

**PENGARUH PENAMBAHAN TEPUNG KUNYIT DAN BETAIN PADA RANSUM
TERHADAP BERAT KARKAS, TEBAL LEMAK PUNGGUNG
DAN LOIN EYE AREA BABI FINISHER**

**(Effect of Dietary Turmeric Flour and Betain Addition on Carcass Weight, Backfat Thickness
and Loin Eye Area of Finisher Pig)**

Jimmi RH Sinaga¹, Sauland Sinaga², dan Denny Rusmana²

¹Mahasiswa Pascasarjana Program Studi Magister Ilmu Peternakan, Fakultas Peternakan,
Universitas Padjadjaran, Sumedang

²Fakultas Peternakan, Universitas Padjadjaran, Sumedang

ABSTRACT

Antibiotic Growth Promoter (AGP) synthetic as a feed additive can stimulate growth, prevent some health problems, and improve feed efficiency. However, its journey has raised concerns due to adverse effects such as residues and microbial resistance. The use of turmeric flour and betaine as feed additives is expected to substitute the use of AGP Synthetic in improving the performance of pig carcasses and the safety of consumption. This study was aimed to examine the effect of the addition of turmeric flour and different doses of betaine in the ration on the performance of finisher period pigs. The study was conducted experimentally using a completely randomized design with four treatments and five replications. The objects of the study were 20 male and female finisher Landrace pigs with a finisher period with initial body weights of 55-66 kg/head. The study rations used were R0: basal ration, R1: R0 + 0.4% turmeric flour + 0.1% betaine, R2: R0 + 0.4% turmeric flour + 0.15% betaine and R3: R0 + 0.4% turmeric flour + 0.2% betaine. The parameters measured were carcass weight, backfat thickness, and loin eye area. The addition of turmeric flour treatment did not have any significant effects on carcass weight and thickness of the back fat of the pig. The addition of 0.4% turmeric flour and 0.15% betaine in the ration was the best treatment and resulted in a different effect on the loin eye area compared to that of R0, while treatment R1 and R3 had a similar effect on it. The result of the addition of 0.4% turmeric flour and 0.15% betaine resulted in the loin eye area of the finisher pig of 53.4 cm².

Keywords : Turmeric flour, Betaine, Additive, Pig

ABSTRAK

Antibiotik Growth Promoter (AGP) sintetik sebagai *feed additive* dapat memacu pertumbuhan, mencegah beberapa gangguan kesehatan dan meningkatkan efisiensi pakan, namun pada perjalanannya telah menimbulkan kekhawatiran akibat efek buruk yang ditimbulkan seperti residu dan resistensi. Tepung kunyit dan betain sebagai aditif pakan diharapkan bisa menggantikan AGPS dalam meningkatkan performan karkas ternak babi serta aman untuk dikonsumsi. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh penambahan tepung kunyit dan betain serta menganalisa dosis betain terbaik dalam ransum terhadap performan babi periode finisher. Penelitian dilakukan secara eksperimen menggunakan rancangan acak lengkap dengan 4 perlakuan dan 5 ulangan. Objek penelitian menggunakan babi Landrace jantan dan betina periode finisher sebanyak 20 ekor dengan bobot badan awal 55-66 kg/ekor. Ransum penelitian menggunakan R0 : ransum basal, R1 : R0 + 0,4% tepung kunyit + 0,1 % betain, R2 : R0 + 0,4% tepung kunyit + 0,15 % betain dan R3 : R0 + 0,4% tepung kunyit + 0,2 % betain. Parameter yang diukur meliputi, berat karkas, tebal lemak punggung, dan loin eye area. Perlakuan penambahan tepung kunyit tidak memberikan pengaruh yang berbeda terhadap berat karkas dan tebal lemak punggung. Penambahan 0,4% tepung kunyit dan betain 0,15% dalam ransum merupakan perlakuan terbaik dan memberikan pengaruh berbeda terhadap loin eye area dibandingkan R0 sedangkan antar perlakuan R1 dan R3 tidak memberikan pengaruh. Penambahan 0,4% tepung kunyit dan betain 0,15% menghasilkan luas loin eye area babi finisher 53,4 cm².

