

PROFIL METABOLIK JALUR GLIKOGENOLISIS PUYUH DALAM KONDISI STRES PANAS DENGAN PEMBERIAN DIALLYL n-SULFIDA (Dn-S) ORGANIK

Metabolic Profile by Glicogenolysis Pathway of Quail Heat-Stressed with Administration of Organic Diallyl n-Sulfide (Dn-S)

Andi Mushawwir*

Email: mushawwir.unpad@gmail.com

Laboratorium Fisiologi Ternak dan Biokimia, Departemen Nutrisi Ternak dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, Universitas Padjadjaran, Bandung
Kampus Jatinangor, Jl. Raya Bandung-Sumedang KM.21, Jatinangor-Sumedang, Jawa Barat 45363

Nono Suwarno

Email: nonosuwarno26@yahoo.com

Laboratorium Fsiologi Ternak dan Biokimia, Departemen Nutrisi Ternak dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, Universitas Padjadjaran, Bandung
Kampus Jatinangor, Jl. Raya Bandung-Sumedang KM.21, Jatinangor-Sumedang, Jawa Barat 45363

Diding Latipudin

Email: diding.latifudin@yahoo.co.id

Laboratorium Fisiologi Ternak dan Biokimia, Departemen Nutrisi Ternak dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, Universitas Padjadjaran, Bandung
Kampus Jatinangor, Jl. Raya Bandung-Sumedang KM.21, Jatinangor-Sumedang, Jawa Barat 45363

ABSTRAK

Cekaman panas menyebabkan penurunan fungsi metabolisme dan immunitas, sehingga berdampak terhadap penurunan produksi. Pemberian ekstrak alamiah seperti senyawa aktif diallyl n-sulfida (Dn-S) merupakan salah satu strategi untuk menanggulangi dampak buruk stres panas tersebut. Seratus dua puluh lima ekor puyuh berjenis kelamin betina, dengan rata-rata berat badan $119,38 \pm 2,54$ g, berumur 11 minggu, telah digunakan dalam percobaan ini, untuk mengkaji dampak pemberian Dn-S dari garlic terhadap profil metabolit dari jalur glikogenolisis puyuh. Sampel ternak puyuh dibagi kedalam lima group perlakuan, masing-masing 25 ekor. Isolasi Dn-S dari garlic telah dilakukan dengan teknik destilasi. Penelitian dilakukan dengan lima jenis perlakuan percobaan, yaitu kelompok dengan temperatur zona nyaman (24°C) dan tanpa pemberian Diallyl n-Sulfida (Dn-S), cekaman panas (38°C) dan tanpa Dn-S, cekaman panas (38°C) dan $75 \mu\text{L}$ Dn-S/ekor, cekaman panas (38°C) dan $100 \mu\text{L}$ Dn-S/ekor, cekaman panas (38°C) dan $125 \mu\text{L}$ Dn-S/ekor. Hasil penelitian menunjukkan cekaman panas menyebabkan peningkatan laju glikogenolisis dan senyawa metabolit antara serta enzim-enzim pengkatalisnya. Tampak bahwa pemberian $125 \mu\text{L}$ Dn-S/ekor, efektif menurunkan laju glikogenolisis. Disimpulkan

* Principal contact for correspondence

bahwa cekaman panas terhadap ternak puyuh mampu ditanggulangi dengan pemberian diallyl n-sulfida (Dn-S) dari garlic. Dn-S memiliki peran penting dalam mencegah perubahan tekanan osmotik cairan tubuh, sehingga secara keseluruhan mampu menanggulangi perubahan metabolisme terkait stres panas.

Kata kunci: *metabolisme; stres panas; diallyl n-sulfida; puyuh.*

ABSTRACT

The heat stress plays an important role for reducing feed utilization, blood profile, growth performance, and its influence performance and economic loss. Supplemented of diallyl n-sulfide of garlic is one the efforts to avoid the negative impact of heat stress. One hundred and twenty five of female quails, 11 weeks of age, were used in this study to investigate the impact of garlic diallyl n-sulfide (Dn-S) on metabolic of quail glycogenolysis pathway. Animal sample were obtained at 11 wk of age randomly assigned to five groups of treatment. Each group of treatment involved 5 replicates with 5 quails each (25 laying quails per group). All of the groups were provided basal diet and orally administered with treatments group i.e. group of thermoneutral zone (24°C) without Dn-S; group of heat stress (38°C) without Dn-S; group of heat stress (38°C) and 75 µL of Dn-S; group of heat stress (38°C) and 100 µL of Dn-S; group of heat stress (38°C) and 125 µL of Dn-S. Based on the result in this experiment showed that heat stress contributes of the increase of glycogenolysis and metabolic compound, also enzyme which is catalized its pathway. The Administered of 125 µL of Dn-S decreased glycogenolysis rate, effectively. In conclusion, Dn-S plays the main role to avoid extracellular osmotic and metabolism fluctuation related heat stress.

Keywords: *metabolism; heat stress; diallyl n-sulfide; quail.*

PENDAHULUAN

Burung puyuh telah banyak dikembangkan dan dibudidayakan di seluruh wilayah Indonesia. Berdasarkan kategori adaptasi temperatur tubuhnya, puyuh termasuk kelompok hewan homoitermik. Kelompok hewan ini, secara fisiologik memiliki sistem yang mampu mempertahankan kisaran normal temperatur tubuhnya, yaitu 38 – 39°C. Meskipun demikian, puyuh memiliki zona lingkungan nyaman atau disebut *thermoneutral zone* untuk dapat mengekspresikan kemampuan genetiknya, yaitu 21-25°C.

