Agrointek Volume 19 No 2 Juni 2025: 381-393

p-ISSN: 1907-8056
e-ISSN: 2527-5410

AGROINTEK
Jurnal Teknologi Industri Pertanian

journal homepage: journal.trunojoyo.ac.id/agrointek

Kajian meta-analisis pengaruh metode penyembelihan terhadap kualitas daging ruminansia

Yuli Maulidiyah[1], Feri Kusnandar[1*], Hanifah Nuryani Lioe[1], Anuraga Jayanegara[2]

[1]*Ilmu dan Teknologi Pangan, IPB University, Bogor, Indonesia*
[2]*Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, IPB University, Bogor, Indonesia*

Article history
Diterima:
18 Maret 2024
Diperbaiki:
6 Mei 2024
Disetujui:
27 Mei 2024

Keyword
Meat quality;
Ruminansia;
Slaughter method;

ABSTRACT

Meats of consumable livestock for humans are commonly from ruminants, such as cows, goats, lambs, buffaloes, etc. The method of slaughtering the livestock at the slaughterhouse mostly applies non-stunning or stunning methods. The stunning method uses electricity, mechanics, and gas. The slaughtering methods influence the meat quality and results. Thus, further meta-analysis is important to provide valid and informative conclusions based on comprehensive investigations about the slaughtering method's effect on ruminant meat quality. The researchers applied the PRISMA diagram and the size of the Standard Mean Difference effect, SMD, with Hedge's formulation as the quantitative synthetical meta-analysis method. The results found that the slaughtering method with stunning and non-stunning methods did not significantly influence some parameters, such as pH, colors (L, a*, and b*), the water holding capacity, cooking loss, and shear force. However, the methods significantly influenced the drip loss and myofibril fragmentation index parameters with SMD values <0.2, p-values <0.001 to 0.777, and heterogeneity values of 0% to 82.98%.*

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

[*] Penulis korespondensi
Email : fkusnandar@apps.ipb.ac.id
DOI 10.21107/agrointek.v19i2.25242

PENDAHULUAN

Daging merupakan bagian dari hewan yang dipotong dan dikonsumsi oleh manusia. Hewan potong yang dimaksud adalah ternak ruminansia seperti sapi, kerbau, domba, kambing, serta jenis kuda dan unggas (Gustiani 2009). Teknik penyembelihan hewan di Rumah Potong Hewan (RPH) ada yang dilaksanakan tanpa pemingsanan atau dengan pemingsanan *(stunning)* sebelum proses penyembelihan. Metode pemingsanan dapat menggunakan metode elektrik, mekanis atau gas.

Metode penyembelihan ruminansia memiliki peran penting dalam menentukan kualitas daging serta dapat mempengaruhi metabolisme otot *post mortem* (Bourguet et al. 2011, Sabow et al. 2015) Penggunaan metode penyembelihan ruminansia yang kurang baik dapat menyebabkan hewan mengalami stres sebelum pemotongan (*pre slaughter stress*). *Pre slaughter stress* dapat menyebabkan daging mengalami *dark firm dry* (DFD) dan *pale soft oxydative* (PSE) (Rosenvold and Andersen 2003). Menurut Sabow et al. (2017), penggunaan metode *electrical stunning* mengakibatkan pendarahan pada karkas dan *cooking loss* meningkat. Selain itu, hasil penelitian Sabow et al. (20156) menyebutkan bahwa penggunaan *high frequency head-to back electrical stunning* (LFHB) dapat meminimalisir terjadinya *bleed-out* pada hewan sembelihan. Tidak ditemukan perbedaan yang siginifikan pada pH daging setelah 24 jam antara metode *stunning* dan non *stunning* (Vergara et al. 2005). Perbedaan parameter WHC secara signifikan ditemukan pada daging dengan *stunning* dan non *stunning*, kecuali setelah 5 hari pengamatan (Büyükünal and Nazli 2007). Menurut Linares et al (2007) tidak ada perbedaan yang signifikan pada parameter *shear force*, sedangkan pada parameter *driploss* nilai *stunning* lebih tinggi dari pada non *stunning*. Selain itu, Aghwan et al (20165) menyebutkan nilai parameter MFI lebih meningkat di hari ke 7 dibandingkan dengan hari ke 1.

Berdasarkan hasil penelitian yang bervariasi tersebut, dapat menyebabkan penarikan kesimpulan yang bervariasi pula. Oleh karena itu, diperlukan teknik analisis dan penarikan kesimpulan dari data yang diperoleh dari berbagai literatur untuk mengetahui metode apakah yang secara signifikan dapat mempengaruhi kualitas daging. Salah satu teknik yang dapat digunakan adalah meta-analisis. Meta-analisis memiliki tingkat realibilitas yang baik sehingga mampu membuktikan kebenaran dari teori ilmiah (Gurevitch et al. 2018). Pada penelitian ini, meta-analisis digunakan untuk mengambil kesimpulan mengenai pengaruh metode penyembelihan terhadap berbagai parameter kualitas daging, seperti warna, pH, *drip loss, cooking loss, Shear Force,* dan *water holding capacity* (WHC). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh metode penyembelihan pada hewan ruminansia terhadap parameter kualitas daging yang dilakukan melalui metode meta-analisis.

METODE

Alat dan Materi

Alat yang digunakan dalam penelitian ini berupa laptop, jaringan internet, *software Microsoft Excel* 2010, *Microsoft Word* 2010, *reference manager* (Mendeley) serta *software* Open Mee. Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa artikel yang terpublikasi dan dikumpulkan dari berbagai literatur *database* seperti Scopus, Science Direct, Wiley Online Library, ProQuest, Springer Link dan PubMed.

Tahapan Penelitian

Menentukan Pertanyaan Penelitian

Pendekatan yang digunakan untuk menentukan pertanyaan penelitian adalah PICO (*population*, *intervention*, *comparison* dan *outcome*).

Tabel 1 Informasi detail tentang PICO

PICO	Keterangan
Pupulation	Daging ruminansia
Intervention	Metode *stunning*
Comparison	Metode non *stunning*
Outcome	Parameter kualitas daging (pH, warna, *drip loss, cooking loss, shear force*, MFI, WHC)

Penelitian Pendahuluan dan Validasi Ide

Penelitian pendahuluan dilakukan dengan mengumpulkan artikel yang relevan dengan pertanyaan penelitian. Pencarian artikel dilakukan pada beberapa *database*. *Database* yang digunakan meliputi Google Scholar, Science Direct Wiley Online Library, ProQuest, Springer, dan PubMed. Beberapa kata kunci yang

digunakan antara lain: metode penyembelihan/*slaughter method,* metode *stunning/stunning method,* penyembelihan hewan/*animal slaughter,* kualitas daging/*meat quality.*

Identifikasi Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Artikel yang digunakan pada penelitian meta-analisis harus sesuai dengan kriteria inklusi dan eksklusi yang ditetapkan. *Inclution criteria* merupakan karakteristik yang haruis dimiliki oleh sumber pustaka agar dapat disertakan dalam penelitian meta-analisis. Beberapa *inclution criteria* yang harus dimiliki sumber pustaka adalah sebagai berikut:.

