

**STUDI META ANALISIS PENGARUH SUPLEMENTASI
CINNAMALDEHYDE TERHADAP KONSUMSI PAKAN,
KECERNAAN NUTRIEN, DAN PERFORMA TERNAK**

The Effect of Cinnamaldehyde Supplementation on Feed Intake, Nutrient Digestibility, and Growth Performance: A Meta-Analysis

Siti Syawaliyah^{*}, Ujang Hidayat Tanuwiria, Yulianri Rizki Yanza
Program Studi Ilmu Peternakan, Fakultas Peternakan, Universitas Padjadjaran.
Jln. Ir. Soekarno Km 21 Jatinangor, Kab. Sumedang, Jawa Barat
**Corresponding Author:* siti20028@mail.unpad.ac.id

ABSTRACT

Ruminants are one type of livestock that can provide benefits to produce animal protein to meet the nutritional needs of the community. In an effort to meet these needs, the use of feed additives such as antibiotics in feed is needed to spur optimal ruminant performance. However, antibiotics that are used continuously can cause harmful residues when consumed by humans, so alternatives to the use of antibiotics are needed, one of which is the use of essential oils, namely cinnamaldehyde. The purpose of this meta-analysis study was to evaluate the effect of cinnamaldehyde supplementation on feed intake, nutrient digestibility, and ruminant performance. A total of 23 publications consisting of 40 *in vivo* studies were included in the database of this study. The database was then statistically analyzed by mixed model methodology, where different experiments were considered as random effects and cinnamaldehyde-related factors were considered as fixed effects. Results showed that the addition of cinnamaldehyde to ruminant feed tended to decrease crude protein intake (CPI) ($P = 0.07$) and had no effect on dry matter intake (DMI), organic matter intake (OMI), neutral detergent fiber intake (NDFI), nutrient digestibility, and ruminant performance ($P > 0.10$). It can be concluded that although cinnamaldehyde supplementation in feed does not have a significant effect on ruminant performance, it also does not show a negative impact on the treated ruminant.

Keywords: Cinnamaldehyde, Feed intake, Nutrient digestibility, Performance

ABSTRAK

Ternak ruminansia merupakan salah satu jenis ternak yang dapat memberikan manfaat menghasilkan protein hewani untuk memenuhi kebutuhan gizi masyarakat. Dalam upaya untuk memenuhi kebutuhan tersebut, dibutuhkan penggunaan *feed additive* seperti antibiotik dalam pakan untuk memacu performa ternak yang optimal. Tetapi, antibiotik yang digunakan secara terus-menerus dapat memunculkan residu yang berbahaya bila dikonsumsi oleh manusia, sehingga diperlukan alternatif penggunaan antibiotik tersebut, salah satunya penggunaan minyak esensial yaitu *cinnamaldehyde*. Tujuan studi meta analisis ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh suplementasi *cinnamaldehyde* terhadap konsumsi pakan, pencernaan nutrisi, dan performa ternak ruminansia. Sebanyak 23 publikasi yang terdiri dari 40 studi *in vivo* dimasukkan dalam *database* penelitian ini. *Database* tersebut kemudian dianalisis secara statistik dengan metodologi model campuran, di mana percobaan yang berbeda dianggap sebagai efek acak dan faktor terkait *cinnamaldehyde* dianggap sebagai efek tetap. Hasil menunjukkan bahwa penambahan *cinnamaldehyde* pada pakan ternak ruminansia cenderung menurunkan konsumsi protein kasar (PK) ($P = 0,07$) dan tidak memberikan pengaruh terhadap konsumsi bahan kering (BK), bahan organik (BO), *Neutral Detergent Fiber* (NDF), pencernaan nutrisi, dan performa ternak ruminansia ($P > 0,10$). Dapat disimpulkan bahwa meskipun suplementasi *cinnamaldehyde* dalam pakan tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap performa ternak, tetapi pemberian ini juga tidak menunjukkan dampak negatif pada ternak yang diberi perlakuan tersebut.

Kata kunci: Cinnamaldehyde, Konsumsi pakan, Pencernaan nutrisi, Performa ternak

PENDAHULUAN

Permintaan produk hasil ternak untuk pemenuhan protein hewani semakin meningkat seiring dengan meningkatnya pertumbuhan jumlah penduduk dan perbaikan taraf hidup masyarakat Indonesia. Salah satu sumber penghasil protein hewani adalah ternak ruminansia yaitu berupa daging dan susu dengan tetap memperhatikan kualitas hasil ternak tersebut. Peningkatan performa ternak adalah salah satu upaya untuk meningkatkan hasil ternak yang berkualitas.