Kata kunci : Tepung kunyit, Betain, Aditif, Babi

PENDAHULUAN

Pakan menjadi penunjang proses biologis tubuh ternak untuk mendukung pertumbuhan optimal, pembentukan jaringan baru serta peningkatan produksi ternak (sesuai potensi genetis). Pakan memiliki presentase terbesar dari keseluruhan biaya produksi (60-80%) yang disiapkan dan diberikan untuk dikonsumsi ternak serta berguna bagi tubuhnya (Warouw dkk., 2014). Pemenuhan kebutuhan ternak banyak dilakukan dengan penambahan *feed aditif* pada ransum untuk memacu pertumbuhan, mencegah beberapa gangguan kesehatan dan meningkatkan efisiensi pakan. *Feed aditif* adalah zat makanan tertentu yang diberikan dalam jumlah terbatas (dosis tepat) untuk memenuhi kebutuhan khusus sesuai dengan tujuan pemeliharaan ternak. Penggunaan *feed aditif* sintetis pada perjalanannya telah menimbulkan kekhawatiran masyarakat dan ilmuwan akibat efek yang ditimbulkan seperti residu dan resistensi serta gangguan kesehatan. Pemanfaatan bahan lokal sebagai bahan aditif alami diharapkan menjadi solusi dan menjawab tantangan pelarangan dan atau pembatasan *feed aditif* sintetis dalam ransum ternak.

Salah satu bahan aditif yang berpengaruh positif terhadap pertumbuhan ternak adalah kunyit. Tepung kunyit mengandung kurkumin yang mampu meningkatkan pencernaan, memperbaiki metabolisme lemak, mencegah penyakit dan meningkatkan nafsu makan (Darwis dkk., 1991) sekaligus membunuh bakteri dalam saluran pencernaan (Ariyanto dkk., 2013). Bahan aktif kurkumin dan minyak atsiri (Kiso *et al.*, 1983) dapat meningkatkan produksi dan ekskresi cairan empedu serta pankreas yang bekerja secara kolekinetik dan koleretik. Efek koleretik dan kolekinetik menyebabkan gerak peristaltik saluran pencernaan semakin lambat dan digesta berada lebih lama dalam usus sehingga proses absorpsi zat makanan semakin meningkat (Sinaga dkk., 2011). Peningkatan produksi dan sekresi empedu dan pankreas dapat dimanfaatkan mencegah kelainan pada hati, sehingga pencernaan dan penggunaan zat-zat makanan yang dikonsumsi oleh ternak akan meningkat (Toana, 2008). Penggunaan tepung kunyit taraf 0,4% dalam ransum babi grower dapat meningkatkan persentase bobot karkas dan mengurangi tebal lemak punggung (Sinaga, 2003).

Metil (CH_3) dibutuhkan dalam jumlah yang cukup untuk pembentukan asam amino sehingga kebutuhan ternak tercukupi. Betain

merupakan turunan trimetil dari asam amino glisin yang bertindak sebagai donor metil untuk homosistein dalam pembentukan metionin, atau pada demetilasi total menghasilkan glisin. Betain bertindak sebagai donor kelompok metil (Craig, 2004), mendukung sintesis kreatin dan karnitin dan mengurangi persyaratan molekul donor metil lain seperti metionin dan kolin (Eklund *et al.*, 2005; Ratriyanto *et al.*, 2009; Simon, 1999). Betain dalam metabolisme bertindak sebagai *osmolyte* dengan struktur dipolar dan muatan netral sehingga lebih mudah membentuk hidrogen obligasi dengan air (Hall, 2014). Betain sebagai *osmolyte* dan sumber kelompok metil juga membantu menjaga kesehatan hati, jantung, dan ginjal serta dapat mengurangi konsentrasi serum homosistein melalui siklus metionin (Craig, 2004).