1. Sumber pustaka yang digunakan adalah tulisan ilmiah berupa jurnal nasional terakreditasi dan jurnal internasional bereputasi serta tidak terdapat batasan negara dan tahun publikasi.
2. Topik yang menjadi fokus dari sumber pustaka adalah penelitian terkait penggunaan metode penyembelihan (*stunning* atau *stunning*).
3. Sampel yang digunakan pada literatur atau sumber pustaka terkait harus menggunakan hewan ruminansia.
4. Artikel memiliki bentuk full text dan dapat di download
5. Sumber pustaka harus melaporkan parameter kualitas daging pada masing-masing metode penyembelihan yang digunakan (*stunning* atau *non stunning*). Parameter kualitas tersebut meliputi pH, warna, *drip loss, cooking loss, shear force*, *myofibril fragmentation index (*MFI), dan *water holding capacity* (WHC). Perhitungan kualitas daging ruminansia dilakukan segera setelah pemotongan dan diasumsikan sama pada setiap literatur.
6. Sumber pustaka harus melaporkan data kuantitatif dari metode penyembelihan daging *non stunning* sebagai kontrol, dan metode *stunning* sebagai eksperimen. Data kuantitatif yang harus dilaporkan antara lain jumlah sampel control (Nc), jumlah sampel grup eksperimen (Ne), nilai rata-rata grup control (Xc), nilai rata-rata grup eksperimen (Xe), standar deviasi atau *standard error* grup control (SEc), dan standar deviasi atau *standard error* grup eksperimen (SEe).
7. Hasil parameter kualitas daging pada sumber pustaka harus merupakan hasil analisis laboratorium (bukan data sekunder) dan metode analisis pada setiap parameter yang digunakan adalah sama .

Kriteria eksklusi (*exclution criteria*) meliputi artikel duplikasi, buku, paten, artikel *systematic review* (sintesis kualitatif dan kuantitatif), atau jurnal tanpa data statistik yang diperlukan.

Pengumpulan Sumber Studi

Dua strategi pencarian digunakan pada tahap ini. Strategi pertama dilakukan pencarian jurnal pada beberapa *database.* Beberapa kata kunci yang digunakan antara lain: metode penyembelihan/*slaughter method,* metode *stunning/stunning method,* penyembelihan hewan/*animal slaughter,* kualitas daging/*meat quality*. Strategi kedua dilakukan secara manual dengan pemeriksaan jurnal yang dikutip dari jurnal terpilih dan pemeriksaan jurnal yang telah dipublikasi oleh penulis pada jurnal terpilih. Untuk strategi pertama, literatur dikumpulkan dan diseleksi oleh peneliti berdasarkan kriteria dan *search terms* yang sudah ditetapkan pada tahap 1 yaitu PICO. Untuk mengoptimalkan pencarian, digunakan *boolean operator* yaitu fungsi OR/ AND/ NOT. Selain itu, peneliti juga menggunakan diagram alir PRISMA atau *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta- Analyses*, yaitu serangkaian proses analisis untuk menyeleksi pustaka yang diinginkan.

Kaidah PRISMA digunakan untuk mempermudah pelaporan dari proses seleksi jurnal atau pengumpulan sumber studi. Seleksi pustaka tersebut dibagi menjadi beberapa tahap yaitu seleksi berdasarkan judul dan duplikasi, seleksi berdasarkan abstrak, seleksi berdasarkan metode, dan seleksi secara keseluruhan isi. Dari tahapan analisis dan seleksi pustaka akan menghasilkan beberapa sumber pustaka yang dapat digunakan dalam penelitian karena telah memenuhi *inclusion criteria*. Rincian jumlah sumber pustaka tersebut akan dicantumkan dalam *flowchart. Flowchart* pencarian sumber pustaka serta analisis dan seleksi sumber pustaka dapat dilihat pada Gambar 1.

Ekstraksi dan Penilaian Kualitas Data

Tahap ekstraksi data dilakukan menggunakan *Microsoft Excel 2010*. Data yang diekstrak meliputi: eksperimen (nilai rata-rata, standar deviasi atau standar eror, dan jumlah ulangan), kontrol (nilai rata-rata, standar deviasi

atau standar eror, dan jumlah ulangan), metode penyembelihan apa saja yang digunakan pada hewan ruminansia, dan beberapa parameter kualitas daging. Seluruh data kemudian diinput dalam dokumen *Excel* dilengkapi data indeks jurnal. Selain itu, dokumen *excel* lain juga dipersiapkan untuk merekam pencarian yang berisi data nomor, sumber *database*, penerbit, judul, *study,* tahun, *author*, dan lokasi penelitian.

Sintesis dan Interpretasi Data Meta-analisis

Database hasil ekstraksi jurnal terpilih ditabulasi menggunakan Microsoft Excel 2010. Berdasarkan *database* tersebut, dilakukan perhitungan *effect size* yangnantinya akan diolah menggunakan metode *Hedges'd*. Prinsip dari metode ini adalah mengukur *standardized mean difference* (SMD) dari dua kelompok perlakuan. Metode ini dipilih karena dapat menghitung *effect size* (d) dan *effect size* kumulatif (D+), terlepas dari heterogenitas jumlah sampel, unit pengukuran, dan hasil uji statistik, serta sangat cocok untuk mengukur efek dari perlakuan berpasangan. Sedangkan nilai *effect size* sendiri merupakan hasil perkalian faktor koreksi (J) dengan perbandingan antara selisih rata-rata perlakuan dan rata-rata kontrol dengan SD *pooled* (Palupi et al. 2012). *Effect size* merupakan parameter statistik yang digunakan untuk membandingkan hasil dari studi yang berbeda pada skala yang sama (Koricheva et al. 2013). *Effect size* dihitung berdasarkan Persamaan (1).

$$\text{d (}\textit{effect size}\text{)} = \frac{X^E - X^C}{S} J \quad (1)$$

Keterangan
X^E : Rata-rata grup eksperimen
X^C : Rata-rata grup kontrol
J : Faktor koreksi
S : *Pooled Standard Deviation*

Nilai faktor koreksi (J) dan *pooled standard deviation* (S) dapat dihitung menggunakan Persamaan (2), (3) dan (4).

$$\text{J (Faktor koreksi)} = 1 - \frac{3}{(4(N^C + N^E - 2) - 1)} \quad (2)$$

$$\text{S (SD pooled)} = \sqrt{\frac{(N^E - 1)(s^E)^2 + (N^C - 1)(s^C)^2}{(N^E + N^C - 2)}} \quad (3)$$

$$\text{SD} = \text{SE} / \sqrt{n} \quad (4)$$

Keterangan
N^C : Jumlah sampel grup kontrol
N^E : Jumlah sampel grup eksperimen
SD^C : Standar Deviasi grup kontrol
SD^E : Standar Deviasi grup eksperimen
SE : *Standard error*

Jika data yang diketahui adalah standard error (SE), maka untuk menghitung *pooled standard deviation* (S) dapat dicari terlebih dahulu nilai standar deviasi (SD) menggunakan rumus di atas. Setelah nilai *effect size* (d) diketahui, selanjutnya nilai varian (Vd), standar deviasi (Sd), dan bobot (Wd) dari *Hedges'd* dapat dihitung dengan Persamaan (5), (6) dan (7).

$$\text{Vd (varian)} = \frac{N^C + N^E}{N^C N^E} + \frac{d^2}{(2(N^C + N^E))} \quad (5)$$

$$\text{Sd} = \sqrt{Vd} \quad (6)$$

$$\text{Wd} = \frac{1}{Vd} \quad (7)$$

Keterangan
NC : Jumlah sampel grup kontrol
NE : Jumlah sampel grup eksperimen
d : *effect size*

