan lebih sehat. Berdasarkan fenomena diatas, dilakukan penelitian untuk klarifikasi kaitan antara pakan *stepdown starter* dan *finisher* dengan penambahan *acidifier* asam sitrat sintetik berdasarkan perkembangan bakteri asam laktat dan *Escherichia coli*. Asam sitrat sebagai *acidifier* dalam pakan *stepdown* protein pada periode *starter* dan *finisher* diharapkan mampu meningkatkan kesehatan usus halus melalui perbaikan keseimbangan bakteri asam laktat dan *Escherichia coli*.

MATERI DAN METODE

Ternak yang digunakan pada penelitian adalah ayam broiler strain *Lohmann* MB 202 umur 8 hari sebanyak 168 ekor yang terdiri dari 84 ekor jantan dan 84 ekor betina dengan rata-rata bobot badan $186,23 \pm 0,68$ g. Ayam broiler dipelihara sistem *litter* yang berjumlah 28 unit dengan ukuran 1 x 1 x 0,6 m, setiap unit kandang berisi 3 ekor ayam jantan dan 3 ekor ayam betina. Bahan pakan terdiri dari jagung, bekatul, tepung ikan, bungkil kedelai, minyak nabati, CaCO_3 dan tepung kulit kerang. Bahan *acidifier* terdiri dari asam sitrat sintetik dan jeruk nipis.

Tabel 1.
Komposisi dan Kandungan Nutrien Pakan Perlakuan

Bahan Baku Pakan	Pakan Perlakuan		
	<i>Starter</i>		<i>Finisher</i>
	Normal (P ₀)	<i>Stepdown</i> (P ₁)	<i>Stepdown</i> (P ₂)
	----- % -----		
Jagung	48,00	53,00	53,50
Bekatul	14,00	16,00	21,50
Minyak Nabati	2,00	1,00	0,50
Bungkil Kedelai	28,00	22,00	16,50
Tepung Ikan	6,50	6,50	6,50
CaCO ₃	0,50	0,50	0,50
Tepung Kulit Kerang	1,00	1,00	1,00
TOTAL	100,00	100,00	100,00
Kandungan Nutrien (%)*			
Energi Metabolis (kkal/kg)**	2.856,91	2.884,12	2.882,13
Protein Kasar	21,41	19,25	17,37
Serat Kasar	5,09	5,18	5,75
Lemak Kasar	6,04	6,33	6,37
Ca	1,00	0,98	0,95
P	0,41	0,43	0,45
Lisin***	1,41	1,23	1,09
Metionin***	0,43	0,40	0,37
Arginin***	1,53	1,34	1,17

Komposisi dan kandungan nutrien *starter step down* sama dengan *finisher* normal

* Dianalisis di Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Pakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro (2013)

** EM (kkal/kg) = 40,81 [0,87 (PK + 2,25 x LK + BETN) + k] (Balton, 1967) dalam Murwani (2010)

***Berdasarkan Tabel Kandungan Nutrisi Bahan Pakan (Amrullah, 2004)

Peralatan yang digunakan dalam penelitian adalah timbangan digital kapasitas 5 kg dengan ketelitian 1 g untuk menimbang bahan penyusun pakan, jumlah pemberian dan sisa pakan serta bobot badan ayam. Peralatan lain meliputi nampan untuk mencampur bahan pakan, wadah untuk menempatkan pakan, tempat minum sebagai tempat air minum ayam, *brooder* sebagai penghangat utama DOC, *thermometer* untuk mengukur suhu dalam dan luar kandang dan *hygrometer* untuk mengukur kelembaban.

Saat ayam umur 1-7 hari dipelihara dalam kandang *brooder* dengan suhu 34°C

dan diberi pakan pabrikan. Mulai umur 8 - 35 hari ayam dipelihara pada kandang koloni dengan suhu alami lingkungan dan dimasukkan dalam unit kandang sesuai dengan perlakuan. Pakan dan air minum diberikan *ad libitum* dan sisa pakan ditimbang setiap hari. Ayam diberi vaksin ND I pada umur 3 hari, selanjutnya vaksin gumboro diberikan pada umur 14 hari dan ND II pada umur 21 hari.