Performa ternak mengacu pada kemampuan ternak dalam memproduksi dan menghasilkan suatu *output* yang mencakup aspek produksi, pertumbuhan, reproduksi, kesehatan, dan kualitas produk. Performa ternak dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan, termasuk manajemen pakan (Sembada *et al.*, 2020). Faktor manajemen pakan ini berpengaruh secara signifikan terhadap performa produksi ternak mulai dari kecepatan pertumbuhan hingga komposisi tubuh ternak yang dihasilkan (Mutaqin dan Tanuwiria, 2024). Konsumsi pakan merupakan parameter penting yang mempengaruhi performa dan kesehatan ternak sehingga pakan yang diberikan harus dapat memenuhi kebutuhan nutrisi ternak.

Dalam upaya memenuhi kebutuhan nutrisi ternak tersebut, para peternak menggunakan *feed additive* untuk memenuhi nutrisi dalam pakan ternak, salah satunya adalah menggunakan antibiotik sebagai pemacu pertumbuhan dan kesehatan ternak. Antibiotik yang digunakan secara terus-menerus dapat memunculkan residu yang berbahaya bila dikonsumsi oleh manusia. Oleh karena itu, diperlukan alternatif lain yang dapat digunakan sebagai *feed additive* pengganti antibiotik, salah satunya adalah dengan penggunaan senyawa bioaktif dalam pakan untuk memacu pertumbuhan dalam produksi ternak. *Cinnamaldehyde* ($C_6H_5CH=CHCHO$) adalah senyawa aktif utama dalam minyak kayu manis dengan

kandungan aktif 75% dari komposisinya dengan aktivitas antimikroba terhadap mikroba rumen, antioksidan, dan antiinflamasi (Calsamiglia *et al.*, 2007). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan *cinnamaldehyde* sebagai *feed additive* ternak ruminansia terhadap konsumsi pakan, pencernaan nutrisi, dan performa ternak dengan pendekatan meta analisis serta dapat mengetahui kesimpulan yang *robust* dari beberapa penelitian *in vivo* yang telah dipublikasikan.

MATERI DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini akan dilaksanakan pada Juni – Juli 2024 di Laboratorium Nutrisi dan Kimia Makanan Ternak, Departemen Nutrisi Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran, Kecamatan Jatinangor, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat)

Materi

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data-data hasil penelitian dari beberapa artikel jurnal yang telah diterbitkan di Scopus berkaitan dengan penggunaan *cinnamaldehyde* sebagai *feed additive* dalam pakan ternak ruminansia. Data-data tersebut kemudian dikumpulkan untuk dijadikan *database* yang disajikan pada Tabel 1. Adapun alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu laptop, Microsoft Excel, *Statistical Analysis System* (SAS) 9.4.

Metode

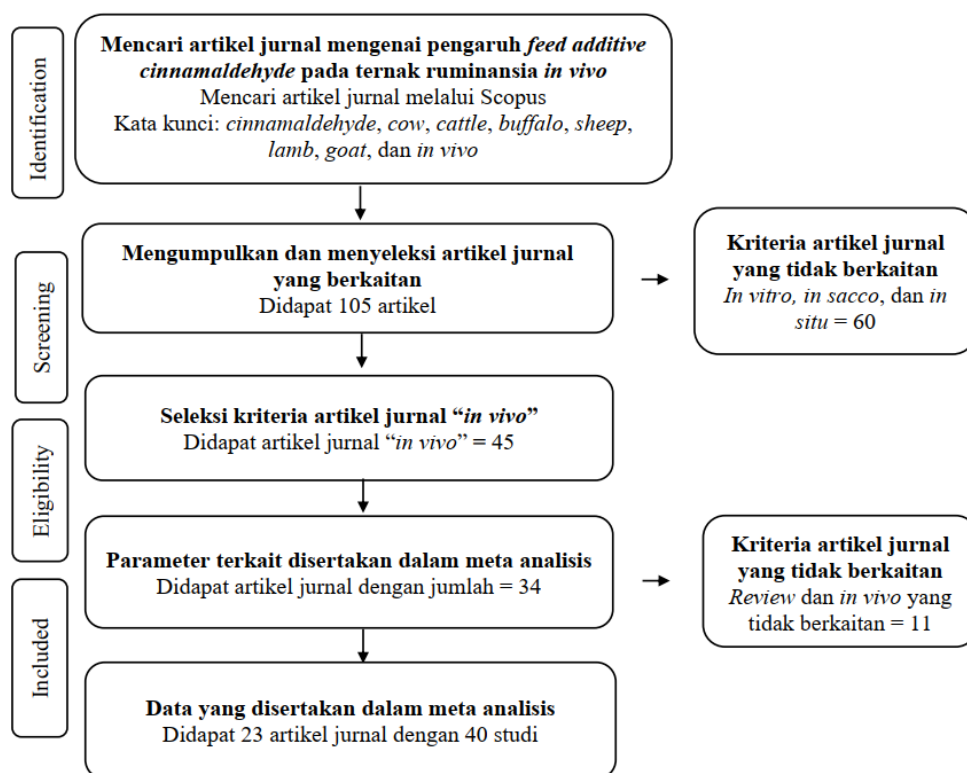
Pendekatan yang digunakan dalam metode meta analisis mengikuti pedoman *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) atau tinjauan sistematis dan meta analisis (Liberati *et al.*, 2009). Pedoman PRISMA tersebut disajikan dalam Gambar 1.