Betaine berpartisipasi dalam regulasi transportasi gen dan oksidasi asam lemak (Cai *et al.*, 2016). Betain berperan menghemat energi dalam metabolisme babi yang sedang tumbuh, terutama dalam kondisi spesifik seperti membatasi asupan makanan dan energi dalam ransum (Siljander-Rasi *et al.*, 2003; Wray-Cahen *et al.*, 2004), membuktikan bahwa suplementasi dengan betain mempengaruhi partisi energi (Fernández-Figares *et al.*, 2002) dan dapat meningkatkan nilai energi dari pakan (Schrama *et al.*, 2003). Betain sebagai donor metil yang efisien karena dapat menkonversi homosistein (asam amino) menjadi metionin (asam amino esensial) yang digunakan untuk mensintesis protein (Hall, 2014). Protein merupakan protoplasma aktif yang berfungsi untuk pembentukan jaringan baru dan metabolisme untuk menghasilkan energi (Sinaga, dkk., 2011). Betain dapat meningkatkan kinerja produktif dan mengurangi dampak negatif dari stres panas dan respon imun dengan meningkatkan osmoregulasi sel (Graham, 2002; Wang *et al.*, 2004; Attia dkk., 2005).

Berdasarkan referensi tersebut penelitian ini memadukan penggunaan tepung kunyit yang berperan pada saluran pencernaan dan betain sebagai penyedia donor metil dalam memacu pertumbuhan untuk meningkatkan kinerja ternak babi.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilaksanakan selama 60 hari di peternakan Aan, yang berlokasi di Kampung Rancakebo, Desa Mekarjaya, Kecamatan Panongan, Kabupaten Tangerang-Banten.

Penelitian menggunakan babi lokal (peranakan landrace) jantan dan betina dengan bobot badan awal 55-60 kg sebanyak 20 ekor. Kandang penelitian adalah kandang individu semi *closed house* konstruksi besi sebanyak 20 unit dengan ukuran panjang 170 cm, lebar 70 cm dan tinggi 100 cm.

Ransum basal dalam penelitian terdiri atas jagung, dedak, konsentrat, susu dan premix. Penelitian menerapkan 4 perlakuan berdasarkan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan setiap perlakuan diulang sebanyak 5 kali. Susunan perlakuan yaitu; R0 : ransum basal, R1: R0 + 0,4% tepung kunyit + 0,1% betain; R2 : R0 + 0,4% tepung kunyit + 0,15 % Betain; R3 : R0 + 0,4% tepung kunyit + 0,2% betain.

Parameter yang diukur

Berat Karkas. Berat karkas (kg) diperoleh setelah tubuh ternak dipisahkan dari isi rongga perut, bulu dan kepala kemudian ditimbang.

Tebal Lemak Punggung (TLP). Tebal lemak punggung (cm), diukur setelah ternak dipotong menggunakan alat penggaris pada tiga tempat, yaitu di atas tulang rusuk pertama, di atas tulang rusuk terakhir dan tepat di atas persendian paha. Hasil pengukuran dari tiga tempat tersebut dijumlahkan lalu dihitung rataannya, merupakan TLP babi bersangkutan.

Loin Eye Area (LEA). Pengukuran LEA (cm²) dilakukan dengan melukis luas penampang otot *longissimus dorsi* di antara tulang rusuk ke 10 dan 11, kemudian dihitung dengan menggunakan milimeter blok (Purnamartha dkk., 2014).

Analisis data

Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Data diolah dengan sidik ragam dan dilanjutkan uji lanjut untuk mengetahui perbedaan dari setiap rataan dengan uji jarak berganda Duncan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil penelitian tentang pengaruh perlakuan terhadap berat karkas, tebal lemak punggung dan *loin eye area* babi tersaji pada Tabel 1.

Berat karkas

Rata-rata setiap perlakuan menunjukkan berat karkas paling rendah terdapat pada perlakuan R2 (75,2 kg) dan tertinggi pada R1 (78 kg). Berat karkas adalah 73% dari bobot tubuh (Parakkasi, 1990). Milli *et al.* (1999), menyatakan bobot potong babi dengan berat 90 kg menghasilkan bobot karkas sebesar 62,75 kg.