Peningkatan temperatur lingkungan menjadi permasalahan penting bagi pengembangan dan pertumbuhan puyuh.

Temperatur lingkungan di atas zona nyamannya menyebabkan proses fisiologik dan biokimiawinya lebih banyak diarahkan untuk melakukan homeostasis (Mushawwir & Latipudin, 2011; Howard *et al.*, 2013). Homeostasis meningkat guna mencapai derajat keseimbangan fungsi organ dan laju metabolisme dalam rangka pengaturan panas tubuh (thermoregulasi). Proses ini berdampak terhadap pergeseran fungsi energi, dari tujuan produksi menjadi energi untuk memenuhi pencapaian homeostasis. Semakin lama paparan cekaman panas ini, maka *intake* pakan menurun (Al-Haidary *et al.*, 2001) sehingga kecukupan energi menjadi berkurang.

Cekaman panas juga meningkatkan resiko mutasi DNA di sisi lain dan

denaturasi protein tubuh (enzim, reseptor, transporter sel, hormon). Mutasi DNA dan denaturasi protein dipicu oleh meningkatnya produksi radikal bebas (Slimen *et al.*, 2016; Mushawwir dkk., 2019) dari oksidasi reduksi mitokondria (stres selluler), dan atau cekaman langsung dalam bentuk radiasi panas lingkungan ke tubuh ternak puyuh. Kondisi ini berdampak luas terhadap metabolisme, khususnya sintesis energi di matriks dalam mitokondria.

Langkah atau tahap pertama perombakan molekul dalam keadaan tersebut, guna memenuhi energi adalah perombakan atau katabolisme cadangan karbohidrat (polisakarida) dalam sitoplasma, yaitu degradasi glikogen. Reaksi katabolisme ini dikenal dengan glikogenolisis. Tujuan utama reaksi ini adalah pembentukan glukosa menjadi pyruvat, baik dengan bantuan oksigen (glikolisis aerob), ataupun tanpa oksigen (glikolisis anaerob).

Salah satu strategi yang ditempuh untuk mengurangi dampak cekaman panas ini, adalah pemberian *feed aditif* yang alami, yaitu diallyl n-sulfida (Dn-S) dari bawang putih (garlik). Dn-S merupakan komponen atsiri yang memiliki atom oksigen (O) dan sulfur (S) yang reaktif untuk dapat berikatan dengan radikal bebas (Won *et al.*, 2012; Lee *et al.*, 2014; Sahara dkk., 2019). Diharapkan dengan kemampuan reaksinya, mampu mencegah dampak buruk radikal bebas dalam menurunkan laju metabolisme. Selain itu dapat pula menanggulangi denaturasi protein sehingga fungsi protein dapat optimal. Oleh karena itu, kajian terhadap dampak pemberian Dn-S penting dilakukan terkait dengan penggunaan

cadangan glikogen yang dikatalis untuk pemenuhan energi (glikogenolisis) dalam keadaan cekaman panas.

METODE PENELITIAN

Ternak, Aplikasi Percobaan dan Ransum

Seratus dua puluh lima (125) ekor puyuh berjenis kelamin betina, dengan rata-rata berat badan $119,38 \pm 2,54$ g, berumur 11 minggu, telah digunakan dalam percobaan ini. Sampel ternak puyuh dibagi kedalam lima group perlakuan, masing-masing 25 ekor. Tiap-tiap perlakuan terdiri dari lima kali ulangan, sehingga setiap ulangan terdiri dari 5 ekor sampel puyuh.

Penelitian dilakukan dengan lima jenis perlakuan percobaan, yaitu (a) Temperatur zona nyaman (24°C) dan tanpa pemberian Diallyl n-Sulfida (Dn-S); (b) Cekaman panas (38°C) dan tanpa Dn-S; (c) Cekaman panas (38°C) dan $75 \mu\text{L}$ Dn-S/ekor; (d) Cekaman panas (38°C) dan $100 \mu\text{L}$ Dn-S/ekor; dan (e) Cekaman panas (38°C) dan $125 \mu\text{L}$ Dn-S/ekor. Pemberian Dn-S dilakukan setiap pagi sebelum diberi air minum dan ransum, dengan cara *orally*, dicekok langsung ke dalam rongga oesophagus bagian cranial, menggunakan mikro pipet dengan tip-nya. Sampel puyuh percobaan ditempatkan di dalam kandang koloni satu tingkat yang disekat berdasarkan unit percobaan. Kandang percobaan dibuat dari kombinasi kayu balok dan kawat rang. Kandang percobaan yang digunakan sebanyak 5 unit. Satu unit kandang terdiri dari puyuh dengan temperatur kandang sesuai dengan zona nyaman, bertemperatur kisaran $23-25^{\circ}\text{C}$ atau rata-rata 24°C . Empat kandang yang lainnya dilengkapi dengan lampu

Tabel 1. Kandungan energi metabolis dan zat makanan ransum penelitian puyuh.