Parameter penelitian yang diamati adalah potensial hidrogen (pH) digesta dan mikrobial usus halus (bakteri asam laktat dan *Escherichia coli*) yang diukur pada akhir masa perlakuan yaitu pada saat ayam

umur 35 hari. Potensial hidrogen digesta usus halus, meliputi duodenum (dari pangkal usus yang menempel pada *gizzard* sampai ujung *duodenal loop*), jejunum (dari ujung *duodenal loop* sampai *meckel's divertikulum*) dan ileum (dari *meckel's divertikulum* sampai pertemuan dengan sekum atau *ileo-caecal junction*) yang diambil dari 28 sampel (masing-masing unit percobaan terdiri 1 sampel), dipotong, kemudian diukur dengan memasukkan jarum alat pengukur pH elektrik, sehingga terbaca pH digesta. Sampel digesta dari ayam yang sama, khususnya bagian duodenum, ditampung ke dalam botol kecil dan segera disimpan dalam *coolbox* yang telah berisi es batu, kemudian untuk selanjutnya analisis bakteri asam laktat (BAL) dan *Escherichia coli* (*E. coli*). Jumlah bakteri dihitung dengan cara memasukkan 1 ml digesta ke dalam tabung reaksi yang berisi 5 ml NaCl, kemudian diencerkan 4 kali untuk menghitung BAL dan 2 kali untuk menghitung *E. coli*. Hasil tersebut

dimasukkan ke dalam cawan petri yang berisi MRS untuk media pertumbuhan BAL (10^4) dan EMBA untuk media pertumbuhan *E. coli* (10^2), kemudian diratakan dengan *threeangel*, setelah itu masing-masing dimasukkan ke dalam inkubator selama 2 hari dengan suhu 36°C . Selanjutnya, dikeluarkan dari inkubator dan dibiarkan pada suhu ruang selama satu hari dan terakhir dihitung jumlah koloni BAL dan *E. coli*.

Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 7 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan dalam penelitian adalah pakan *stepdown* yang diterapkan pada fase *starter* dan *finisher* yang dikombinasikan dengan asam sitrat sintetik dan jeruk nipis sebagai *acidifier* (Tabel 2). Data dianalisis ragam menggunakan uji F (ANOVA) dengan $\alpha=5\%$ dan jika pengaruh perlakuan nyata ($P<0,05$), dilanjutkan dengan uji Wilayah Berganda Duncan (Steel dan Torrie, 1995).

Tabel 2.
Perlakuan Pakan

<i>Starter</i>	<i>Finisher</i>
T ₀ : P ₀	T ₀ : P ₁
T ₁ : P ₁	T ₁ : P ₂
T ₂ : P ₁ + 0,8% asam sitrat dari jeruk nipis	T ₂ : P ₂ + 0,8% asam sitrat dari jeruk nipis
T ₃ : P ₁ + 0,4% asam sitrat sintetik	T ₃ : P ₂ + 0,4% asam sitrat sintetik
T ₄ : P ₁ + 0,8% asam sitrat sintetik	T ₄ : P ₂ + 0,8% asam sitrat sintetik
T ₅ : P ₁ + 1,2% asam sitrat sintetik	T ₅ : P ₂ + 1,2% asam sitrat sintetik
T ₆ : P ₁ + 1,6% asam sitrat sintetik	T ₆ : P ₂ + 1,6% asam sitrat sintetik

T₀-T₆ : Kode Perlakuan

P₀, P₁ dan P₂ masing-masing merupakan pakan normal *starter*, *stepdown starter* dan *stepdown finisher* seperti pada Tabel 1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai pH usus halus bagian duodenum, jejunum dan ileum serta jumlah bakteri asam laktat dan *Escherichia coli* pada duodenum

tercantum pada Tabel 3. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa pemberian pakan *stepdown* protein dengan penambahan asam sitrat sebagai *acidifier* tidak mempengaruhi ($p>0,05$) pH

duodenum dan jejunum, tetapi berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap pH ileum. Meskipun pH duodenum dan jejunum secara statistik tidak berbeda nyata, tetapi secara numerik memperlihatkan sedikit penurunan pH akibat perlakuan *stepdown* protein yang dikombinasikan dengan penambahan asam sitrat sintetis pada T4 (*stepdown* protein + 0,8% asam sitrat sintetis), T5 (*stepdown* protein + 1,2% asam sitrat sintetis) dan T6 (*stepdown* protein + 1,6% asam sitrat sintetis) demikian pula asam sitrat alami pada T2 (*stepdown* protein + 0,8% asam sitrat jeruk nipis). Nilai pH duodenum dan