Analisis ragam menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan terhadap berat karkas tidak memberikan respon yang berbeda nyata. Penambahan tepung kunyit dan betain tidak memberikan pengaruh yang berbeda dibanding R0 maupun antar perlakuan (R1, R2, R3) diduga karena jumlah pakan yang diberikan sama untuk semua perlakuan (3 kg/hari) dengan komposisi nutrisi pakan sudah mencukupi kebutuhan babi. Kondisi ini kemungkinan juga terjadi karena perkembangan komponen non karkas lebih baik dibandingkan dengan komponen karkas. Pratikno (2010) menyatakan bahwa kurkumin dan minyak atsiri pada kunyit tidak terabsorpsi secara efektif oleh sel epitelium intestinum maka tidak mempengaruhi metabolisme. Ratriyanto (2018) menyatakan bahwa pemberian betain pada dosis nutrisi ransum yang cukup tidak meningkatkan sintesa protein, artinya pembentukan daging tidak maksimal. El-Husseiny, 2007 dalam Ratriyanto dkk. (2012) dan Spreeuwenberg (2007) menyatakan betain bermanfaat maksimal untuk meningkatkan performan karkas pada kondisi defisiensi metionin, kekurangan energi atau terkait situasi stres.

Tabel 1. Pengaruh penambahan tepung kunyit dan betain dalam ransum terhadap berat karkas, tebal lemak punggung dan loin eye area babi

Peubah	Perlakuan			
	R0	R1	R2	R3
Berat Karkas (kg)	76,6	78,0	75,2	75,8
Tebal Lemak Punggung (cm)	2,8	3,2	3,03	3,25
Loin Eye Area (cm ²)	37 ^a	44,4 ^{ab}	53,4 ^b	46,6 ^{ab}

^{ab}Nilai pada baris yang sama dengan superskip yang berbeda menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata (P<0,05). R₀ : ransum basal, R₁: R₀ + 0,4% tepung kunyit + 0,1% betain; R₂ : R₀ + 0,4% tepung kunyit + 0,15 % Betain; R₃ : R₀ + 0,4% tepung kunyit + 0,2% betain.

Tebal lemak punggung (TLP)

Rataan hasil penelitian pengaruh perlakuan didapatkan pada R0 (2,8 cm), R₁ (3,2 cm), R2 (3,03) dan R3 (3,25). Rataan tersebut menunjukkan cenderung malah terjadi peningkatan TLP jika dibandingkan dengan R0. Berdasarkan analisis ragam, pengaruh perlakuan terhadap tebal lemak punggung tidak memberikan respon yang berbeda nyata. Sistem pemeliharaan dengan kandang individu, komposisi ransum, metode pemberian makan, perkandangan, suhu serta kelembaban yang sudah sesuai persyaratan kemungkinan membuat adanya penimbunan lemak yang berlebih. Kandungan energi tinggi dan dosis metionin yang cukup pada ransum akan menghasilkan deposisi lemak dalam tubuh yang tinggi, dan penurunan kadar protein dan air. Penimbunan lemak tubuh terjadi pada setiap tingkat umur jika energi di dalam tubuh melebihi dari kebutuhan hidup pokok dan pertumbuhan (Aritonang dkk., 2011).

Kondisi tersebut kemungkinan membuat tepung kunyit dan betain dalam menurunkan tebal lemak punggung tidak maksimal. Kurkumin dan minyak atsiri yang terkandung pada kunyit tidak terabsorpsi secara efektif oleh sel epitelium intestinum sehingga tidak mempengaruhi metabolisme (Pratikno, 2010). El-Hussemy (2007) dalam Ratriyanto (2012) dan Spreeuwenberg (2007) menyatakan bahwa betain bermanfaat maksimal untuk meningkatkan performan karkas pada kondisi defisiensi metionin, kekurangan energi atau terkait situasi stress. Betain berfungsi maksimal pada kondisi spesifik seperti membatasi asupan makanan dan energi dalam ransum (Siljander-Rasi *et al.*, 2003; Wray-Cahen *et al.*, 2004), mempengaruhi partisi energi (Fernández-Figares *et al.*, 2002) dan meningkatkan nilai energi dari pakan (Schrama *et al.*, 2003).