Setelah mendapatkan nilai J, S, d, Vd, dan Wd dari masing-masing pustaka atau studi, selanjutnya dilakukan perhitungan nilau *effect size* kumulatif (D+) dan *confidence interval* 95% (95% CI) dari masing-masing parameter yang digunakan. Nilai D+ dan 95% CI dapat dihitung menggunakan Persamaan (8) – (11).

$$\text{D+ (}\textit{effect size}\text{ kumulatif)} = \frac{\sum(Wd \times d)}{\sum(Wd)} \quad (8)$$

$$\text{Vd+} = \frac{1}{\sum(Wd)} \quad (9)$$

$$\text{Sd+} = \sqrt{\text{Vd+}} \quad (10)$$

$$95\%\, CI = 1.96 \times Sd + \quad (11)$$

Keterangan
Wd : bobot d
d : *effect size*
Vd+ : Varian *effect size* kumulatif
Sd+ : Standar deviasi *effect size* kumulatif

Setelah nilai D+ dan 95% CI didapatkan dari masing-masing parameter, kemudian nilai-nilai tersebut ditampilkan dalam *forest plot* (D+ ± 95% CI) untuk melihat pengaruh masing-masing parameter terhadap kualitas daging sembelihan yang dihasilkan. Nilai mutlak dari D+ untuk

suatu perlakuan dengan nilai 0.20 memiliki pengaruh yang lemah, sedangkan D+ dengan nilai 0.50 memiliki pengaruh yang sedang dan D+ dengan nilai 0.80 atau lebih memiliki pengaruh kuat terhadap perubahan kualitas daging (Palupi et al. 2012).

Tahapan diatas merupakan perhitungan manual untuk mendapatkan nilai *effect size* menggunakan *Micorsoft Excel*. Selain itu, meta-analisis pada penelitian ini juga menggunakan *software Open MEE*. *Software* tersebut memfasilitasi integrasi dan sintesis *effect size* dari berbagai studi yang berbeda. Beberapa analisis yang bisa dilakukan dengan *software* ini meliputi input data, meta-analisis dasar, membuat *forest plot*, analisis sub kelompok, analisis moderator, analisis bias publikasi, dan lain sebagainya. Berdasarkan output yang diperoleh dari hasil analisis pada *software*, nantinya dapat diketahui bagaimana pengaruh kualitas daging ruminansia terhadap masing-masing metode penyembelihan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pencarian pada 6 *database* (PubMed, Proquest, Science Direct, Wiley Online Library, Proquest dan Scopus) menggunakan kata kunci yang sesuai degan judul didapatkan artikel sejumlah 926 artikel (Gambar 1). Dari 926 artikel tersebut kemudian diseleksi kembali dan didapatkan sejumlah 769 artikel yang memiliki judul dan abstrak yang tidak sesuai dengan penelitian, selain itu ada beberapa artikel yang merupakan artikel review atau prosiding, sehingga tersisa 157 artikel, selanjutnya terseleksi sebanyak 89 artikel yang dapat di download dan tidak terduplikasi.

Berdasarkan hasil evaluasi dari 89 artikel tersebut, terdapat 55 artikel yang tidak lengkap data kuantitatifnya serta 23 artikel tidak memiliki data pengamatan 1 hari pada metode penyembelihan sesuai ketentuan, sehingga tersisa 11 artikel yang dapat digunakan sebagai bahan kajian pada meta-analisis.

Ekstraksi Data

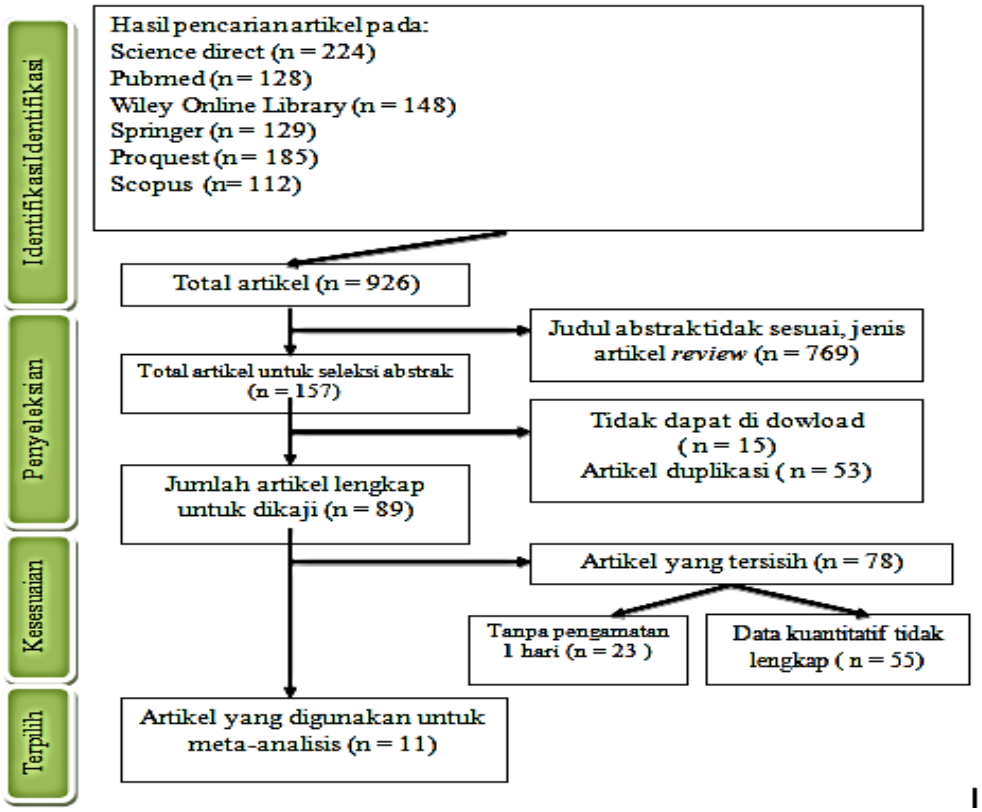
Tahapan ini dilakukan pada 11 artikel yang terpilih dan lolos seleksi. Data yang diekstrak pada masing-masing artikel meliputi nama penulis, tahun terbit, satuan parameter, nilai rata-rata kelompok eksperimen dan kelompok kontrol, jumlah ulangan pada kelompok eksperimen dan kontrol, jenis metode penyembelihan, jenis hewan ruminansia, umur dan berat hewan yang disembelih. Ekstraksi data dilakukan untuk menentukan nilai *effect size* kumulatif untuk menginterpretasikan besarnya pengaruh.

Pengamatan beberapa parameter kuliatas daging yang dijadikan acuan adalah pada saat 24 jam (1 hari) setelah peyembelihan hewan ruminansia baik pada kelompok kontrol ataupun kelompok eksprerimen. Hasil ekstraksi data menunjukkan bahwa terdapat 14 data parameter warna (L*, a*, dan b*), 17 data parameter pH, 4 data paramater *driploss*, 4 data *cooking loss*, 6 data *shear force*, 4 data MFI, 7 data. Data yang diperoleh dimasukkan kedalam *Microsoft Excel*.

Metode Penyembelihan *Stunning* Daging Ruminansia

Semua data pada masing-masing parameter kemudian diolah menggunakan *Microsoft Excel* dan *OpenMEE* untuk menentukan nilai *effect size* antar studi, *effect size* kumulatif (D*+), *confidence interval* (95% CI), dan heterogenitas (I^2). Nilai-nilai tersebut selanjutnya disajikan dalam bentuk *forest plot* kemudian dianalisis untuk mengetahui pengaruh jenis metode penyembelihan hewan ruminansia terhadap kualitas daging.