Tabel 1. Data yang dimasukkan dalam meta analisis pengaruh penambahan *cinnamaldehyde* pada ternak ruminansia *in vivo*

No	Referensi	Tahun	Studi	Lama Exp (hari)	Ternak	Jenis Ruminansia	ME Tambahan	Status Campuran ME	Level CIN (mg/kg BK)
1	Cardozo <i>et al.</i>	2006	1-2	21	Sapi betina	Besar	Eugenol, AE	Campuran	0-76,92
2	Chaves <i>et al.</i>	2008a	3	91	Domba betina	Kecil	-	Bukan campuran	0-200
3	Chaves <i>et al.</i>	2008b	4-5	77	Domba	Kecil	-	Bukan campuran	0-200
4	Yang <i>et al.</i>	2010a	6	112	Sapi jantan	Besar	-	Bukan campuran	0-208,06
5	Yang <i>et al.</i>	2010b	7	21	Sapi betina	Besar	-	Bukan campuran	0-183,91
6	Chaves <i>et al.</i>	2011	8	126	Domba betina	Kecil	-	Bukan campuran	0-400
7	Tekippe <i>et al.</i>	2013	9-11	28-84	Sapi betina	Besar	Eugenol	Campuran	0-3,11
8	Wall <i>et al.</i>	2014	12-14	42-56	Sapi betina	Besar	Eugenol	Campuran	0-4,47
9	Khorrami <i>et al.</i>	2015	15	21	Sapi jantan	Besar	-	Bukan campuran	0-350
10	Malekhhahi <i>et al.</i>	2015	16	64	Domba	Kecil	-	Bukan campuran	0-87,52
11	Souza <i>et al.</i>	2018	17	60	Sapi betina	Besar	Eugenol, capsicum	Campuran	0-21,83
12	Moriel <i>et al.</i>	2018	18-21	30-72	Sapi betina	Besar	Garlic oil	Campuran	0-22,71
13	Chapman <i>et al.</i>	2019	22	19	Sapi betina	Besar	-	Bukan campuran	0-121,61
14	Silva <i>et al.</i>	2021	23	21	Sapi betina	Besar	Carvacrol, limonene, sapogenins	Campuran	0-482,89
15	Latack <i>et al.</i>	2021	24-27	21-216	Sapi jantan	Besar	Eugenol, CO, monensin	Campuran	0-14,37

No	Referensi	Tahun	Studi	Lama Exp (hari)	Ternak	Jenis Ruminansia	ME Tambahan	Status Campuran ME	Level CIN (mg/kg BK)
16	Cunha <i>et al.</i>	2023	28-30	20	Domba betina	Kecil	Carvacrol, thymol	Campuran	0-101,65
17	Linde <i>et al.</i>	2023	31-33	14-80	Sapi betina	Besar	-	Bukan campuran	0-9,48
18	Martins <i>et al.</i>	2023	34	42	Sapi betina	Besar	Eugenol, capsicum, YC	Campuran	0-1,95
19	Wang <i>et al.</i>	2023	35	60	Domba betina	Kecil	Eugenol, capsicum	Campuran	0-4,4
20	Cantet <i>et al.</i>	2023	36	56	Sapi betina	Besar	Garlic oil	Campuran	0-125
21	Teobaldo <i>et al.</i>	2023	37-38	28	Sapi jantan	Besar	Carvacrol, tanin	Campuran	0-150
22	Gastelen <i>et al.</i>	2024	39	84	Sapi betina	Besar	Eugenol, capsicum	Campuran	0-2,55
23	Tondini <i>et al.</i>	2024	40	105	Sapi betina	Besar	Eugenol, capsicum	Campuran	0-2,88

Keterangan: ME = minyak esensial; CIN = *cinnamaldehyde*; BK = bahan kering; AE = *alfalfa extract*; CO = *capsaicin oleoresin*; YC = *yeast culture*



Gambar 1. Diagram prisma

Data-data hasil penelitian yang digunakan didapat dari berbagai artikel jurnal diperoleh dari Scopus. Data hasil penelitian terdiri dari pengaruh penggunaan *cinnamaldehyde* terhadap konsumsi pakan, pencernaan nutrisi, dan performa ternak. Artikel jurnal diperoleh dengan menggunakan kata kunci "*cinnamaldehyde*", "*cow*", "*cattle*", "*buffalo*", "*sheep*", "*lamb*", "*goat*", dan "*in vivo*". Proses pengumpulan artikel jurnal tersebut dilakukan dalam empat langkah utama, yaitu *identification*, *screening*, *eligibility*, dan *included*.