Loin Eye Area (LEA)

Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa penambahan tepung kunyit dan betain dalam ransum memberikan peningkatan *loin eye area* antara R1 (44,4 cm²), R2 (53,4 cm²), R3 (46,6 cm²), dibanding kontrol R0 (37 cm²). Hasil analisis ragam menunjukkan perlakuan memberikan pengaruh rata-rata tertinggi tertinggi pada R₂ (53,4 cm²) dibandingkan dengan R0. Hasil penelitian ini didukung Lopian dkk. (2013) yang memperoleh nilai rata-rata luas urat daging mata rusuk sebesar 42,39 cm², sedangkan Soulsby (1982), menyatakan nilai rata-rata luas urat daging mata rusuk pada periode finisher yaitu

42,97 cm². Hasil uji jarak berganda Duncan didapatkan bahwa LEA pengaruh pada perlakuan R2 nyata lebih tinggi dibandingkan R0 sedangkan rata-rata antara perlakuan R1, R2 dan R3 tidak berbeda nyata. Hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi tepung kunyit 0,4% dan Betain 0,15% memberikan respon yang terbaik terhadap LEA. Pengaruh perlakuan memberikan hasil yang berbeda dibanding dengan kontrol karena suplementasi betain dan tepung kunyit mempunyai peran dalam meningkatkan LEA.

Kunyit mempunyai kemampuan untuk meningkatkan produksi dan sekresi empedu dan getah pankreas sehingga pencernaan dan penggunaan zat-zat makanan yang dikonsumsi ternak akan meningkat (Toana, 2008). Getah pankreas mengandung enzim amilase, lipase dan protease yang berguna untuk meningkatkan pencernaan bahan pakan seperti karbohidrat, lemak dan protein (Adi, 2009). Hati akan mensekresikan empedu, untuk mengemulsikan lemak. Cairan empedu yang terdiri dari garam-garam empedu akan bercampur dengan lemak di dalam usus halus untuk membentuk misel yang berfungsi menurunkan tegangan antar permukaan lemak dan gerakan mencampur pada saluran pencernaan sehingga dapat memecah globulus lemak menjadi partikel yang lebih halus sehingga lemak dapat dicerna. Minyak atsiri berkhasiat untuk mengatur keluarnya asam lambung yang mengandung sel khusus yaitu pepsinogen yang diaktifkan menjadi pepsin oleh HCl yang disekresi oleh sel-sel parietal (Darwis, 1991). Pepsin ini melakukan pemecahan protein menjadi asam amino. Pemecahan protein yang semakin baik akan menyebabkan metabolisme protein dalam tubuh semakin baik yang akan berpengaruh juga pada pertumbuhan dan pembentukan daging.

Metil (CH₃) dibutuhkan dalam jumlah yang cukup untuk pembentukan asam amino dalam tubuh yang selama ini didapatkan dari metionin, sehingga metionin lebih maksimal dipergunakan untuk pembentukan daging. Betain sebagai donor kelompok metil (Craig, 2004), mendukung sintesis kreatin dan karnitin dan mengurangi persyaratan molekul donor metil lain seperti metionin dan kolin (Eklund *et al.*, 2005; Ratriyanto *et al.*, 2009; and Simon, 1999). Ketersediaan metil dari donor betain membuat pembentukan asam amino sesuai kebutuhan ternak tidak terganggu sehingga terjadi pembentukan daging.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penambahan tepung kunyit dan betain dalam ransum babi finisher memberikan pengaruh yang berbeda terhadap *loin eye area*, namun tidak nyata terhadap berat karkas dan tebal lemak punggung. Komposisi tepung kunyit 0,4% dan betain 0,15% pada ransum basal babi finisher dinilai merupakan perlakuan terbaik yang memberikan pengaruh berbeda pada *loin eye area* babi yaitu 53,4 cm².