Tabel 1 menunjukkan nilai 95% CI, SMD kumulatif, dan heterogenitas dari semua parameter kualitas daging yang diamati (warna, pH, *driploss, cooking loss, shear force*, MFI, dan WHC). Metode penyembelihan *stunning* berperan sebagai intervensi. Berdasarkan perhitungan menggunakan metode Hedges'd dapat diketahui bahwa nilai *Standarized Mean Difference* (SMD) kumulatif pada semua paramater sangat beragam seperti yang tercantum pada Tabel 1. Nilai SMD tersebut menunjukkan bahwa metode penyembelihan *stunning* dan non *stunning* tidak berpengaruh secara signifikan terhadap beberapa parameter kualitas daging ruminansia. Hal ini sesuai dengan pengelompokan nilai *effect size* menurut Koricheva et al (2013) bahwa pengaruh lemah (d = 0,2 – 0,5), sedang (d = 0,5 – 0,8), dan kuat (d > 0,8).



Gambar 1 Diagram alir PRISMA

Tabel 1 Nilai *Standardized Mean Difference* (SMD), 95% CI, dan heterogenitas pengujian kualitas daging ruminansia selama 1 hari (24 jam)

Parameter	Pengujian kualitas daging selama 1 hari (24 jam)					
	N	SMD	95% CI	P value	Heterogenitas	
					I^2	P value
Warna a*	14	0,143	0,35	0,426	61,24	<0,001
Warna b*	14	-0,036	0,25	0,777	28,52	<0,151
Warna L*	14	0,293	0,54	0,290	82,98	<0,001
pH	17	-0,075	0,28	0,599	53,67	<0,005
Drip loss	4	1,926	0,79	<0,001	40,03	<0,172
Cooking loss	4	-0,644	0,68	0,060	42,19	<0,158
Shear Force	6	-0,607	0,37	0,003	0,00	<0,506
MFI	4	1,190	0,91	0,010	63,81	<0,040
WHC	7	-0.068	0,08	0,55	0,00	<0,780

Keterangan: N (jumlah data), SMD (*Standardized Mean Difference*)

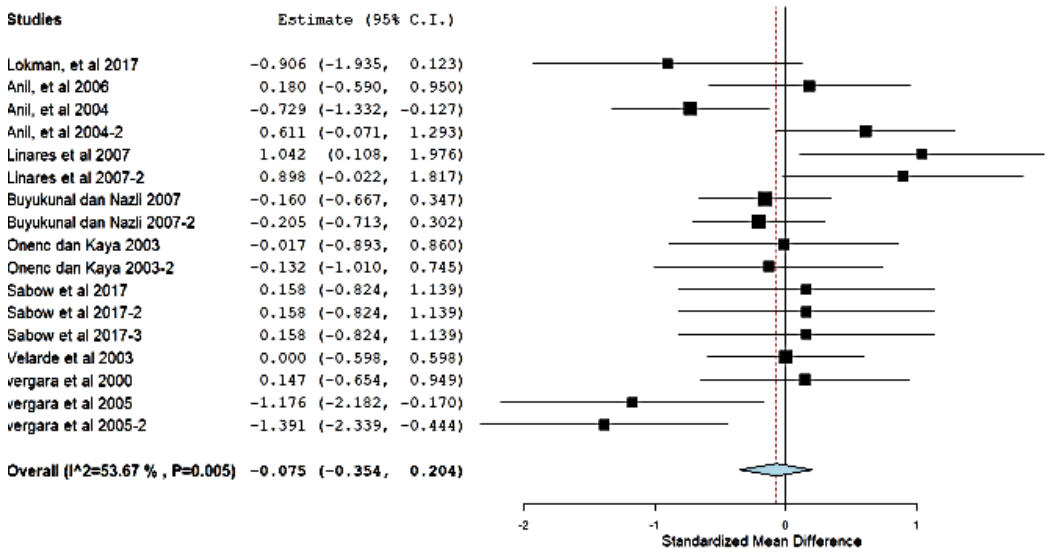
Drip loss dan MFI merupakan paramater yang memiliki nilai SMD paling tinggi diantara parameter lainnya, yaitu sebesar 1,92 dan 1,19 dengan *confidence interval* (95% CI) sebesar 0,79 dan 0,91, *p value* <0,001 dan 0,010. Hal tersebut menunjukkan bahwa metode penyembelihan secara signifikan berpengaruh paling kuat terhadap parameter *drip loss* dan MFI pada kualitas daging. Selain itu, berdasarkan hasil kajian meta-analisis menunjukkan bahwa pengaruh dari metode penyembelihan daging ruminansia terhadap paramater WHC adalah yang paling kecil diantara parameter yang lain yang diamati. Hal ini dapat diketahui dari nilai SMD yaitu sebesar -0,08 dengan 95%CI sebesar 0,08 dan *p value* 0,55. Berdasarkan Tabel 1, nilai heterogenitas pada semua parameter beragam mulai dari 0 hingga 80. Hal tersebut menunjukkan bahwa data tidak terlalu bervariasi sehingga tidak bisa dilakukan anlisis subgrup pada meta-analisis.

Pengaruh Metode Penyembelihan terhadap Parameter pH Daging.

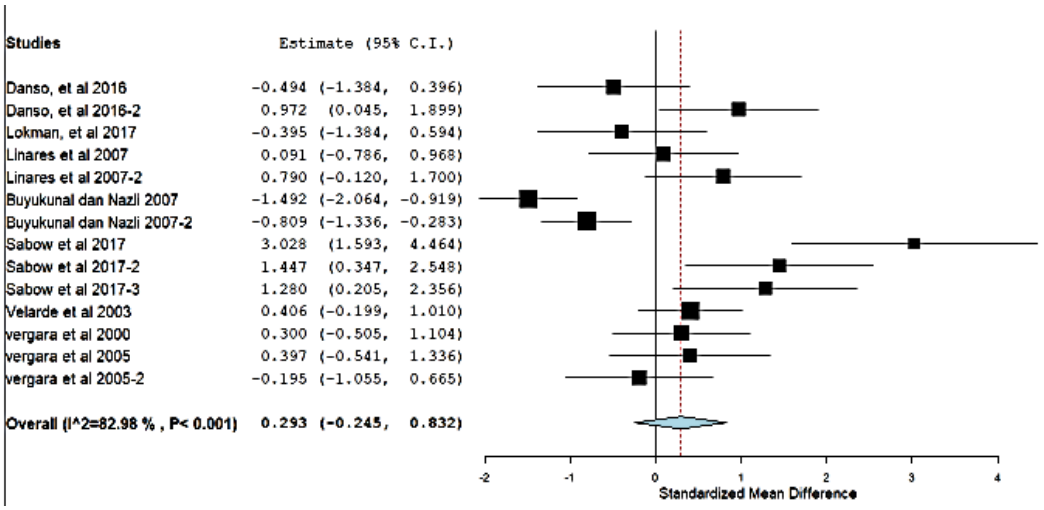
Tujuh belas data melaporkan pengaruh metode penyembelihan *stunning* dan non *stunning* terhadap parameter pH pada daging ruminansia (Gambar 2). Nilai SMD kumulatif menunjukkan nilai yang negatif, yaitu sebesar -0,075 dengan 95% CI sebesar -0,35 s.d 0,20. Hal ini mengindikasikan bahwa metode penyembelihan *stunning* dan non *stunning* tidak berpengaruh secara signifikan dalam meningkatkan pH daging setelah proses penyembelihan (24 jam), dapat dilihat pada gambar (garis horizotal memotong garis x=0). Pengamatan pada pH (pH ultimate) penting dilakukan untuk mengetahui pengaruh perlakuan fisika dan kimia pada daging setelah proses penyembelihan (Mačanga et al. 2011, Mortimer et al. 2014). Beberapa penelitian terdahulu telah melaporkan tentang pengaruh metode penyembelihan terhadap kualitas daging, seperti yang dilaporkan oleh Linares, et al (2007), Sabow et al (2017), dan Lokman et al (2017) bahwa metode *stunning* atau non *stunning* tidak memiliki pengaruh terhadap pH dan keempukan pada pengamatan 1 hari dan 7 hari setelah penyembelihan, akan tetapi ditemukan perbedaan yang sdignifikan pada pH di hari ke 5 (Vergara and Gallego 2000).