Analisis Statistik

Semua parameter dianalisis menggunakan metodologi model campuran dalam meta-analisis. Perangkat lunak SAS 9.4 digunakan untuk menjalankan model PROC MIXED. Tingkat *cinnamaldehyde* diperlakukan sebagai efek tetap, sedangkan artikel jurnal diperlakukan sebagai efek acak.

Baik variabel kontinu maupun diskret dikenai pemodelan statistik (St-Pierre, 2001; Jayanegara *et al.*, 2014; Yanza *et al.*, 2021b). Tingkat *cinnamaldehyde* dikategorikan sebagai variabel prediktor kontinu. Model statistik yang digunakan adalah:

$$Y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 X_{ij} + \beta_2 X_{ij}^2 + s_i + b_i X_{ij} + e_{ij}$$

Di mana:

Y_{ij} = variabel dependen

β_0 = intercept keseluruhan di semua studi (efek tetap)

β_1 = koefisien regresi linear Y pada X (efek tetap)

β_2 = koefisien regresi kuadratik Y pada X (efek tetap)

X_{ij} = nilai variabel prediktor kontinu (tingkat *cinnamaldehyde*)

s_i = nilai variabel acak studi i

b_i = variabel acak studi pada koefisien regresi Y pada X dalam studi i

e_{ij} = *residual error* yang tidak dijelaskan.

Pernyataan CLASS dibuat menggunakan tingkat *cinnamaldehyde* dan variabel studi, sementara pernyataan RANDOM dibuat berdasarkan berbagai studi (Yanza *et al.*, 2021b). Menurut Jayanegara *et al.*, (2014), model-model ini dilakukan dengan memberikan bobot pada jumlah replikat dalam eksperimen. Model dianggap signifikan pada $P \leq 0,05$ dan cenderung signifikan pada $0,05 < P \leq 0,10$. Ketika model regresi kuadratik masing-masing tidak signifikan pada $P < 0,05$, model regresi linear diterapkan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Deskriptif Pengaruh Suplementasi *Cinnamaldehyde* terhadap Konsumsi Pakan, Kecernaan Nutrien, dan Performa Ternak

Tabel 2 menyajikan gambaran rinci mengenai variasi data pada studi yang dilakukan yaitu pengaruh pemanfaatan *cinnamaldehyde* sebagai *feed additive* pada ternak ruminansia terhadap berbagai parameter konsumsi pakan, kecernaan nutrien, dan performa ternak. Data yang disajikan meliputi rentang nilai minimum dan maksimum, rata-rata (*mean*), dan *standar error mean* (SEM) untuk setiap parameter.

Analisis Meta Regresi Pengaruh Suplementasi *Cinnamaldehyde* terhadap Konsumsi Pakan, Kecernaan Nutrien, dan Performa Ternak

Tabel 3 menyajikan hasil analisis meta regresi pengaruh suplementasi *cinnamaldehyde* dalam pakan terhadap parameter konsumsi pakan, kecernaan nutrien, dan performa ternak. Konsumsi pakan merujuk jumlah pakan yang dikonsumsi oleh ternak dalam periode waktu tertentu dan menjadi faktor penting yang memengaruhi performa ternak serta penggunaan nutrien dalam pakan (Van Soest, 1994; Hadgu, 2016). Hasil analisis meta regresi menunjukkan bahwa suplementasi *cinnamaldehyde* dalam pakan tidak memberikan pengaruh yang

signifikan terhadap konsumsi bahan kering (BK), bahan organik (BO), dan *neutral detergent fiber* (NDF) ($P = 0,10$). Namun, meskipun tidak signifikan untuk ketiga parameter tersebut, hasil analisis menunjukkan adanya kecenderungan pengaruh signifikan pada konsumsi protein kasar (PK) ($P = 0,07$) yang menurun secara linear. Hal ini dapat mengindikasikan bahwa suplementasi *cinnamaldehyde* berpotensi menurunkan palatabilitas pakan. Beberapa studi menjelaskan bahwa *cinnamaldehyde* memiliki rasa pedas dan pahit (Pieroni dan Torry, 2007; Yokomi dan Ito, 2009), yang mungkin menjadi alasan mengapa penggunaannya dalam pakan dapat mengurangi palatabilitas sehingga konsumsi pakan juga ikut menurun.

Kecernaan adalah jumlah nutrien yang diserap dalam sistem pencernaan dan merupakan selisih antara nutrisi yang dikonsumsi dengan nutrien yang dikeluarkan melalui feses (Anggorodi, 2005). Tingkat kecernaan ditentukan oleh jumlah nutrien yang dapat dimanfaatkan oleh ternak untuk memenuhi kebutuhan hidup pokok dan pertumbuhannya (Widya *et al.*, 2008). Hasil analisis meta regresi menunjukkan bahwa suplementasi *cinnamaldehyde* pada pakan tidak memberikan pengaruh signifikan ($P > 0,10$) terhadap kecernaan bahan kering (KcBK), bahan organik (KcBO), *Neutral Detergent Fiber* (KcNDF), dan protein kasar (KcPK). Hasil ini sesuai dengan penelitian Ishlak *et al.* (2015) yang melaporkan bahwa suplementasi *cinnamaldehyde*, monensin, dan tanin tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap KcBK, KcBO, dan KcNDF. Hal tersebut terjadi karena suplementasi *cinnamaldehyde* dalam pakan tidak memengaruhi dinamika populasi total mikroba rumen sehingga aktivitas degradasi di dalam rumen tidak mengalami perubahan yang berarti (Chapman *et al.*, 2019).