Saran

Penambahan tepung kunyit 0,4% dan betain 0,15% dalam ransum basal babi finisher merupakan perlakuan terbaik terhadap *loin eye area* dan komposisi tersebut cocok digunakan sebagai pengganti *antibiotic growth promotor*. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan mengevaluasi komposisi ransum (kandungan energi dan metionin) maupun fase ternak objek penelitian (starter/grower) agar tepung kunyit dan betain bisa memberikan hasil yang maksimal terhadap berat karkas dan tebal lemak punggung.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, R. 2009. Efektivitas Betain Pada Pakan Ayam Broiler Rendah Metionin Berdasarkan Parameter Berat Badan dan Karkas. Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret, Solo.
- Ariyanto, A. N., N. Iriyanti, dan M. Mufti. 2013. Pemanfaatan tepung kunyit dan sambiloto dalam pakan terhadap konsumsi pakan dan pertumbuhan bobot badan broiler. *Jurnal Ilmiah Peternakan*, 1(2): 471 - 478.
- Aritonang, S. N., J. Pinem, dan S. Tarigan. 2011. Pendugaan bobot karkas, persentase karkas dan tebal lemak punggung babi Duroc jantan berdasarkan umur ternak. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 13(2): 120-124.
- Attia, Y.A., A. E. Abd El-Hamid, A. A. Abedalla, M. A. Al-Harhi, M. A. Berika, O. Kucuk, K. Sahin, and B. M. Abou-Shehema. 2016. Laying performance, digestibility and plasma hormones in laying hens exposed to chronic heat stress as affected by betaine, vitamin C, and/or vitamin E supplementation. *Springer Plus*, 5:1-12.
- Cai, D., J. Wang, Y. Jia, H. Liu, M. Yuan, H. Dong and R. Zhao. 2016. Gestational dietary betaine supplementation suppresses hepatic expression of lipogenic genes in neonatal piglets through epigenetic and glucocorticoid receptor-dependent mechanisms. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular and Cell Biology of Lipids*, 1861(1):41-50.
- Craig, S. A. S. 2004. Betaine in human nutrition. *Am. J. Clin. Nutr.*, 80: 539-549.
- Darwis, S.N., A. B. D. M. Indo dan S. Hasiyah. 1991. Tanaman Obat Familia Zingiberaceae, in, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Industri, Bogor.
- Eklund, M., E. Bauer, J. Wamatu, and Y. R. Mosenthin. 2005. Potential nutritional and physiological functions of betaine in livestock. *Nutr. Res. Rev.*, 18(1): 31-48.
- El-Husseiny, O. M., M. A. Abo-El-Ella, M. O. Abd-Elsamee, and M. M. Ab-Elfattah. 2007. Response of broiler chick performance to dietary betaine and folic acid at different methionine levels. *Int. J. Poult. Sci.*, 6: 515-525.
- Fernández-Figares, I., D. Wray-Cahen, N. C. Steele, R. G. Campbell, D. D. Hall, E. Virtanen and T. J. Caperna. 2002. Effect of dietary betaine on nutrient utilization and partitioning in the young growing feed-restricted pig. *J. Anim. Sci.*, 80(2): 421-428.
- Graham, H. 2002. Betaine-combating heat stress in poultry. *Afma Matrix.*, 15:16 -17.
- Hall, D. 2014. Betaine supplementation for better pigs productivity. *Pig Progress* 30(8): 31-32.
- Kiso, Y., Y. Suzuki, N. Watanabe, Y. Oshima and H. Hikino. 1983. Anti-hepatotoxic principles of *Curcuma longa* rhizomes. *Planta Medica*, 49: 185-187.
- Lapian, M. Th. R. 1995. Penggunaan Ampas dan Air Kelapa Terhadap Penampilan dan Nilai Karkas Ternak Babi Pengakhiran. Tesis. Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Milli, D. C., D. R. Nath and A. B. Sarker. 1999. Effect of slaughter weight on certain carcass and meat quality traits of hampshire barrows. *Indian Vet. J.*, 76: 313-316.
- Parakkasi, A. 1990. Ilmu Gizi dan Makanan Ternak Monogastrik. Angkasa, Bandung.