Energi Metablisme dan Nutrien	Ransum Penelitian
Energi Metabolisme (Kkal/kg)	2811,45
Protein Kasar (%)	20,10
Kalsium (%)	1,49
Phospor (%)	1,05
Lisin (%)	1,32
Metionin (%)	0,76
Serat Kasar (%)	4,63
Lemak Kasar (%)	7,98

pijar sebagai sumber panas serta thermostat. Kisaran temperatur kandang 37-39°C atau rata-rata 38°C. Perlakuan panas diberikan pada pukul 07.00 pagi hari sampai dengan 20.00 malam hari.

Ransum puyuh percobaan selama penelitian diberikan secara ad-libitum. Ransum yang diberikan adalah ransum komersial yang diperoleh dari salah satu *poultry shop* Kota Sukabumi. Komposisi energi metabolisme dan nutrien ransum ditampilkan pada Tabel 1.

Isolasi Diallyl n-Sulfida dari Garlic

Pemisahan senyawa-senyawa diallyl dilakukan berdasarkan Block (1985) dan Amin dkk. (2014). Karakteristik isolat diallyl yang diharapkan adalah secara fisik tampak bening dengan sedikit kuning, bau spesifik garlic, titik didih 180°C dan berat molekul berkisar 141,21 – 146,28 g.mol⁻¹ (Block, 1985; Yang *et al.*, 2001; Filomeni *et al.*, 2003). Sampel garlic yang telah diiris, dimasukkan ke labu alas bulat kemudian tambahkan aquadest sampai seluruh sampel terendam sempurna di dalam labu alas bulat berleher panjang yang telah dirangkai dalam perangkat alat destilasi air.

Destilasi dilakukan bertahap pertama dengan temperatur 75-80°C dan tahap berikutnya selama 4-5 jam pada

temperatur 100°C (Block, 1985). Senyawa atsiri yang diperoleh pada tahap pertama ditampung dalam corong pisah lalu dipisahkan antara atsiri dengan air. Kemudian minyak atsiri yang diperoleh ditambahkan natrium sulfat anhidrat (agar komponen diallyl dapat berpisah), dikocok dan didiamkan selama 1 hari. Senyawa-senyawa aktif (diallyl grup) berada pada bagian atas larutan, dipipet dan disimpan dalam vial. Pemurnian diallyl-diallyl sulfida (Dn-S) dilakukan pada tahap kedua dengan temperatur 100°C selama 4-5 jam. Isolat senyawa diallyl yang diperoleh dianalisis dengan teknik GS/MS.

Koleksi dan Analisis Sampel

Percobaan ini telah dilakukan selama dua bulan di Peternakan Puyuh Jaya, Cikole Sukabumi. Pengambilan sampel darah pada masing-masing puyuh percobaan telah dilakukan setiap akhir bulan. Sampel darah dikoleksi dari vena jugularis sebanyak 3 mL dari tiap-tiap puyuh, menggunakan spuit dengan ukuran jarum 22. Sampel darah ditampung ke dalam tabung venojette 3 mL yang mengandung EDTA. Tabung venojette yang berisi sampel darah ditampatkan di dalam *cool box* yang berisi es gel sebagai pendingin.

Tabung venojette selanjutnya dicentrifuge di Laboratorium Fisiologi dan Biokimia, Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran, untuk memisahkan plasma darahnya. Plasma darah yang telah diperoleh dimasukkan ke dalam tabung sampel untuk dianalisis metabolit yang terkait dengan glikogenolisis. Analisis sampel metabolit glikogenolisis telah dilakukan dengan menggunakan teknik spektrofotometer. Standar dan reagent yang digunakan, metode reaksi, dan jumlah sampel serta pereaksinya mengikuti petunjuk dalam prosedur kit berdasar Biolabo KIT, France dan Mybiosource KIT, MyBiosource Inc. USA.

Analisis Data

Data kadar metabolit glikogenolisis yang diperoleh telah dianalisis dengan menggunakan analisis berdasarkan rancangan acak lengkap (Gomez dan Gomez, 1995), dengan formula matematika pada Persamaan 1.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \text{ ----- (1)}$$

Y_{ij} merupakan kadar metabolit dari perlakuan ke-1 s.d. 5, dan ulangan ke-1 sampai 5; μ adalah nilai rata-rata umum; τ_i adalah pengaruh perlakuan ke-1 s.d. 5; sedang ε_{ij} adalah galat percobaan pada perlakuan ke-1 s.d.5 dan ulangan ke-1 s.d. 5. Selanjutnya telah dilakukan uji perbandingan untuk mengetahui perbedaan rata-rata kadar metabolit pada perlakuan yang berbeda, dengan menggunakan uji beda Duncan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh pemberian diallyl n-sulfida terhadap ternak puyuh yang

mengalami cekaman panas, berdasarkan hasil penelitian ditunjukkan pada Tabel 2. Percobaan ini telah ditempatkan kelompok puyuh dalam kandang dengan temperatur yang ideal (zona nyaman = *themoneutral zone*) dan tanpa pemberian Dn-S. Rata-rata kadar glikogen pada kelompok puyuh ini adalah 0,85 mg/g (Tabel 1).