Tabel 2. Analisis deskriptif dari kumpulan data yang digunakan dalam meta analisis

Parameter	n	Min	Max	Mean	SEM
Konsumsi Pakan					
Konsumsi BK (kg/hari)	79	0,82	30,10	12,89	1,14
Konsumsi BO (kg/hari)	17	3,91	27,40	11,17	1,88
Konsumsi NDF (kg/hari)	20	0,51	9,20	4,18	0,61
Konsumsi PK (kg/hari)	12	1,39	5,10	2,60	0,41
Kecernaan Nutrien					
KcBK (%)	13	60,60	79,00	68,97	1,80
KcBO (%)	11	64,00	80,60	71,85	1,79
KcNDF (%)	13	47,80	72,50	59,80	2,27
KcPK (%)	13	58,90	80,30	68,18	1,63
Performa Ternak					
BB Akhir (kg)	48	29,40	719,00	387,63	37,60
PBB (kg)	42	4,00	196,00	45,84	8,21
FCR (kg)	13	0,81	6,91	3,98	0,55

Keterangan: BK = bahan kering; BO = bahan organik; NDF = *neutral detergent fibre*; PK = protein kasar; KcBK = kecernaan bahan kering; KcBO = kecernaan bahan organik; KcNDF = kecernaan *neutral detergent fibre*; KcPK = kecernaan protein kasar; BB = bobot badan; PBB = pertambahan bobot badan; FCR = *feed conversion ratio*; n = jumlah perlakuan pakan; SEM = *standard error of means*.

Tabel 3. Hasil analisis meta regresi pengaruh suplementasi *cinnamaldehyde* terhadap konsumsi pakan, kecernaan nutrien, dan performa ternak

Parameter	n	Rs	Int	SE Intercept	Slope	SE Slope	P value	RMSE	AIC
Konsumsi Pakan									
Konsumsi BK (kg/hari)	79	L	12,44	1,75	-0,0010	0,0008	0,19	0,38	343,9
Konsumsi BO (kg/hari)	17	L	10,43	2,76	-0,0016	0,0013	0,26	0,36	77,0
Konsumsi NDF (kg/hari)	20	L	4,08	0,94	-0,00016	0,00041	0,71	0,12	51,9
Konsumsi PK (kg/hari)	12	L	2,42	0,59	-0,00028	0,00012	0,07	0,03	19,1
Kecernaan Nutrien									
KcBK (%)	13	L	68,87	2,70	-0,0033	0,0033	0,35	1,03	77,8
KcBO (%)	11	L	71,31	2,83	0,000835	0,0035	0,82	0,92	64,9
KcNDF (%)	13	L	60,21	3,37	-0,0054	0,0050	0,32	1,57	85,3
KcPK (%)	13	L	68,07	2,53	-0,0002	0,0039	0,96	1,23	79,3
Performa Ternak									
BB Akhir (kg)	48	L	369,01	58,09	-0,015	0,014	0,28	4,51	468,9
PBB (kg)	42	L	38,03	13,44	-0,008	0,009	0,36	3,04	332,5
FCR (kg)	13	L	4,29	0,87	-0,0007	0,001	0,50	0,19	43,9

Keterangan: BK = bahan kering; BO = bahan organik; NDF = *neutral detergent fibre*; PK = protein kasar; KcBK = kecernaan bahan kering; KcBO = kecernaan bahan organik; KcNDF = kecernaan *neutral detergent fibre*; KcPK = kecernaan protein kasar; BB = bobot badan; PBB = pertambahan bobot badan; FCR = *feed conversion ratio*; n = jumlah perlakuan pakan; Rs = respon statistik; L = respon Linear; Int = intercept; SE = *standard of errors*; RMSE = *root mean square of errors*; AIC = *akaike information criterion*.

Performa ternak diukur untuk mengevaluasi kemampuan ternak dalam menghasilkan output, seperti pertumbuhan, kesehatan, produksi, dan kualitas produk hasil ternak. Performa ternak dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan termasuk manajemen pakan

(Sembada *et al.*, 2020). Manajemen pakan memiliki peran penting dalam menentukan performa produksi ternak, mulai dari laju pertumbuhan hingga komposisi tubuh ternak yang dihasilkan (Mutaqin dan Tanuwiria, 2024).