jejunum yang sedikit menurun didukung oleh pH ileum yang nyata rendah pada T4 (*stepdown* protein + 0,8% asam sitrat sintetis) diikuti dengan T5 (*stepdown* protein + 1,2% asam sitrat sintetis) dibandingkan dengan perlakuan lain. Fenomena tersebut menunjukkan bahwa asam sitrat sintetis maupun alami yang dosisnya tepat, efektif menurunkan pH saluran pencernaan secara keseluruhan. Nourmohammadi *et al.* (2010) melaporkan bahwa penggunaan asam sitrat menurunkan pH di dalam saluran pencernaan bagian *crop*, *gizzard*, duodenum, jejunum dan ileum.

Tabel 3.
Rerata Nilai pH Usus Halus dan Jumlah Bakteri pada Duodenum

Perlakuan	Parameter				
	pH Usus Halus			Jumlah Bakteri Duodenum	
	Duodenum	Jejunum	Ileum	BAL (10^4)	<i>E.coli</i> (10^2)
T0	6,35±0,16	6,08±0,22	6,40±0,30 ^{ab}	5,75±1,04 ^{abc}	5,25±0,85 ^{ab}
T1	6,13±0,14	6,48±0,22	6,80±0,30 ^a	3,00±1,04 ^c	7,00±0,85 ^a
T2	5,95±0,14	5,98±0,22	6,80±0,30 ^a	7,25±1,04 ^a	3,00±0,85 ^{bcd}
T3	6,03±0,14	5,75±0,25	6,10±0,30 ^{ab}	6,50±1,04 ^{ab}	2,25±0,85 ^{cd}
T4	5,80±0,14	5,73±0,22	5,48±0,30 ^b	7,75±1,04 ^a	1,75±0,85 ^d
T5	5,75±0,14	5,75±0,22	5,60±0,30 ^{ab}	5,25±1,04 ^{abc}	4,50±0,85 ^{abc}
T6	5,58±0,14	5,65±0,22	6,05±0,30 ^{ab}	3,75±1,04 ^{bc}	6,50±0,85 ^a

^{ad}Superskrip pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,05$).

Penurunan pH di dalam saluran pencernaan akibat pemberian *acidifier* terjadi ketika asam terurai dalam saluran pencernaan dan membebaskan ion hidrogen (H^+) (Lückstädt, 2009). Semakin banyak ion hidrogen (H^+) yang dilepaskan oleh *acidifier* dari asam organik, pH di dalam saluran pencernaan semakin asam. Efisiensi asam ditentukan oleh nilai pKa asam tersebut (Rudback, 2013). Nilai pKa asam sitrat adalah 3,13 sampai dengan 6,40; lebih tinggi dibandingkan asam organik lainnya (Gauthier, 2007). Nilai pKa adalah ukuran kuantitatif yang menunjukkan banyaknya asam yang terurai dalam suatu larutan. Asam organik

dengan nilai pKa tinggi mempunyai sifat antimikroba lebih efisien dari pada asam dengan pKa rendah (Huyghebaert, 2005 dan Rudback, 2013). Abdel-Fattah *et al.* (2008) menunjukkan bahwa asam sitrat lebih baik dalam menurunkan pH saluran pencernaan dibandingkan asam asetat, asam laktat maupun tanpa ketiga asam tersebut.