Pengaruh Metode Penyembelihan terhadap Parameter Warna Daging.

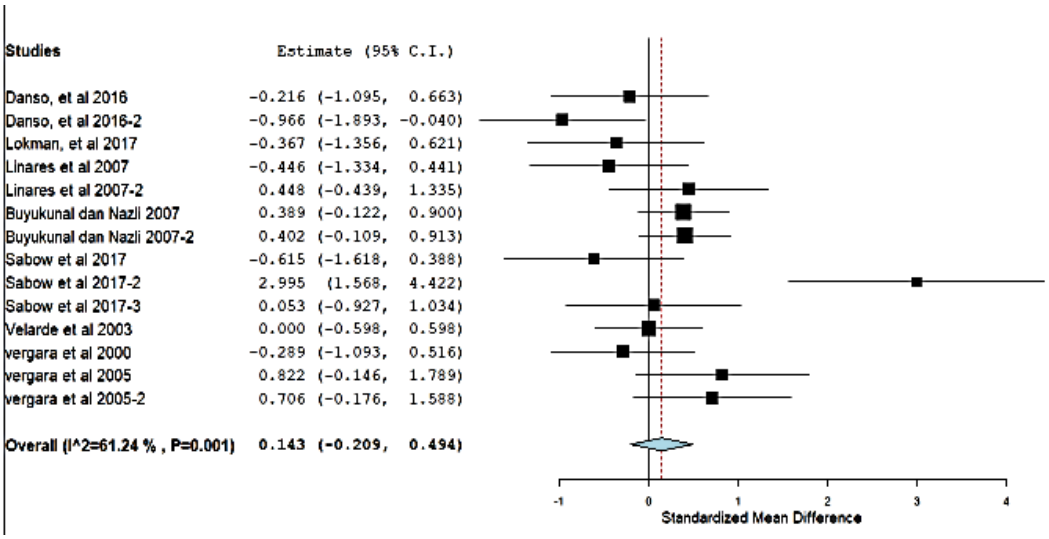
Cara yang paling mudah bagi konsumen untuk menentukan kualitas daging adalah dilihat dari warnanya. Pengujian warna biasanya menggunakan *color reader* dengan metode CIE Lab yang meliputi warna L (kecerahan), a* (kemerahan) dan b* (kekuningan). Hasil meta-analisis terhadap 14 data pada parameter L (kecerahan) menunjukkan bahwa SMD kumulatif bernilai positif, yaitu sebesar 0,293 dengan 95%CI -0,24 s.d. 0,83 (Gambar 3). Hal ini menunjukkan bahwa metode penyembelihan *stunning* dan non *stunning* memiliki pengaruh namun tidak signifikan terhadap kecerahan pada warna daging (garis horizontal masih ada yang memotong garis x=0). Pengaruh yang didapatkan tergolong lemah karena nilai SMD berkisar 0,2 – 0,5 (Koricheva et al. 2013). Hal teserbut sama dengan yang disebutkan oleh (Velarde et al. 2003, Büyükünal and Nazli 2007) bahwa daging dengan metode *stunning* memiliki warna yang lebih cerah dan terang daripada non *stunning*, meskipun perbedaannya tidaklah signifikan. Peningkatan kecerahan pada daging juga dapat terjadi setelah dilakukan penyimpanan setelah 24 jam pengamatan (Lokman et al. 2017).



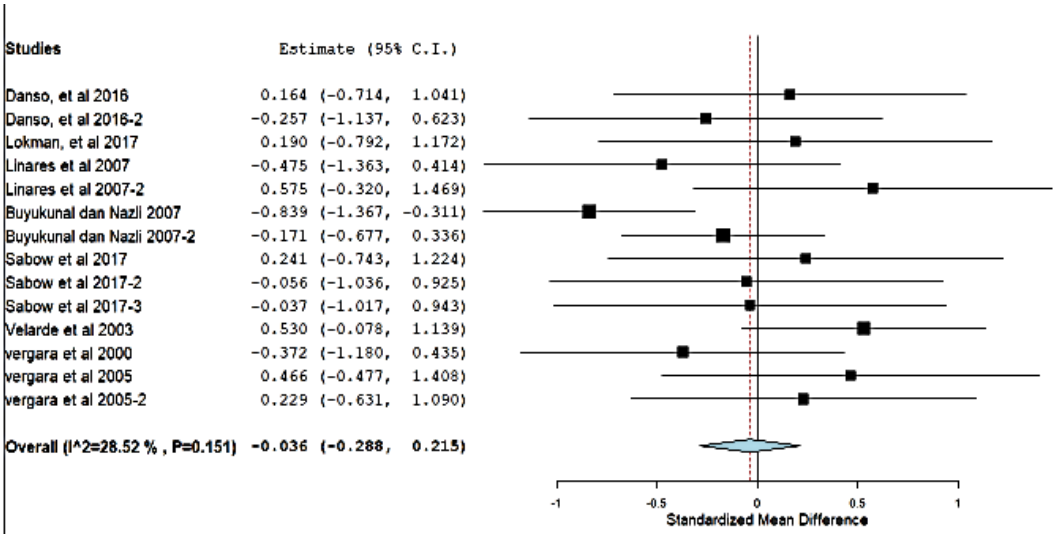
Gambar 2 *Forest plot* pengaruh metode penyembelihan terhadap pH daging ruminansia



Gambar 3 *Forest plot* pengaruh metode penyembelihan terhadap kecerahan (L*) daging ruminansia



Gambar 4 *Forest plot* pengaruh metode penyembelihan terhadap kemerahan (a*) daging ruminansia



Gambar 5 *Forest plot* pengaruh metode penyembelihan terhadap kekuningan (b*) daging ruminansia

Hasil meta-analisis terhadap empat belas data pada parameter a* (kemerahan) menunjukkan bahwa SMD kumulatif bernilai positif, yaitu sebesar 0,143 dengan 95% CI -0,21 s.d. 0,49 (Gambar 4). Meskipun nilai SMD kumulatif bernilai positif, namun nilai yang dihasilkan < 0,2. Hal ini menunjukkan bahwa metode penyembelihan *stunning* dan non *stunning* tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kemerahan daging (garis horizontal memotong garis x=0). Selain itu, Hasil meta-analisis terhadap empat belas data pada parameter b* (kekuningan) menunjukkan bahwa SMD kumulatif bernilai negatif, yaitu sebesar -0,036 dengan 95% CI -0,288 s.d. 0,21 (Gambar 5). Dikarenakan nilai tersebut kurang dari 0,2, hal ini menunjukkan bahwa metode penyembelihan *stunning* dan non *stunning* tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kekuningan pada daging (garis horizontal memotong garis x=0).