Berdasarkan hasil analisis meta-regresi, suplementasi cinnamaldehyde dalam pakan tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan ($P > 0,10$) terhadap parameter performa ternak. Tidak adanya dampak suplementasi cinnamaldehyde pada tingkat konsumsi pakan dapat menjadi salah satu faktor yang menyebabkan penurunan parameter tersebut. Penelitian yang dilakukan oleh Malekshahi *et al.* (2015) mendukung temuan ini, di mana pemberian cinnamaldehyde dalam pakan domba jantan tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap bobot badan akhir, pertambahan bobot badan harian (PBBH), maupun *feed conversion ratio* (FCR), karena tidak adanya perubahan pada konsumsi BK. Penurunan performa ternak berhubungan erat dengan penurunan konsumsi pakan dan daya cerna ternak (Yanza *et al.*, 2021a).

KESIMPULAN

Suplementasi cinnamaldehyde dalam pakan ternak ruminansia tidak memengaruhi konsumsi bahan kering (BK), bahan organik (BK), *neutral detergent fibre* (NDF), parameter pencernaan nutrisi, performa ternak, namun cenderung memengaruhi penurunan konsumsi protein kasar (PK). Dengan demikian, meskipun suplementasi cinnamaldehyde dalam pakan ternak ruminansia tidak memberikan pengaruh signifikan dalam memodulasi konsumsi pakan, pencernaan nutrisi, dan performa ternak secara maksimal, pemberian ini juga tidak menunjukkan dampak negatif pada ternak yang diberi perlakuan tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan satu tim penelitian meta analisis atas bantuan dan kerja

samanya, serta ucapan terima kasih kepada Laboratorium Nutrisi dan Kimia Makanan Ternak, Departemen Nutrisi Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran yang telah memberikan bantuan dalam menyediakan fasilitas bagi peneliti dalam melaksanakan penelitian studi meta analisis ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abangardi, R. (2005). *Ilmu makanan ternak umum*. Gadjah Mada University Press.
- Calsamiglia, S. M., Busquet, P. W., Cardozo, L., Castillejos, M., & Ferret, A. (2007). Essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation: A review. *Journal of Dairy Science*, 90, 2580–2595.
<https://doi.org/10.3168/jds.2006-644>
- Cantet, J. M., Yu, Z., Tucker, H. A., & Rius, A. G. (2023). A cinnamaldehyde feed additive improved feed use-efficiency in lactating dairy cows. *Livestock Science*, 272, 105236.
<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2023.105236>
- Cardozo, P. W., Calsamiglia, S., Ferret, A., & Kamel, C. (2006). Effects of alfalfa extract, anise, capsicum, and a mixture of cinnamaldehyde and eugenol on ruminal fermentation and protein degradation in beef heifers fed a high-concentrate diet. *Journal of Animal Science*, 84(10), 2801–2808.
<https://doi.org/10.2527/jas.2005-593>
- Chapman, C. E., Ort, S. B., Aragona, K. M., Cabral, R. G., & Erickson, P. S. (2019). Effect of cinnamaldehyde on feed intake, rumen fermentation, and nutrient digestibility in lactating dairy cows. *Journal of Animal Science*, 97(4), 1819–1827.
<https://doi.org/10.1093/jas/skz050>
- Chaves, A. V., Dugan, M. E. R., Stanford, K., Gibson, L. L., Bystrom, J. M., McAllister, T. A., Van Herk, F., & Benchaar, C. (2011). A dose-response

- of cinnamaldehyde supplementation on intake, ruminal fermentation, blood metabolites, growth performance, and carcass characteristics of growing lambs. *Livestock Science*, 141(2–3), 213–220.
<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2011.06.006>
- Chaves, A. V., Stanford, K., Dugan, M. E. R., Gibson, L. L., McAllister, T. A., Van Herk, F., & Benchaar, C. (2008). Effects of cinnamaldehyde, garlic and juniper berry essential oils on rumen fermentation, blood metabolites, growth performance, and carcass characteristics of growing lambs. *Livestock Science*, 117(2–3), 215–224.
<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.12.013>
- Chaves, A. V., Stanford, K., Gibson, L. L., McAllister, T. A., & Benchaar, C. (2008). Effects of carvacrol and cinnamaldehyde on intake, rumen fermentation, growth performance, and carcass characteristics of growing lambs. *Animal Feed Science and Technology*, 145(1–4), 396–408.
<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.04.016>
- Cunha, M. G. da, Alba, D. F., Leal, K. W., Marcon, H., Milarch, C. F., Baldissera, M. D., Kavalek, R. L., Kempka, A. P., Vedovatto, M., & da Silva, A. S. (2023). Microencapsulated herbal components in the diet of Lacaune ewes: Impacts on physiology and milk production and quality. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 95(2), 1–15.
<https://doi.org/10.1590/0001-3765202320201805>
- Gastelen, S. van, Yáñez-Ruiz, D., Khelil-Arfa, H., Blanchard, A., & Bannink, A. (2024). Effect of a blend of cinnamaldehyde, eugenol, and capsicum oleoresin on methane emission and lactation performance of Holstein-Friesian dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 107(2), 857–869.
<https://doi.org/10.3168/jds.2023-23406>
- Hadgu, G. (2016). Factors affecting feed intake and its regulation mechanisms in ruminants—a review. *International Journal of Livestock Research*, 6, 19–40.
<https://doi.org/10.5455/IJLR.20160328085909>
- Ishlak, A., Günal, M., & AbuGhazaleh, A. A. (2015). The effects of cinnamaldehyde, monensin and quebracho condensed tannin on rumen fermentation, biohydrogenation and bacteria in continuous culture system. *Animal Feed Science and Technology*, 207, 31–40.
<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.05.023>
- Jayanegara, A., Wina, E., & Takahashi, J. (2014). Meta-analysis on methane mitigating properties of saponin-rich sources in the rumen: Influence of addition levels and plant sources. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 27(10), 1426–1435.
<https://doi.org/10.5713/ajas.2014.14086>
- Khorrami, B., Vakili, A. R., Mesgaran, M. D., & Klevenhusen, F. (2015). Thyme and cinnamon essential oils: Potential alternatives for monensin as a rumen modifier in beef production systems. *Animal Feed Science and Technology*, 200(1), 8–16.
<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.11.009>
- Latack, B. C., Montano, M. F., Zinn, R. A., & Salinas-Chavira, J. (2021). Effects of a blend of cinnamaldehyde-eugenol and capsicum (Xtract® Ruminant 7065) and ionophore on performance of finishing Holstein steers and on characteristics of ruminal and total tract digestion. *Journal of Applied Animal Research*, 49(1), 185–