Apabila dihubungkan dengan perubahan keseimbangan bakteri dalam usus halus, ternyata pakan *stepdown* disertai dengan pemberian asam sitrat sebagai *acidifier* berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap bakteri asam laktat (BAL) dan *Escherichia coli* (*E. coli*)

terutama di duodenum. Sebagaimana telah dibahas sebelumnya pada parameter pH usus halus, bahwa asam sitrat sintetik maupun alami yang dosisnya tepat (T4 dan T2) dapat menurunkan pH, sehingga berdampak pada perubahan populasi bakteri dalam usus halus. Penggunaan asam sitrat sintetik (T4) dan asam sitrat jeruk nipis (T2) ternyata efektif dalam meningkatkan jumlah bakteri yang bermanfaat bagi inang (BAL) dibandingkan dengan pakan normal (T0) maupun *stepdown* (T1). Keadaan asam yang diakibatkan oleh asam sitrat sintetik maupun alami mampu meningkatkan jumlah BAL yang ada di dalam saluran pencernaan broiler, terutama pada usus halus, dan sebaliknya menurunkan jumlah *E. coli*. *International Commission on Microbiological Specifications for Foods* (1980) menyatakan bahwa bakteri asam laktat tumbuh optimum pada pH 5,5 atau di bawahnya. Asam sitrat yang ada dalam pakan membuat kondisi pH usus halus menjadi lebih asam yang mendukung aktivitas bakteri asam laktat menjadi berkembang lebih baik dan menekan pertumbuhan *E. coli* (Kurniagung *et al.*, 2012).

Efektifitas asam organik sebagai *acidifier* tergantung pada perbedaan sensitivitas bakteri terhadap pH. *Bifidobacterium sp.* dan *Lactobacillus sp.* Misalnya adalah jenis bakteri asam laktat yang tidak sensitif terhadap pH. Bahkan jenis ini mempunyai toleransi lebih besar, perbedaan antara pH di dalam dan di luar tubuhnya. Asam organik yang menyebabkan pH rendah di dalam tubuh bakteri dikeluarkan dalam bentuk tidak terurai oleh bakteri itu sendiri. Kondisi tersebut bertujuan untuk menciptakan keseimbangan di dalam dan di luar tubuh bakteri, sehingga proses metabolisme bakteri tidak terganggu (Gauthier, 2002). Al-Kassi dan Mohssen (2009) dan Hashemi *et al.* (2012) menunjukkan

bahwa pemberian *acidifier* meningkatkan populasi *Lactobacillus* pada usus halus ayam broiler umur 21 hari maupun 42 hari.

Bakteri asam laktat (BAL) yang berkembang baik di dalam saluran pencernaan akibat dari pemberian asam sitrat sintetik dan alami juga menunjukkan adanya aktivitas antimikroba. Bakteri asam laktat (BAL) memproduksi metabolit antimikroba, yaitu asam organik, hydrogen peroksida dan bakteriosin. Asam organik yang diproduksi BAL adalah asam laktat, asam asetat, asam propionat dan asam butirat. Fungsi dari asam organik tersebut sama dengan asam sitrat sintetik maupun alami (Lahtinen *et al.*, 2012). Adanya asam organik menyebabkan produksi intraseluler hydrogen peroksida dan digunakan untuk melindungi sel terhadap keracunan oksigen. Hydrogen peroksida bereaksi dengan senyawa lain yang hasilnya menghambat pertumbuhan bakteri patogen (Theron dan Lues, 2011 dan Taylor, 2008). Selain asam organik, BAL juga menghasilkan bakteriosin seperti yang disebutkan diatas. Bakteriosin mempunyai fungsi menghambat pertumbuhan bakteri patogen. Cara kerja bakteriosin dengan menghancurkan integritas membran sitoplasma sel target melalui pembentukan pori. Bakteriosin menyebabkan kebocoran metabolit berberat molekul rendah atau pengusiran tekanan proton (*proton motif force*, PMF). *Proton motif force* (PMF) adalah gradien elektrokimia di atas membran sitoplasma yang terdiri atas potensial membran dan gradien pH, yang memandu sintesis ATP dan mengakumulasi ion dan metabolit lainnya. Penurunan PMF sel target, yang diinduksi oleh aktivitas bakteriosin membuat kematian sel melalui penghentian reaksi pembentukan energi. Kekurangan ATP intraseluler membuat sel tidak mampu mengangkut nutrisi dan tidak dapat mempertahankan konsentrasi

molekul kofaktor seperti K^+ dan Mg^{2+} , sehingga terjadi kematian sel (Lahtinen *et al.*, 2012).