Penurunan kadar glikogen yang nyata ($P < 0,05$) pada kelompok-kelompok puyuh yang diberi perlakuan cekaman panas tanpa Dn-S dan dengan Dn-S 75 μ L hingga 100 μ L, yaitu masing-masing 0,43 mg/g; 0,42 mg/g dan 0,52 mg/g, menunjukkan bahwa selama cekaman panas berlangsung terjadi penurunan glikogen sebagai dampak terjadinya degradasi atau katabolisme glikogen (glikogenolisis), meskipun diberi Dn-S hingga 100 μ L. Efektifitas pemberian Dn-S tampak pada kelompok ayam yang diberi Dn-S sebanyak 125 μ L, hal ini ditunjukkan dengan kadar glikogen kelompok puyuh ini (0,78 mg/g), tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) dengan kelompok puyuh tanpa perlakuan panas. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa cekaman panas meningkatkan laju penyediaan energi dari jalur alternatif, seperti glikogenolisis (Al-Haidary *et al.*, 2001; Latipudin & Mushawwir, 2011), terjadi penurunan glikogen (Ma *et al.*, 2014; Suwarno & Mushawwir, 2019), peningkatan sintesis glukosa (Oresanya *et al.*, 2008; Mushawwir & latipudin, 2012).

Metabolit zat antara (glukosa 1-phospat, glukosa 6-phosfat) dan enzim-enzim yang berperan (glikogen fosforilasi, fosfoglukomutase dan glukosa 6-phosfatase) selama glikogenolisis tampak meningkat. Hasil-hasil

Tabel 2. Metabolit jalur glikogenolisis puyuh dalam keadaan tanpa dan dengan stres panas serta pemberian Dn-S.

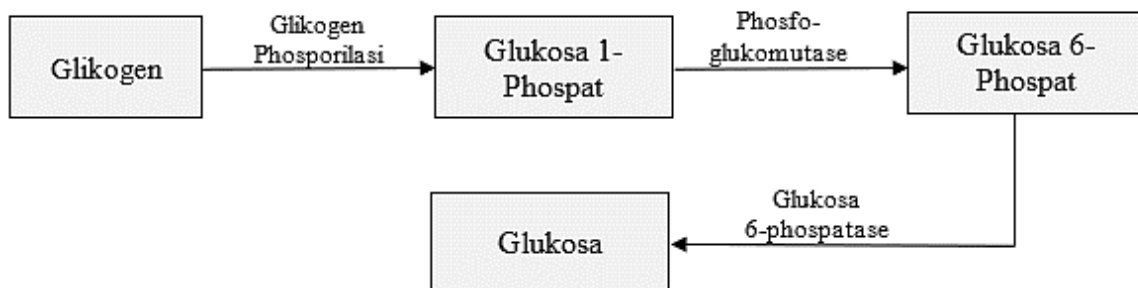
Metabolit	Temperatur 24°C dan Tanpa Dn-S	Perlakuan Cekaman Panas (38°C)			
		Tanpa Dn-S	Dn-S 75 µL	Dn-S 100 µL	Dn-S 125 µL
Glikogen (mg/g)	0,85 ^a	0,43 ^b	0,42 ^b	0,52 ^c	0,78 ^{ad}
Glikogen Fosforilasi (IU/dL)	0,37 ^a	0,45 ^b	0,41 ^{bc}	0,40 ^{bc}	0,39 ^{ac}
Glukosa 1-Phospat (IU/dL)	0,31 ^a	0,47 ^b	0,42 ^b	0,38 ^c	0,33 ^d
Phosfoglukomutase (IU/dL)	0,36 ^a	0,56 ^b	0,55 ^b	0,46 ^c	0,39 ^{ad}
Glukosa 6-Phospat (mg/dL)	0,26 ^a	0,39 ^b	0,41 ^b	0,36 ^c	0,29 ^{ad}
Glukosa 6-Phospatase (IU/dL)	0,23 ^a	0,37 ^b	0,38 ^b	0,33 ^c	0,26 ^a
Glukosa (mg/dL)	62,53 ^a	88,95 ^b	87,82 ^b	81,64 ^b	71,77 ^c

Ket: Rata-rata yang diikuti notasi abjad yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$); Dn-S = Diallyl n-Sulfida.

penelitian sebelumnya juga menunjukkan profil peningkatan metabolit yang sama (Mushawwir *et al.*, 2010; Renaudeau *et al.*, 2012; Won *et al.*, 2012). Lebih jelas mengenai tahapan glikogenolisis ditampilkan pada Gambar 1.

Peningkatan kadar zat antara dan enzim yang terlibat dalam jalur glikogenolisis ini merupakan konsekuensi meningkatnya laju katabolisme glikogen. Peningkatan temperatur kandang hingga 38°C tanpa pemberian Dn-S, menunjukkan peningkatan senyawa-senyawa metabolit antara (glukosa 1-phospat dan glukosa 6-phospat) dengan signifikan ($P < 0,05$). Begitu pula terhadap enzim-enzimnya (Tabel 2 dan Gambar 1). Pada

Tabel 2 tampak kadar senyawa antara glukosa 1-phospat yaitu 0,31 IU/dL (dengan temperatur kandang yang ideal dan tanpa pemberian Dn-S), meningkat dengan signifikan ($P < 0,05$) menjadi 0,47 IU/dL. Begitu pula terhadap senyawa antara glukosa 6-phospat 0,26 menjadi 0,39 IU/dL. Hasil yang sama, juga tampak terhadap enzim-enzim pengkatalisator glikogenolisis tersebut. Hasil penelitian terdahulu menunjukkan peningkatan kadar enzim katalisator jalur glikogenolisis hingga dua kali lipat jika temperatur lingkungan meningkat mendekati 40°C (Shinder *et al.*, 2007; Mushawwir & Latipudin, 2013; Roland *et al.*, 2016), dan sedikit meningkat dalam



Gambar 1. Pengaktifan jalur glikogenolisis dalam keadaan cekaman panas (Mushawwir, 2015).

keadaan stres transportasi (Sadiyah & Mushawwir, 2015; Royer *et al.*, 2016).

Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada Tabel 2, dapat dijelaskan bahwa cekaman panas meningkatkan laju metabolisme terutama untuk menyediakan energi terkait proses homeostasis. Homeostasis meningkat dalam keadaan cekaman panas (Tao & Dahl, 2013), bertujuan mempertahankan proses biokimia dan fisiologik untuk bertahan hidup (Murray *et al.*, 2012; Renaudeau *et al.*, 2012) dan reproduksi (Nelson *et al.*, 2008; Loyau *et al.*, 2014). Radiasi panas ke lingkungan milio internal ternak menyebabkan secara insting ternak menurunkan *feed intake* atau konsumsi ransumnya. Penurunan ini bertujuan untuk mencegah panas dari pencernaan makanan (*heat increament*) di usus (Tao *et al.*, 2013; Chauhan *et al.*, 2014) dan juga panas metabolis (Goncalves *et al.*, 2015; Roland *et al.*, 2016) serta peningkatan radikal bebas (Antosiewicz *et al.*, 2006; Chauhan *et al.*, 2014; Mushawwir dkk., 2017; Mushawwir dkk., 2019; Mushawwir dkk., 2019a). Ternak mengaktifkan mekanisme glukogenolisis sebagai kompensasi penurunan *feed intake* tersebut. Ini dipicu oleh peningkatan stimulan syaraf melalui neurotransmitter (Latipudin & Mushawwir, 2011; Behera *et al.*, 2016), sehingga meningkatkan kadar hormon epinefrin (Slimen *et al.*, 2016).

Pemberian Dn-S tampak efektif menurunkan laju glukogenolisis dalam keadaan cekaman panas. Hasil penelitian (Tabel 2) menunjukkan bahwa pemberian Dn-S tampak menurunkan ($P < 0,05$) senyawa-senyawa metabolit antara dalam perombakan glikogen menjadi glukosa, begitu pula dengan enzim-enzim yang

mengkatalis reaksi-reaksi perombakan tersebut. Efektifitas pemanfaatan Dn-S tampak optimum dengan pemberian 125 μL . Optimalisasi peran Dn-S dalam menurunkan laju glukogenolisis tampak dengan kadar glikogen puyuh dalam kondisi tidak dalam cekaman panas, tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) dengan kadar glikogen puyuh yang mengalami cekaman panas tetapi diberi Dn-S 125 μL . Optimalisasi ini juga ditunjukkan dengan kadar enzim-enzim pengkatalis dan senyawa metabolit antara, yang tidak menunjukkan perbedaan dengan kelompok puyuh tanpa cekaman panas. Meskipun, salah satu senyawa metabolit antara tetap menunjukkan kadar yang tinggi yaitu glukosa 1-phospat.

Secara keseluruhan, efektifitas Dn-S dalam menurunkan laju glukogenolisis menunjukkan bahwa Dn-S mampu memperbaiki keseimbangan metabolisme (Antosiewicz *et al.*, 2006; Peinado *et al.*, 2012) terkait regulasi panas dan homeostasis (Roland *et al.*, 2016). Cekaman panas yang secara terus menerus dalam kondisi tinggi menyebabkan perilaku *panting* guna mengevaporasikan panas tubuhnya. *Panting* adalah tingkah laku mengeluarkan panas melalui pernafasan dengan cara terengah-engah (bernafas cepat dan pendek) atau hiperventilasi. Hal ini berdampak dengan meningkatnya pH darah (Mushawwir *et al.*, 2010; Howard *et al.*, 2013) dibandingkan dengan puyuh yang tidak terpapar panas berlebih. Salah satu faktor penting yang berperan terkait keasaman darah adalah temperatur lingkungan. Pengaruh temperatur lingkungan yang tinggi menyebabkan munculnya tingkah laku *panting*. Melalui tingkah laku ini,

pengeluaran senyawa H_2O dan CO_2 menjadi berlebihan (Mushawwir & Latipudin, 2011; Royer *et al.*, 2016) sehingga menyebabkan pembentukan bicarbonate (H_2CO_3) berkurang (Shinder *et al.*, 2007). Bicarbonat bersifat donor proton H^+ dan membentuk asam karbonat (HCO_3^-). Kemampuan Dn-S dengan level pemberian 125 μL untuk menanggulangi dampak panas terhadap sistem metabolisme puyuh, menggambarkan bahwa Dn-S berkemampuan untuk berikatan dengan protein terutama pada atom H protein, menyebabkan denaturasi protein berkurang (Kim *et al.*, 2009; Ao *et al.*, 2010; Olobatoke *et al.*, 2011). Ini berarti mengurangi kematian sel dan mempertahankan fungsi protein (Dinana dkk., 2019; Ramadhina dkk., 2019). Kedua dampak positif secara simultan mampu mempertahankan protein-protein dalam sistem eritropoiesis dan protein sel-sel darah (eritrosit maupun leukosit). Hasil penelitian Antosiewicz *et al.* (2006) dan Pearce *et al.* (2013), menunjukkan peran Dn-S dalam mempertahankan protein-protein prekursor darah dari kerusakan akibat senyawa-senyawa reaktif (ROS).