193.
<https://doi.org/10.1080/09712119.2021.1934477>
- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P. A., Clarke, M., Devereaux, P. J., Kleijnen, J., & Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: Explanation and elaboration. *Annals of Internal Medicine*, 151(4), 65–94.
<https://doi.org/10.1136/bmj.62700>
- Linde, D. A., Schokker, D., du Toit, C. J. L., Ramkilawon, G. D., & van Marle-Köster, E. (2023). The effect of a *Bacillus* probiotic and essential oils compared to an ionophore on the rumen microbiome composition of feedlot cattle. *Animals*, 13(18), 1–17.
<https://doi.org/10.3390/ani13182927>
- Malekhhahi, M., Tahmasbi, A. M., Naserian, A. A., Danesh Mesgaran, M., Kleen, J. L., & Parand, A. A. (2015). Effects of essential oils, yeast culture and malate on rumen fermentation, blood metabolites, growth performance and nutrient digestibility of Baluchi lambs fed high-concentrate diets. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 99(2), 221–229.
<https://doi.org/10.1111/jpn.12230>
- Martins, L. F., Oh, J., Melgar, A., Harper, M., Wall, E. W., & Hristov, A. N. (2023). Effects of phytonutrients and yeast culture supplementation on lactational performance and nutrient use efficiency in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 106(3), 1746–1756.
<https://doi.org/10.3168/jds.2022-22482>
- Moriel, P., Silva, G. M., Piccolo, M. B., Ranches, J., Vendramini, J. M. B., & Arthington, J. D. (2018). Supplementation of encapsulated cinnamaldehyde and garlic oil on pre- and postweaning growth performance of beef cattle fed warm-season forages. *Professional Animal Scientist*, 34(3), 275–283.
<https://doi.org/10.15232/pas.2017-01707>
- Mutaqin, B. K., & Tanuwiria, U. H. (2024). Pelatihan manajemen pemberian ransum domba di kelompok peternak Sauyunan, Desa Sukalilah. *Jurnal Abdimas*, 5(2), 216–224.
- Puupponen-Pimiä, R., Nohynek, L., Meier, C., Kähkönen, M., Heinonen, M., Hopia, A., & Oksman-Caldentey, K. M. (2001). Antimicrobial properties of phenolic compounds from berries. *Journal of Applied Microbiology*, 90(4), 494–507.
- Sembada, P., Ramadhan, I., Rizky, F. R., Mugniawan, A., & Hendrawan, M. R. R. (2020). Performa produksi dan reproduksi sapi perah di UPTD BPPIP-TSP Bunikasih. *Jurnal Sains Terapan*, 10(2), 70–82.
<https://doi.org/10.29244/jstsv.10.2.70-82>
- Silva, S. N. S. e., Chabrilat, T., Kerros, S., Guillaume, S., Gandra, J. R., de Carvalho, G. G. P., Silva, F. F. d., Mesquita, L. G., Gordiano, L. A., Camargo, G. M. F., Ribeiro, C. V. D. M., de Araújo, M. L. G. M. L., Alba, H. D. R., Silva, R. D. G., & de Freitas, J. E. (2021). Effects of plant extract supplementations or monensin on nutrient intake, digestibility, ruminal fermentation and metabolism in dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*, 275, 114886.
<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.114886>
- Souza, K. A. De, Cooke, R. F., Schubach, K. M., Brandão, A. P., Schumacher, T. F., Prado, I. N., Marques, R. S., & Bohnert, D. W. (2018). Performance, health and physiological responses of