Adanya asam sitrat sintetis dan alami di dalam pakan dan ditambah lagi dengan asam organik hasil metabolit BAL membuat kondisi saluran pencernaan broiler semakin asam, terutama pada T4 (*stepdown* protein + 0,8% asam sitrat sintetis) dan T2 (*stepdown* protein + 0,8% asam sitrat jeruk nipis). Kondisi seperti ini membuat bakteri yang sensitif terhadap pH seperti bakteri *E. coli* tidak mampu berkembang dengan baik. Kim *et al.* (2005) menjelaskan bahwa pertumbuhan *Lactobacilli* yang didukung oleh kondisi asam saluran pencernaan disertai dengan produksi asam laktat dan metabolit lainnya yang menurunkan pH, menghambat proliferasi, kolonisasi dan pertumbuhan *Escherichia coli*. Mekanisme ini terjadi karena asam organik yang tidak terurai (tidak terionisasi, lebih lipofilik) menembus membran semi permeabel dari dinding sel bakteri dan masuk ke dalam sitoplasma. Asam organik terurai melepaskan H^+ dan anion (A^-), menjadikan pH di dalam bakteri menurun,

bakteri yang sensitif terhadap pH tidak mampu mentolerir perubahan pH yang ada di dalam tubuhnya. Keadaan ini menyebabkan bakteri melakukan tindakan H^+ -ATPase *pump* untuk menormalkan pH di dalam tubuh bakteri. Proses ini membutuhkan banyak energi, apabila terus berlanjut akhirnya menghentikan pertumbuhan bakteri atau bahkan mati. Bagian anion (A^-) dari asam yang terperangkap di dalam tubuh bakteri dan menyebar secara bebas melalui dinding sel. Akumulasi dari anion (A^-) menjadi beracun untuk bakteri karena mengakibatkan ketidakseimbangan anionik yang menyebabkan permasalahan osmotik di dalam tubuh bakteri (Gauthier, 2002 dan Reddy, 2004).

SIMPULAN

Penggunaan asam sitrat sintetis pada taraf 0,8% sebagai *acidifier* pada pakan *stepdown* periode *starter* dan *finisher* efektif dalam menurunkan pH usus halus dan jumlah bakteri *Escherichia coli* serta meningkatkan populasi bakteri asam laktat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Fattah, S.A., M.H. El-Sanhoury, N.M. El-Mednay and F. Abdel-Azeem. 2008. Thyroid activity, some blood constituents, organs morphology and performance of broiler chicks fed supplemental organic acids. *Int. J. Poultry Sci.* **7** (3): 215-222.
- Al-Kassi, A.G. and M.A. Mohssen. 2009. Comparative study between single organic acid effect and synergistic organic acid effect on broiler performance. *Pak. J. Nut.* **8** (6): 896-899.
- Amrullah, I.K. 2004. *Nutrisi Ayam Broiler*. Lembaga Satu Gunung Budi, Bogor.
- Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan. 2013. *Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan*. Kementerian Pertanian Republik Indonesia, Jakarta.
- El-Hakim, A.S.A., G. Cherian and M.N. Ali. 2009. Use of organic acid, herbs and their combination to improve the utilization of commercial low protein broiler diets. *Int. J. Poultry Sci.* **8** (1):14-20.
- Gauthier, R. 2002. *Intestinal Health, The Key to Productivity (The Case of Organic Acid)*. XXVII Convention ANECA-WPDC, Puerto Vallarta.
- Gauthier, R. 2007. Organic acids and essential oils, let's not be chicken with antibiotic growth promoter free poultry. *Poultry Service Industry Workshop October 2nd - 4th, Alberta*. Pp. 11-26.
- Hashemi, S.R., I. Zulkifli, H. Davoodi, Z. Zunita and M. Ebrahimi. 2012. Growth performance, intestinal microflora, plasma fatty acid profile in broiler chickens fed herbal plant (*Euphorbia hirta*) and mix of acidifiers. *Anim. Feed Sci. Technol.* **178**: 167-174.
- Huyghebaert, G. 2005. Alternatives for antibiotics in poultry. *Proceedings of the 3rd Mid-Atlantic Nutrition Conference*. March 23-24, Timonium, Maryland. Pp. 38-57.
- International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1980. *Microbial Ecology of Foods, Volume 1: Factor Affecting Life and Death of Microorganisms*. Academic Press Inc., New York.
- Jamilah, N. Suthama dan L. D. Mahfudz. 2013. Performa produksi dan ketahanan tubuh broiler yang diberi pakan *stepdown* dengan penambahan asam sitrat sebagai *acidifier*. *JITV*.**18** (4): 251-257.
- Jamilah, N. Suthama dan L. D. Mahfudz. 2014. Pengaruh penambahan jeruk nipis sebagai *acidifier* pada pakan *stepdown* terhadap kondisi usus halus ayam pedaging. *JITP*.**3** (2): 90-95.
- Jiang, Q., P.W. Waldroup and C.A. Fritts. 2005. Improving the utilization of diet low in crude protein for broiler chicken, 1. Evaluation of special amino acid supplementation to diets low in crude protein. *Int. J. Poultry Sci.* **4** (3): 115-122.
- Khajali, F. and H.N. Moghaddam. 2006. Methionine supplementation of low-protein broiler diets: influence upon growth performance and efficiency of protein utilization. *Int. J. Poultry Sci.* **5** (6): 569-573.
- Kim, Y.Y., D.Y. Kil, H.K. Oh and I.K. Han. 2005. Acidifier as an alternative material to antibiotics in animal feed. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* **18** (7): 1048-1060.
- Kurniagung, F., V.D.Y.B. Ismadi dan I. Estiningdriati. 2012. Pengaruh penambahan jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) dalam ransum terhadap total bakteri asam laktat dan bakteri coliform pada saluran pencernaan