Banyak penelitian memang menyebutkan perbedaan hasil yang diperoleh, beberapa penelitian menyebutkan tidak ada perbedaan yang signifikan antara nilai warna L, a*, dan b* pada metode *stunning* maupun non *stunning* pada pengamatan 1 hari (24 jam) (Velarde et al. 2003, Önenç and Kaya 2004, Linares et al. 2007, Sabow et al. 2017), akan tetapi (Vergara et al. 2005, Linares et al. 2007) menyebutkan bahwa ada perbedaan signifikan yang terlihat pada hari ke 7. Banyak faktor yang mempengaruhi warna pada daging setelah proses penyembelihan, baik itu faktor intrinsik dan ekstrinsik termasuk salah satunya adalah nutrisi dari daging itu sendiri (Linares et al. 2007).

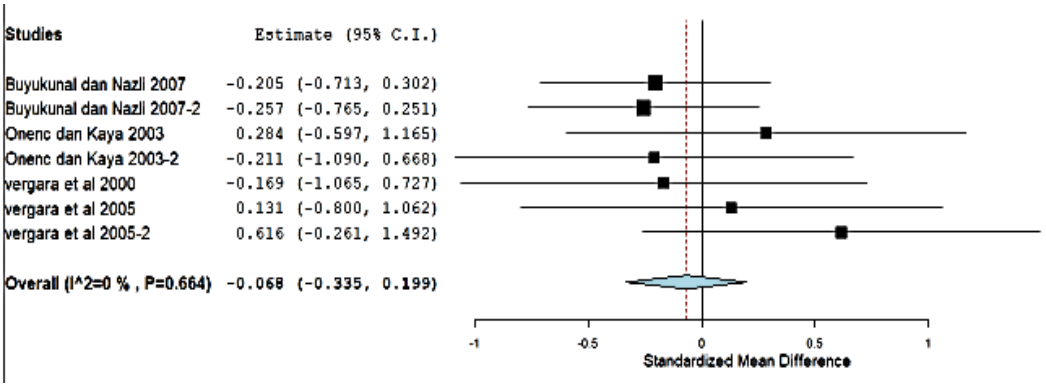
Pengaruh Metode Penyembelihan terhadap Parameter WHC Daging.

Water Holding Capacity (WHC) atau kemampuan menahan air diartikan sebagai kemampuan daging untuk mengawetkan sejumlah besar air bawaan dan air tambahan yang merupakan atribut kualitas bagi industri dan juga bagi konsumen (Modzelewska-Kapituła et al. 2015). Perbedaan daya ikat air pada uji kualitas daging antara lain disebabkan oleh perbedaan jumlah asam laktat yang dihasilkan, sehingga pH diantara dan di dalam otot berbeda (Mahmudah et al. 2022). WHC yang mempunyai hubungan langsung dengan warna dan keempukan, merupakan salah satu fungsi properties daging mentah yang penting (Mir et al. 2017).

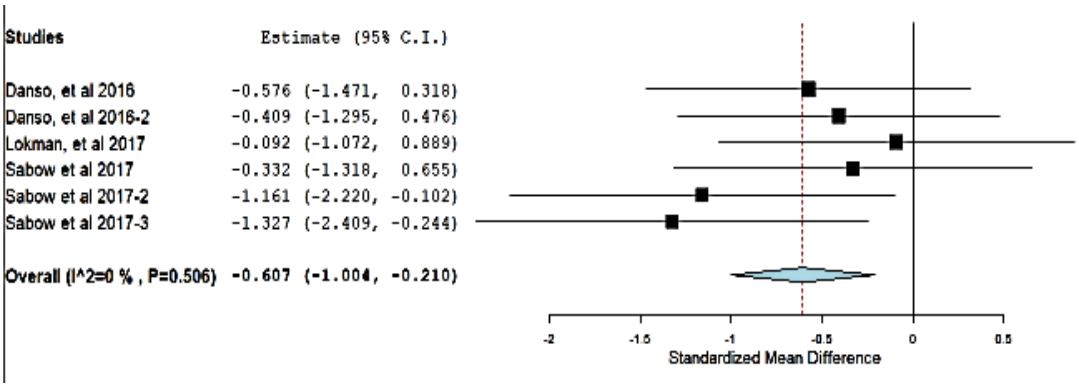
Hasil meta-analisis terhadap 7 data pada parameter WHC yang menunjukkan bahwa SMD kumulatif bernilai negatif, yaitu sebesar -0,068 dengan 95% CI -0,33 s.d. 0,19 (Gambar 6), karena nilai SMD kumulatif bernilai negatifnegatif. dan. Hal ini menunjukkan bahwa metode penyembelihan *stunning* dan *non stunning* tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap nilai WHC pada pengamatan 1 hari/ 24 jam (garis horizontal memotong garis x=0). Meskipun begitu, dalam beberapa penelitian menyebutkan bahwa terjadi penurunan nilai WHC pada hari ke 7 (Vergara et al. 2005, Linares et al. 2007).

Pengaruh Metode Penyembelihan terhadap Parameter *Shear Force* Daging.

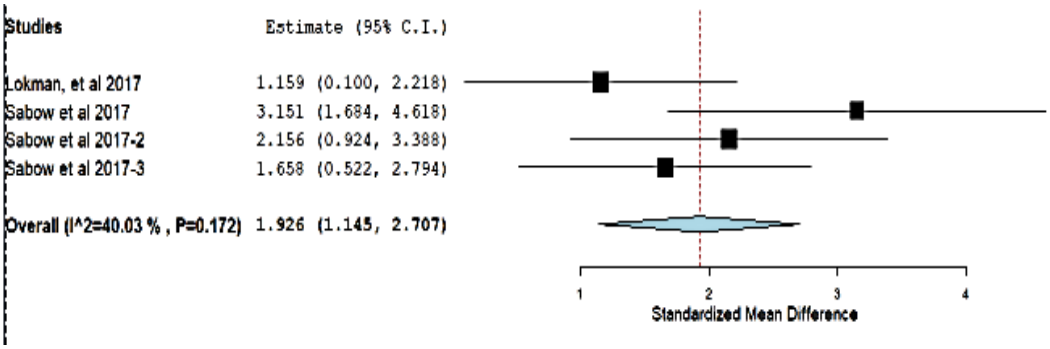
Keempukan atau *tenderness* adalah salah satu komponen dari kualitas daging yang mempengaruhi kepuasan dari konsumen ketika mengonsumsi daging (Sabow et al. 2017). Keempukan daging ditentukan oleh komponen daging, diantaranya adalah kandungan jaringan ikat, dan tingkat ikatan silangnya (Soeparno 2005). Hasil meta-analisis terhadap 6 data pada parameter *shear force* menunjukkan bahwa SMD kumulatif bernilai negatif, yaitu sebesar -0,607 dengan 95% CI -1,004 s.d. -0,210 (Gambar 7). Nilai SMD kumulatif bernilai negatif dan kurang dari 0,2. Hal ini menunjukkan bahwa metode penyembelihan *stunning* dan non *stunning* tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap nilai *Shear Force* (SF) (garis horizontal memotong garis x=0).