- newly weaned feedlot cattle supplemented with feed-grade antibiotics or alternative feed ingredients. *Animal*, 12(12), 2521–2528.
<https://doi.org/10.1017/S1751731118000551>
- Sembada, P., Ramadhan, I., Rizky, F. R., Mugniawan, A., & Hendrawan, M. R. R. (2020). Performa produksi dan reproduksi sapi perah di UPTD BPPIP-TSP Bunikasih. *Jurnal Sains Terapan*, 10(2), 70–82.
<https://doi.org/10.29244/jstsv.10.2.70-82>
- St-Pierre, N. R. (2001). Invited review: Integrating quantitative findings from multiple studies using mixed model methodology. *Journal of Dairy Science*, 84(4), 741–755.
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74530-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74530-4)
- Tekippe, J. A., Tacoma, R., Hristov, A. N., Lee, C., Oh, J., Heyler, K. S., Cassidy, T. W., Varga, G. A., & Bravo, D. (2013). Effect of essential oils on ruminal fermentation and lactation performance of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 96(12), 7431–7441.
<https://doi.org/10.3168/jds.2013-7128>
- Teobaldo, R. W., Granja-Salcedo, Y. T., Cardoso, A. da S., Constancio, M. T. L., Brito, T. R., Romanzini, E. P., & Reis, R. A. (2023). The impact of mineral and energy supplementation and phytogenic compounds on rumen microbial diversity and nitrogen utilization in grazing beef cattle. *Microorganisms*, 11(3), 1–18.
<https://doi.org/10.3390/microorganisms11030810>
- Tondini, S. M., Bayat, A. R., Khelil-Arfa, H., Blanchard, A., & Yáñez-Ruiz, D. R. (2024). Effect of a blend of cinnamaldehyde, eugenol and capsicum oleoresin on methane emission and lactation performance of Nordic Red dairy cows fed grass silage-based diets. *Livestock Science*, 284, 105494.
<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2024.105494>
- Van Soest, P. J. (1994). *Nutritional ecology of the ruminant* (2nd ed.). Comstock Publishing Associates.
- Wall, E. H., Doane, P. H., Donkin, S. S., & Bravo, D. (2014). The effects of supplementation with a blend of cinnamaldehyde and eugenol on feed intake and milk production of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 97(9), 5709–5717.
<https://doi.org/10.3168/jds.2014-7896>
- Wang, H., Guan, H., Chen, M., Peng, A., Liu, M., & Li, C. (2018). Effect of different harvesting periods on grain yield and stalk silage quality of maize. *Pratacult. Science*, 35, 1574–1581.
- Wang, W., Wang, Y., Guo, T., Gao, C., Yang, Y., Yang, L., Cui, Z., Mao, J., Liu, N., An, X., & Qi, J. (2023). Blend of cinnamaldehyde, eugenol, and capsicum oleoresin improved rumen health of lambs fed high-concentrate diet as revealed by fermentation characteristics, epithelial gene expression, and bacterial community. *Animals*, 13, 1–17.
<https://doi.org/10.3390/ani13101663>
- Widya, P. L., Susanto, W. E., & Yulianto, A. B. (2008). Konsumsi dan pencernaan bahan kering dan bahan organik dalam haylage pakan lengkap ternak sapi Peranakan Ongole. *Jurnal Media Kedokteran Hewan*, 24(1), 59–62.
- Yang, W. Z., Ametaj, B. N., Benchaar, C., & Beauchemin, K. A. (2010). Dose response to cinnamaldehyde supplementation in growing beef heifers: Ruminal and intestinal digestion. *Journal of Animal Science*, 88(2), 680–688.
<https://doi.org/10.2527/jas.2008-1652>

- Yang, W. Z., Ametaj, B. N., Benchaar, C., He, M. L., & Beauchemin, K. A. (2010). Cinnamaldehyde in feedlot cattle diets: Intake, growth performance, carcass characteristics, and blood metabolites. *Journal of Animal Science*, 88(3), 1082–1092. <https://doi.org/10.2527/jas.2008-1608>
- Yanza, Y. R., Fitri, A., Suwignyo, B., Elfahmi, Hidayatik, N., Kumalasari, N. R., Irawan, A., & Jayanegara, A. (2021). The utilisation of tannin extract as a dietary additive in ruminant nutrition: A meta-analysis. *Animals*, 11(11), 1–25. <https://doi.org/10.3390/ani11113317>
- Yanza, Y. R., Szumacher-Strabel, M., Jayanegara, A., Kasenta, A. M., Gao, M., Huang, H., Patra, A. K., Warzych, E., & Cieślak, A. (2021). The effects of dietary medium-chain fatty acids on ruminal methanogenesis and fermentation in vitro and in vivo: A meta-analysis. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 105(5), 874–889. <https://doi.org/10.1111/jpn.13367>