Peranan Dn-S yang mampu mengontrol dan menanggulangi cekaman panas terkait dengan kemampuannya dalam meningkatkan kinetika reaksi dengan H_2O . Energi ikatan Dn-S dengan H_2O yang tinggi menyebabkan sulitnya dievaporasi dan dieksresi melalui ginjal sehingga terjadi penurunan kehilangan cairan tubuh. Selain itu, biomolekul yang terdapat dalam plasma darah yang bersifat amfipatik menyebabkan terbentuknya interaksi yang sangat menguntungkan dengan Dn-S yang membawa atom S dan O bermuatan. Hal ini meningkatkan pola

intreikasi elektrostatis. Nelson *et al.* (2008); Murray *et al.* (2012) menyatakan bahwa interaksi elektrostatis ini mampu mempertahankan struktur protein, karbohidrat, dan lipid yang berikatan dengannya. Secara tidak langsung, mengurangi resiko kerusakan biomolekul akibat panas, serta meningkatkan kapabilitas cairan tubuh untuk menampung panas.

Kedua kemampuan Dn-S ini, baik dengan meningkatkan kinetika reaksi dengan H_2O maupun dengan pola interaksi elektrostatisnya, keduanya berdampak terhadap penanggulangan cekaman panas melalui peningkatan adaptasi cairan tubuh (Choi *et al.*, 2010). Secara langsung berdampak terhadap peningkatan retensi kation cairan tubuh terutama Na^+ sehingga mampu menjaga tekanan osmotik cairan tubuh. Adaptasi cairan tubuh yang baik juga menjaga retensi air sehingga volume cairan ekstraselluler mampu dipertahankan.

Tekanan osmotik yang baik dan volume cairan ekstraselluler yang terjaga, keduanya masing-masing menyebabkan stimulan negatif (tidak menginduksi) osmoreseptor dan baroreseptor (Behera *et al.*, 2016). Kedua reseptor ini berperan sebagai penyinal bagi hipotalamus untuk mensekresikan sinyal hormonal terkait dengan cekaman panas, antara lain CRF, ACTH, glukokortikoid, aldosterone dan ADH. Hubungan antara reseptor dan hormon yang distimulasi tersebut telah dilaporkan oleh Oresanya *et al.* (2008), bahwa produksi energi melalui gluconeogenesis distimulasi oleh hormon ACTH dan glukokortikoid. Kedua hormon ini diinduksi oleh sinyal thermoreseptor dan baroreseptor dalam keadaan stress

panas. Ini berarti bahwa Dn-S yang berdampak sebagai *feedback negatif* terhadap osmoreseptor dan baroreseptor, menyebabkan sekresi CRF, ACTH, neurotransmitter, dan glukokortikoid menurun, sehingga pada gilirannya menurunkan glikogenolisis.

KESIMPULAN DAN SARAN

Level Dn-S 125 μ L merupakan level yang paling efektif. Ini berarti cekaman panas terhadap ternak puyuh mampu ditanggulangi dengan pemberian diallyl n-sulfida (Dn-S) dari garlic. Dn-S memiliki peran penting dalam mencegah perubahan tekanan osmotik cairan tubuh, sehingga secara keseluruhan mampu menanggulangi perubahan metabolisme terkait stres panas.

Disarankan penggunaan Dn-S dalam mencegah penurunan performans ternak yang signifikan sebagai dampak cekaman panas. Namun, perlu kajian lebih lanjut terhadap efisiensi isolasi bahan aktif tersebut dari bahan baku garlic (bawang putih).

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan Terima Kasih disampaikan kepada pimpinan dan seluruh staf Yayasan Nurul Huda Sukabumi, telah membantu dalam menyediakan fasilitas kandang penelitian dan hewan percobaan. Penghargaan juga disampaikan kepada pihak CV. Indosain dan PT. Quartilabz, atas kesediaannya dalam mengakses beberapa kit analisis terkait parameter penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Al-Haidary A., Spiers, D.E., Rottinghaus,

G.E., Garner, G.B., & Ellersieck, M.R. (2001). Thermoregulatory ability of beef heifers following intake of endophyte-infected tall fescue during controlled heat challenge. *Journal of Animal Science*, 79(1), 1780–1788.

Amin S., Ruswanto, & Negoro, Y.I. (2014). Analisis Minyak Atsiri Umbi Bawang Putih Menggunakan Kromatografi Gas Spektrofotometrik Massa. *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada*, 11(1), 37-45.

Antosiewicz, S., Anna, H. A., Stanley, W. M., & Shivendra, V. S. (2006). c-jun NH2-terminal kinase signaling axis regulates diallyl trisulfide-induced generation of reactive oxygen species and cell cycle arrest in human prostate cancer cells. *Cancer Research*, 66(4), 5379-5386.