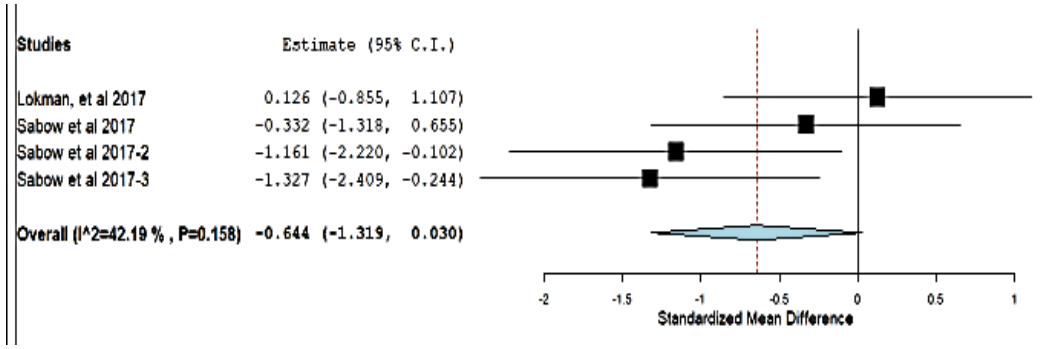
Gambar 6 *Forest plot* pengaruh metode penyembelihan terhadap nilai WHC daging ruminansia



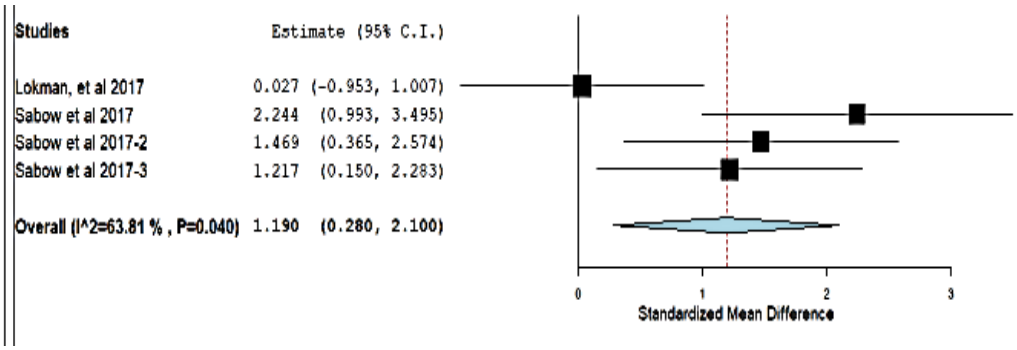
Gambar 7 *Forest plot* pengaruh metode penyembelihan terhadap nilai *Shear Force* daging ruminansia



Gambar 8 *Forest plot* pengaruh metode penyembelihan terhadap nilai *Drip loss* daging ruminansia



Gambar 9 *Forest plot* pengaruh metode penyembelihan terhadap nilai *Cooking loss* daging ruminansia



Gambar 10 *Forest plot* pengaruh metode penyembelihan terhadap nilai MFI daging ruminansia

Tidak adanya perbedaan nilai SF yang signifikan antara metode *stunning* dan non *stunning* sudah dibuktikan di beberapa artikel. Tidak adanya perbedaan ini tidak hanya pada pengamatan di 24 jam (1 hari), pada masa penyimpananpun tidak ada perbedaan yang signifikan (Sabow et al. 2017). Akan tetapi daging dengan non *stunning* lebih empuk dibandingkan dengan yang disembelih menggunakan metode *stunning*, namun perbedaannya tidaklah signifikan (Vergara and Gallego 2000).

Pengaruh Metode Penyembelihan terhadap Parameter *Drip loss* Daging.

Drip loss merupakan salah satu parameter pengukuran kualitas daging selain *cooking loss*. *Drip loss* adalah penyusutan bobot daging selama proses penyimpanan karena adanya cairan dalam daging yang keluar pada proses tersebut (Agung Hidayat et al. 2015). Selain dipengaruhi oleh lamanya waktu penyimpanan daging, *drip loss* juga dipengaruhi oleh tingkat stres ternak sebelum dipotong. Penanganan ternak sebelum pemotongan diantaranya istirahat ternak dan tipe pemotogan tanpa pemingsanan atau dengan pemingsanan. *Drip loss* yang terlalu tinggi tidak diiginkan dalam produksi daging karena dapat menurunkan nilai ekonomis daging. Selain itu, penanganan ternak sebelum pemotongan juga dapat mempengaruhi persentase penyusutan karkas selama pelayuan yang tergambar dari bobot karkas segar dan bobot karkas layu. Semakin tinggi penyusutan karkas, maka produksi karkasnya semakin rendah. Nilai *drip loss* sangat dipengaruhi oleh daya ikat air. Nilai *drip loss* digunakan untuk mengukur daya ikat air pada daging dengan prinsip air yang dilepaskan sejalan dengan turunnya pH.

Hasil meta-analisis terhadap 4 data pada parameter *dDrip loss* menunjukkan bahwa SMD kumulatif bernilai positif, yaitu sebesar 1,926 dengan 95% CI 1,14 s.d. 2,70 (Gambar 8). Nilai SMD kumulatif bernilai positif lebih dari 0,8 (pegaruh kuat). Hal ini menunjukkan bahwa metode penyembelihan *stunning* dan non *stunning* memiliki pengaruh yang signifikan terhadap nilai *drip loss* (garis horizontal tidak memotong garis x=0).

Pengaruh Metode Penyembelihan terhadap Parameter *Cooking loss* Daging.

Susut masak/ *cooking loss* merupakan suatu berat kadar air yang hilang selama daging di rebus. Air yang hilang disebabkan oleh pemanasan saat perebusan sehingga membuat kandungan air dalam daging tersebut berkurang (Mahmudah et al. 2022). Susut masak berpengaruh terhadap kualitas daging, hal ini terkait dengan hilangnya nutrisi daging saat pemasakan. Daging dengan nilai susut masak yang rendah mempunyai kualitas lebih baik dibandingkan dengan daging dengan susut masak yang lebih besar, hal ini terkait dengan kehilangan nilai nutrisi daging yang relatif lebih rendah selama pemasakan. Salah satu faktor yang menyebabkan susut masak rendah adalah protein daging yang dapat mengikat air, dengan demikian semakin banyak air yang ditahan oleh protein daging maka semakin sedikit air yang terlepas dan menghasilkan susut masak yang lebih rendah (Soeparno 2005).

Hasil meta-analisis terhadap 4 data pada parameter *cCooking loss* (DL) menunjukkan bahwa SMD kumulatif bernilai negatif, yaitu sebesar -0,644 dengan 95% CI -1,31 s.d. 0,03 (Gambar 9 Nilai SMD kumulatif bernilai negatif dan kurang dari 0,2. Hal ini menunjukkan bahwa metode penyembelihan *stunning* maupun non *stunning* tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap nilai *cooking loss* (garis horizontal memotong garis x=0). Beberapa penelitian menyebutkan tidak ada perbedaan yang signifikan antara metode *stunning* dan non

stunning pada pengamatan 1 hari (24 jam), begitu juga setelah 7 dan 14 hari pasca penyembelihan (Sabow et al. 2017).

Pengaruh Metode Penyembelihan terhadap Parameter MFI Daging.