- Purnamartha, I. M., Setiyono and Panjono. 2014. The effect of rice hull in the dried hotel food waste based-diet on the growth and carcass of pigs. *Buletin Peternakan*, 38(1): 51 – 58.
- Pratikno, H. 2010. Pengaruh Ekstrak Kunyit (*Curcuma domestica* Vahl) terhadap Bobot Badan Ayam Broiler (*Gallus* sp). Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro, Semarang.
- Ratriyanto, A., R. Mosenthin, E. Bauer, and M. Eklund. 2009. Metabolic, osmoregulatory and nutritional functions of betaine in monogastric animals. *Asian-Australasian J. Anim. Sci.*, 22(10): 1461-1476.
- Ratriyanto, A dan S.D.Mentari. 2018. Pertumbuhan dan efisiensi pakan ayam broiler betina yang diberikan pakan mengandung metionin cukup dan disuplementasi betain. *Jurnal Ilmu Peternakan*, 28(3): 233-240.
- Ratriyanto, A., R. Indreswari, dan Sudiyono. 2012. Efektivitas Betain Pada Pakan Ayam Broiler Rendah Metionin Berdasarkan Parameter Bobot Badan dan Karkas. Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Simon, J. 1999. Choline, betaine and methionine interactions in chickens, pigs and Fish (including crustaceans). *World's Poult. Sci. J.*, 55(4): 353–374.
- Sinaga, S. 2003. Pengaruh Ransum yang Mengandung Aditif Tepung Kunyit pada Babi Finisher. Fapet Unpad, Bandung.
- Sinaga, S., dan S. Martini. 2011. Pengaruh pemberian berbagai dosis curcuminoid pada peranakan babi Landrace. *Jurnal Ilmu Ternak*, 10(2): 95-110.
- Siljander-Rasi, H., S. Peuranen, K. Tiihonen, E. Virtanen, H. Kettunen, T. Alaviuhkola, and P.H. Simmins. 2003. Effect of equimolar dietary betaine and choline addition on performance, carcass quality and physiological parameters of pigs. *Anim. Sci.*, 76(1): 55-62.
- Soulsby, E. J. L. 1982. Helminths, Antropods and Protozoa of Domesticated Animals. English Laguage Book Service Bailiere Tindall. 7th Ed. pp. 231 – 257.
- Schrama, J. W., M. J. W Heetkamp, P. H. Simmins and W. J. J. Gerrits. 2003. Dietary betaine supplementation energy metabolism of pigs. *J. Anim. Sci.*, 81(5): 1202–1209.
- Spreuuenberg, M. A. S., H. M. J. Van Hees, and C. H. M. Smits. 2007. The Effect of Betaine Supplementation on Growth Performance of Piglets Raised Under sub Optimal Management Condition. In *Manipulating Pig Production XI*. (Eds. J.E Peterson and J. A. Barker). Australasian Pig Science Association. Scott print. Perth, Western Australia
- Toana, N. M. 2008. Pengaruh pemberian tepung kunyit dalam ransum terhadap performans produksi itik periode bertelur. *Jurnal Agroland*, 15(2): 140-143.
- Wang, Y. Z., Z. R. Xu, and J. Feng. 2004. The effect of betaine and dl-methionine on growth performance and carcass characteristics in meat ducks. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 116: 151-159.
- Warouw, Z. M, V. V. J. Panelewen, dan A.D. P. Mirah. 2014. Analisis usaha peternakan babi pada perusahaan “Kasewean” kakaskasen di kota Tomohon. *Jurnal Zootek*, 34(1): 92-102.
- Wray-Cahen, D., I. Fernandez-Figares, E. Virtanen, N. C. Steele and T. J. Caperna. 2004. Betaine improves growth, but does not induce whole body or hepatic palmitate oxidation in swine (*Sus scrofa domestica*). *Comparative Biochem. Physiol. Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 137(1):131–140.