Ao, X., Yoo, J. S., Lee, J. H., Jang, H. D., Wang, J. P., Zhou, T. X., & Kim, I. H. (2010). Effects of fermented garlic powder on production performance, egg quality, blood profiles and fatty acids composition of egg yolk in laying hens. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 23(6), 786-791.

Behera, N. K., Babu, L. K., Sahoo, S. K., Giri, S. C., Pati, P. K., Panigrahi, B., & Joshi, S. K. (2016). Effect of feeding different levels of protein on mortality, carcass characteristics, biochemical parameter, time motion study and economics of Desi Ducks under intensive system of rearing. *Asian Journal of Animal Sciences*, 10(1), 106-112.

Block, E. (1985). The Chemistry of garlic and onion. *Sci. American*, 252(9), 115-119.

Chauhan, S. S., Celi, P., Leury, B. J., Clarke, I. J., & Dunshea, F. R.

- (2014). Dietary antioxidants at supranutritional doses improve oxidative status and reduce the negative effects of heat stress in sheep. *Journal of Animal Science*, 92(8), 3364-3374.
- Choi, I. H., Park, W. Y., & Kim, Y. J. (2010). Effects of dietary garlic powder and α -tocopherol supplementation on performance, serum cholesterol levels, and meat quality of chicken. *Poultry Science*, 89(8), 1724-1731.
- Dinana, A., Latipudin, D., Darwis, D., & Mushawwir, A. (2019). Profil Enzim Transaminase Ayam Ras Petelur Yang Diberi KITOSAN Iradiasi. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan*, 1(1).
- Filomeni, G., Aquilano, K., Rotilio, G., & Ciriolo, M. R. (2003). Reactive oxygen species-dependent c-Jun NH2-terminal kinase/c-Jun signaling cascade mediates neuroblastoma cell death induced by diallyl disulfide. *Cancer research*, 63(18), 5940-5949.
- Gomez, K. A., & Gomez, A. A. (1995). Prosedur statistik untuk penelitian pertanian. *Edisi ke, 2*. Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Goncalves, R. L., Quinlan, C. L., Perevoshchikova, I. V., Hey-Mogensen, M., & Brand, M. D. (2015). Sites of superoxide and hydrogen peroxide production by muscle mitochondria assessed ex vivo under conditions mimicking rest and exercise. *Journal of Biological Chemistry*, 290(1), 209-227.
- Howard, J. T., Kachman, S. D., Nielsen, M. K., Mader, T. L., & Spangler, M. L. (2013). The effect of myostatin genotype on body temperature during extreme temperature events. *Journal of animal science*, 91(7), 3051-3058.
- Kim, Y. J., Jin, S. K., & Yang, H. S. (2009). Effect of dietary garlic bulb and husk on the physicochemical properties of chicken meat. *Poultry Science*, 88(2), 398-405.
- Latipudin, D., & Mushawwir, A. (2011). Regulasi panas tubuh ayam ras petelur fase grower dan layer. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 6(2), 77-82.
- Lee, D. H., Lim, S. R., Han, J. J., Lee, S. W., Ra, C. S., & Kim, J. D. (2014). Effects of dietary garlic powder on growth, feed utilization and whole body composition changes in fingerling sterlet sturgeon, *Acipenser ruthenus*. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 27(9), 1303.
- Loyau, T., Métayer-Coustard, S., Berri, C., Crochet, S., Cailleau-Audouin, E., Sannier, M., ... & Couroussé, N. (2014). Thermal manipulation during embryogenesis has long-term effects on muscle and liver metabolism in fast-growing chickens. *PLoS One*, 9(9).
- Ma, X., Lin, Y., Zhang, H., Chen, W., Wang, S., Ruan, D., & Jiang, Z. (2014). Heat stress impairs the nutritional metabolism and reduces the productivity of egg-laying ducks. *Animal reproduction science*, 145(3-4), 182-190.
- Murray, R.K., Bender, D. A., Botham, K.M., Kennelly, P.J., Rodwell, V.W., & Weil, P.A. (2012). *Biokimia Harper*, edisi 29. EGC Penerbit Buku Kedokteran.
- Mushawwir A., & Latipuddin, D. (2013). *Biologi Sintesis Telur*, perspektif Fisiologi, Biokimia dan Molekuler Produksi Telur.

- Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Mushawwir, A. (2015). *Biokimia Nutrisi*. Widya Padjadjaran, Bandung.
- Mushawwir, A., & Latipudin, D. (2011). Beberapa Parameter Biokimia Darah Ayam Ras Petelur Fase Grower dan Layer dalam Lingkungan “Upper Zonathermoneutral”. *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*, 13(3), 191-198.
- Mushawwir, A., & Latipudin, D. (2012). Respon fisiologi thermoregulasi ayam ras petelur fase grower dan layer. Proseding seminar zootechniques for Indogeneous resources development, ISAA Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro. In *Proceeding of National Seminar on Zootechniques* (Vol. 1, pp. 23-27).
- Mushawwir, A., Adriani, L., & Kamil, K. A. (2011). Prediction Models for Olfactory Metabolic and Sows% Rnareticulocyt (Rnart) by Measurement of Atmospheric Ammonia Exposure and Microclimate Level. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 36(1), 14-20.
- Mushawwir, A., Suwarno, N., & Yulianti, A. A. (2019). Profil Malondialdehyde (MDA) dan Kreatinin Itik Fase Layer yang Diberi Minyak Atsiri Garlic Dalam Kondisi Cekaman Panas. *Jurnal Ilmu dan Industri Peternakan*, 5(1), 1-11.
- Mushawwir, A., Suwarno, N., & Yulianti, A. A. (2019a). Thermoregulasi domba ekor gemuk yang dipelihara pada ketinggian tempat (Altitude) yang berbeda. *Jurnal Ilmu dan Industri Peternakan*, 5(2), 77-86.
- Mushawwir, A., Tanuwiria, U. H., Kamil, K. A., Adriani, L., & Wiradimadja, R. (2017). Effects of volatile oil of garlic on feed utilization, blood biochemistry and performance of heat-stressed japanese quail. *Asian J. Poult. Sci*, 11(2), 83-89.
- Mushawwir, A., Yong, Y. K., Adriani, L., Hernawan, E., & Kamil, K. A. (2010). The fluctuation effect of atmospheric ammonia (NH₃) exposure and microclimate on hereford bulls hematochemical. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 35(4), 232-238.
- Nelson, D. L., Lehninger, A. L., & Cox, M. M. (2008). *Lehninger principles of biochemistry*. Macmillan.
- Olobatoke, R. Y., & Mulugeta, S. D. (2011). Effect of dietary garlic powder on layer performance, fecal bacterial load, and egg quality. *Poultry science*, 90(3), 665-670.
- Oresanya, T. F., Beaulieu, A. D., & Patience, J. F. (2008). Investigations of energy metabolism in weanling barrows: The interaction of dietary energy concentration and daily feed (energy) intake. *Journal of animal science*, 86(2), 348-363.
- Pearce, S. C., Gabler, N. K., Ross, J. W., Escobar, J., Patience, J. F., Rhoads, R. P., & Baumgard, L. H. (2013). The effects of heat stress and plane of nutrition on metabolism in growing pigs. *Journal of animal science*, 91(5), 2108-2118.
- Peinado, M. J., Ruiz, R., Echávarri, A., & Rubio, L. A. (2012). Garlic derivative propyl propane thiosulfonate is effective against broiler enteropathogens in vivo. *Poultry Science*, 91(9), 2148-2157.

- Ramadhina, I. A., Adriani, L., & Sujana, E. (2019). Pengaruh pemberian ekstrak daun kepel (*Stelechocarpus burahol*) terhadap kadar kolesterol darah dan telur puyuh (*Coturnix-coturnix japonica*). *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan*, 1(1), 34-40.
- Renaudeau, D., Collin, A., Yahav, S., De Basilio, V., Gourdine, J. L., & Collier, R. J. (2012). Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. *Animal*, 6(5), 707-728.
- Roland, L., Drillich, M., Klein-Jöbstl, D., & Iwersen, M. (2016). Invited review: Influence of climatic conditions on the development, performance, and health of calves. *Journal of dairy science*, 99(4), 2438-2452.
- Royer, E., Barbé, F., Guillou, D., Rousselière, Y., & Chevaux, E. (2016). Development of an oxidative stress model in weaned pigs highlighting plasma biomarkers' specificity to stress inducers. *Journal of Animal Science*, 94(suppl_3), 48-53.
- Sadiah, I. N. (2015). Mortalitas embrio dan daya tetas itik lokal (*Anas sp.*) berdasarkan pola pengaturan temperatur mesin tetas. *Students e-Journal*, 4(3), 32-39.
- Sahara, E., Sandi, S., & Sari, M. L. (2019). Dampak pemberian tepung bawah putih terhadap profil lipid liver dan plasma darah puyuh yang mengalami cekaman panas. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan*, 1(1), 16-24.
- Shinder, D., Rusal, M., Tanny, J., Druyan, S., & Yahav, S. (2007). Thermoregulatory responses of chicks (*Gallus domesticus*) to low ambient temperatures at an early age. *Poultry science*, 86(10), 2200-2209.
- Slimen, B.I., Najjar, T., Ghram, A., & Abdrrabba, M. (2016). Heat stress effects on livestock: molecular, cellular and metabolic aspects, a review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 100(3), 401-412.
- Suwarno, N., & Mushawwir, A. (2019). Model Prediksi Metabolit Melalui Jalur Glikogenolisis Berdasarkan Fluktuasi Mikroklimat Lingkungan Kandang Sapi Perah. *Jurnal Ilmu dan Industri Peternakan*, 5(2), 97-107.
- Tao, S., & Dahl, G. E. (2013). Invited review: heat stress effects during late gestation on dry cows and their calves. *Journal of dairy science*, 96(7), 4079-4093.
- Won, S., Xie, G., Boddicker, R., Rhoades, J., Scheffler, T., Scheffler, J., ... & Baumgard, L. (2012). Acute duration heat stress alters expression of cellular bioenergetic-associated genes in skeletal muscle of growing pigs. *J. Anim. Sci*, 95, 573.
- Yang, C. S., Chhabra, S. K., Hong, J. Y., & Smith, T. J. (2001). Mechanisms of inhibition of chemical toxicity and carcinogenesis by diallyl sulfide (DAS) and related compounds from garlic. *The Journal of nutrition*, 131(3), 1041S-1045S.