MFI merupakan indikator yang dapat digunakan untuk mengetahui derajat proteolisis otot daging, dapat dilihat pada kerusakan protein struktural, terutama pecahnya pita I sarkomer dan pecahnya penghubung antar miofibril (Sabow et al. 2017). Indeks fragmentasi myofibrillar (MFI) adalah salah satunya metodologi yang digunakan untuk mengevaluasi kelembutan daging. Sifat ini sering digunakan karena ketepatannya dalam memprediksi keempukan daging (Hopkins et al. 2000).

Hasil meta-analisis terhadap 4 data pada parameter *Myofibril Fragmentation Index* (MFI) menunjukkan bahwa SMD kumulatif bernilai negatif, yaitu sebesar 1,19 dengan 95% CI 0,28 s.d. 2,10 (Gambar 9 Nilai SMD kumulatif bernilai positif dan lebih dari dari 0,8. Hal ini menunjukkan bahwa metode penyembelihan *stunning* dan non *stunning* memiliki pengaruh yang signifikan terhadap nilai (MFI) (garis horizontal tidak memotong garis x=0). Beberapa penelitian menyebutkan tidak adanya perbedaan yang signifikan antara metode *stunning* dan non *stunning* pada pengamatan 1 hari (24 jam), namun ada juga yang melaporkan bahwa terjadi peningkatan setelah 7 hari pasca penyembelihan (Aghwan et al. 2016).

KESIMPULAN

Kajian meta-analisis menunjukkan bahwa tidak ditemukan perbedaan pada daging yang disembelih menggunakan metode *stunning* dan non *stunning* pada beberapa parameter kualitas daging (warna, pH, *cooking loss*, *drip loss*, *shear force*, dan WHC). Metode *stunning* hanya berpengaruh kuat terhadap parameter *drip loss* dan parameter MFI.

DAFTAR PUSTAKA

Aghwan, Z. A., A. U. Bello, A. A. Abubakar, J. C. Imlan, and A. Q. Sazili. 2016. Efficient halal bleeding, animal handling, and welfare: A holistic approach for meat quality. *Meat Science* 121:420–428.

Agung Hidayat, M., K. Kuswati, and T. Susilawati. 2015. Pengaruh lama istirahat terhadap karakteristik karkas dan kualitas fisik daging sapi Brahman Cross Steer. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan* 25(2):71–79.

Bourguet, C., V. Deiss, C. C. Tannugi, and E. M. C. Terlouw. 2011. Behavioural and physiological reactions of cattle in a commercial abattoir: Relationships with organisational aspects of the abattoir and animal characteristics. *Meat Science* 88(1):158–168.

Büyükünal, S. K., and B. Nazli. 2007. Effect of different electrical stunning methods on meat quality of marmara Kivircik breed lamb in Turkey Republic. *Veterinarski glasnik* 61(3–4):155–162.

Gurevitch, J., J. Koricheva, S. Nakagawa, and G. Stewart. 2018. Meta-analysis and the science of research synthesis. *Nature* 555(7695):175–182.

Gustiani, E. 2009. Pengendalian cemaran mikroba pada bahan pangan asal ternak (daging dan susu) mulai dari peternakan sampai dihidangkan. *Jurnal Litbang Pertanian* 28(3):96–100.

Hopkins, D. L., P. J. Littlefield, and J. M. Thompson. 2000. A research note on factors affecting the determination of myofibrillar fragmentation. *Meat Science* 56(1):19–22.

Koricheva, J., J. Gurevitch, and K. Mengersen. 2013. *Handbook of meta-analysis in ecology and evolution*. Page *Handbook of Meta-analysis in Ecology and Evolution*.

Linares, M. B., R. Bórnez, and H. Vergara. 2007. Effect of different stunning systems on meat quality of light lamb. *Meat Science* 76(4):675–681.

Lokman, N. S., A. B. Sabow, A. A. Abubakar, K. D. Adeyemi, and A. Q. Sazili. 2017. Comparación del cuerpo y la calidad de la carne en cabras sujetas a aturdimiento eléctrico limitado a la cabeza previo a la matanza o sin aturdimiento eléctrico. *CYTA - Journal of Food* 15(1):99–104.

Mačanga, J., B. Koréneková, J. Nagy, S. Marcinčák, P. Popelka, I. Kožárová, and M. Korének. 2011. Post-mortem changes in the concentration of lactic acid, phosphates and pH in the muscles of wild rabbits (Oryctolagus cuniculus) according to the perimortal situation. *Meat Science* 88(4):701–704.

Mahmudah, K., F. Fitrianingsih, and A. Bain. 2022. Susut Masak, Daya Ikat Air dan Kadar Protein Daging Ayam Broiler yang Diberi Pakan Mengandung Tepung Ikan. *Jurnal Ilmiah Peternakan Halu Oleo* 4(3):214.

Mir, N. A., A. Rafiq, F. Kumar, V. Singh, and V. Shukla. 2017. Determinants of broiler chicken meat quality and factors affecting them: a review. *Journal of Food Science and Technology* 54(10):2997–3009.

Modzelewska-Kapituła, M., A. Kwiatkowska, B. Jankowska, and E. Dabrowska. 2015. Water holding capacity and collagen profile of bovine m. infraspinatus during postmortem ageing. *Meat Science* 100:209–216.

Mortimer, S. I., J. H. J. van der Werf, R. H. Jacob, D. L. Hopkins, L. Pannier, K. L. Pearce, G. E. Gardner, R. D. Warner, G. H. Geesink, J. E. Hocking Edwards, E. N. Ponnampalam, A. J. Ball, A. R. Gilmour, and D. W. Pethick. 2014. Genetic parameters for meat quality traits of Australian lamb meat. *Meat Science* 96(2):1016–1024.

Önenç, A., and A. Kaya. 2004. The effects of electrical stunning and percussive captive bolt stunning on meat quality of cattle processed by Turkish slaughter procedures. *Meat Science* 66(4):809–815.

Palupi, E., A. Jayanegara, A. Ploeger, and J. Kahl. 2012. Comparison of nutritional quality between conventional and organic dairy products: A meta-analysis. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 92(14):2774–2781.

Rosenvold, K., and H. J. Andersen. 2003. Factors of significance for pork quality - A review. *Meat Science* 64(3):219–237.

Sabow, A. B., K. D. Adeyemi, Z. Idrus, G. Y. Meng, M. Z. A. Ab Kadir, U. Kaka, Z. A. Aghwan, A. A. Abubakar, and A. Q. Sazili. 2017. Carcase characteristics and meat quality assessments in goats subjected to slaughter without stunning and slaughter following different methods of electrical stunning. *Italian Journal of Animal Science* 16(3):416–430.

Sabow, A. B., A. Q. Sazili, I. Zulkifli, Y. M. Goh, M. Z. A. Ab Kadir, N. R. Abdulla, K. Nakyinsige, U. Kaka, and K. D. Adeyemi. 2015. A comparison of bleeding efficiency, microbiological quality and lipid oxidation in goats subjected to conscious halal slaughter and slaughter following minimal anesthesia. *Meat Science* 104:78–84.

Soeparno. 2005. *Ilmu dan Teknologi Daging. Cetakan keempat*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.

Velarde, A., M. Gispert, A. Diestre, and X. Manteca. 2003. *Effect of electrical stunning on meat and carcass quality in lambs*. Page *Meat Science*.

Vergara, H., and L. Gallego. 2000. *Effect of electrical stunning on meat quality of lamb*. Page *Meat Science*.

Vergara, H., M. B. Linares, M. I. Berruga, and L. Gallego. 2005. Meat quality in suckling lambs: Effect of pre-slaughter handling. *Meat Science* 69(3):473–478.