- itik magelang jantan. Anim. Agric. J. **1** (1): 405-413.
- Lahtinen, S., A.C. Ouwehand, S. Salminen and A.V. Wright. 2012. Lactic Acid Bacteria, Microbiological and Functional Aspects. 4th Ed. CRC Press, Boca Raton.
- Lückstädt, C. 2009. Acidifiers in Animal Nutrition, A Guide for Feed Preservation and Acidification to Promote Animal Performance. Nottingham University Press, Nottingham.
- Murwani, R. 2010. Broiler Modern. Edisi Pertama. Widya Karya, Semarang.
- Nourmohammadi, R., S.M. Hosseini and H. Farhangfar. 2010. Effect of dietary acidification on some blood parameters and weekly performance of broiler chickens. J. Anim. Vet. Adv. **9** (24): 3092-3097.
- Razaei, M., H.N. Moghaddam, J.P. Reza and H. Kermanshahi. 2004. The effects of dietary protein and lysine level on broiler performance, carcass characteristics and N excretion. Int. J. Poultry Sci. **3** (2): 148-152.
- Reddy, V.R. 2004. The role of acidifiers in poultry nutrition. Avitech Technical Bulletin. Avitech Animal Health PVT. LTD., Haryana.
- Rudbäck, L. 2013. Organic Acids in Liquid Feed for Pigs-Palatability and Feed Intake. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Animal Nutrition and Management, Uppsala. (Thesis of Master).
- Saputra, W.Y., N. Suthama dan L.D. Mahfudz. 2014^a. Deposisi protein dan kalsium daging pada broiler yang diberi kombinasi pakan stepdown protein dan asam sitrat. Prosiding Seminar Nasional Teknologi dan Agribisnis Peternakan untuk Akselerasi Pemenuhan Pangan Hewani (Seri II), Purwokerto, 14 Juni 2014. Hal. 132-138.
- Saputra, W.Y., N. Suthama dan L.D. Mahfudz. 2014^b. Pemberian kombinasi pakan *double step down* dan asam sitrat sebagai upaya peningkatan efisiensi usaha peternakan broiler. Buletin Nutrisi dan Makanan Ternak **10** (1): 34-40.
- Steel, R.G.D dan J.H. Torrie. 1995. Prinsip dan Prosedur Statistika. Gramedia Pustaka, Jakarta. (Diterjemahkan oleh Bambang Sumantri).
- Taylor, S. 2008. Advances in Food and Nutrition Research. Vol. 54. Academic Press, London.
- Theron, M.M. and J.F.R. Lues. 2011. Organic Acids and Food Preservation. CRC Press. Boca Raton.
- Waldroup, P.W., Q. Jiang and C.A. Fritts. 2005. Effects of supplementing broiler diets low in crude protein with essential and nonessential amino acids. Int. J. Poultry Sci. **4** (6): 425-431.