UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Pemanfaatan Betain dalam Pakan Rendah Protein terhadap Produktivitas, Kualitas Telur, dan Ekspresi
Gen Metabolisme Lemak pada Ayam Petelur**
Agus Nurwahid, Dr. Ir. Muhsin Al Anas, S.Pt., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN PENGESAHAN iv
PERNYATAAN v
DAFTAR ISI vi
DAFTAR TABEL viii
DAFTAR GAMBAR ix
DAFTAR LAMPIRAN x
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN xiii
INTISARI xv
ABSTRACT xvi
PENGANTAR 1
Latar Belakang 1
Tujuan Penelitian 3
Manfaat Penelitian 3
TINJAUAN PUSTAKA 4
Kebutuhan Nutrien Ayam Petelur 4
Dampak Protein Berlebih terhadap Produktivitas Ayam Petelur dan Lingkungan 7
Inovasi Pakan LCP pada Ayam Petelur terhadap Produktivitas dan Kualitas Telur 8
Hubungan Pakan LCP terhadap Ekspresi Gen Metabolisme Lemak di dalam Hati Ayam Petelur 10
Peranan Betain dalam Pakan LCP terhadap Metabolisme Lemak Hati 12
LANDASAN TEORI DAN HIPOTESIS 16
Landasan Teori 16
Hipotesis 17
MATERI DAN METODE 18
Waktu dan Tempat Penelitian 18
Materi Penelitian 18
Alat penelitian 18
Bahan penelitian 18
Metode Penelitian 19
Ethical clearance 19
Rancangan percobaan 19

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pemanfaatan Betain dalam Pakan Rendah Protein terhadap Produktivitas, Kualitas Telur, dan Ekspresi Gen Metabolisme Lemak pada Ayam Petelur
Agus Nurwahid, Dr. Ir. Muhsin Al Anas, S.Pt., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Persiapan kandang, ayam dan perlakuan pakan 19
Variabel yang diamati dan koleksi sampel 21
Analisis statistik 24
HASIL DAN PEMBAHASAN 25
Produktivitas 25
Kualitas Eksternal Telur 27
Kualitas Kerabang Telur 29
Kualitas Fisik Albumen Telur 31
Kualitas Fisik Yolk 32
Kualitas Kimia Albumen 36
Kualitas Kimia Yolk 37
Ekspresi Gen Metabolisme Lemak di Hati 39
KESIMPULAN DAN SARAN 44
Kesimpulan 44
Saran 44
RINGKASAN 45
SUMMARY 50
DAFTAR PUSTAKA 55
LAMPIRAN 63

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Pemanfaatan Betain dalam Pakan Rendah Protein terhadap Produktivitas, Kualitas Telur, dan Ekspresi
Gen Metabolisme Lemak pada Ayam Petelur**
Agus Nurwahid, Dr. Ir. Muhsin Al Anas, S.Pt., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1. Kebutuhan asam amino pada ayam petelur strain *ISA Brown* (Hendrix Genetics, 2025) 6

Tabel 2. Bahan pakan dan komposisi nutrien terhitung dari ransum percobaan..... 20

Tabel 3. Pasangan primer untuk analisis ekspresi gen metabolisme lemak dan kolesterol (Xie *et al*., 2019)..... 24

Tabel 5. Kualitas eksternal telur ayam petelur yang diberi pakan level protein dengan penambahan betain pada umur 40-48 minggu 28

Tabel 6. Kualitas kerabang ayam petelur yang diberi pakan level protein dengan penambahan betain pada umur 40-48 minggu 30

Tabel 7. Kualitas fisik albumen telur ayam petelur yang diberi pakan level protein dengan penambahan betain pada umur 40-48 minggu 34

Tabel 8. Kualitas fisik yolk pada ayam petelur yang diberi pakan dengan level protein berbeda dan penambahan betain pada usia 40-48 minggu..... 35

Tabel 9. Kualitas kimia albumen pada ayam petelur yang diberi pakan dengan level protein berbeda dan penambahan betain pada usia 40-48 minggu..... 37

Tabel 10. Kualitas kimia yolk pada ayam petelur yang diberi pakan level protein berbeda dan penambahan betain pada usia 40–48 minggu..... 39

Tabel 11. Ekspresi gen metabolisme lemak pada ayam petelur yang diberi pakan dengan kadar protein berbeda dan penambahan betain pada usia 40-48 minggu 40

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Pemanfaatan Betain dalam Pakan Rendah Protein terhadap Produktivitas, Kualitas Telur, dan Ekspresi
Gen Metabolisme Lemak pada Ayam Petelur**
Agus Nurwahid, Dr. Ir. Muhsin Al Anas, S.Pt., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 1. Siklus metionin yang menunjukkan peran betain sebagai donor metil (Kidd *et al*., 1997)..... 13

Gambar 2. Mekanisme lipolisis di mitokondria (Saponaro *et al*., 2015) 14

Gambar 3. Alur pelaksanaan penelitian dan koleksi sampel 21

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Pemanfaatan Betain dalam Pakan Rendah Protein terhadap Produktivitas, Kualitas Telur, dan Ekspresi
Gen Metabolisme Lemak pada Ayam Petelur**
Agus Nurwahid, Dr. Ir. Muhsin Al Anas, S.Pt., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1. Penentuan kadar bahan kering (BK) berdasarkan metode Association of Official Analytical Chemists (AOAC) tahun 2005 63

Lampiran 2. Penentuan kadar abu (BO) berdasarkan metode *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC) tahun 2005 64

Lampiran 3. Penentuan protein kasar (CP) berdasarkan metode *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC) tahun 2005 65

Lampiran 4. Penentuan lemak kasar (LK) berdasarkan metode *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC) tahun 2005 66

Lampiran 5. Penentuan kadar kolesterol kasar telur ayam metode Liebermann-Burchard (Dotti, 1962). 67

Lampiran 6. Hasil analisa *amplification plot* dan *melting curve plot real time* (PCR) 68

Lampiran 7. Data analisis variansi *feed intake* (FI) ayam petelur yang diberi pakan dengan level protein berbeda dan penambahan betain. 74

Lampiran 8. Data analisis variansi hen day average (HDA) ayam petelur yang diberi pakan dengan level protein berbeda dan penambahan betain. 75

Lampiran 9. Data analisis variansi *egg weight* (EW) ayam petelur yang diberi pakan suplementasi betain dengan level protein berbeda 76

Lampiran 10. Data analisis variansi *egg mass* (EM) ayam petelur yang diberi pakan suplementasi betain dengan level protein berbeda 77

Lampiran 11. Data analisis variansi *feed conversion ratio* (FCR) ayam petelur yang diberi pakan suplementasi betain dengan level protein berbeda. 78

Lampiran 12. Data analisis variansi berat telur pada ayam petelur yang diberi pakan dengan level protein berbeda dan penambahan betain 79

Lampiran 13. Data analisis variansi panjang telur pada ayam petelur yang diberi pakan dengan level protein berbeda dan penambahan betain 80

Lampiran 14. Data analisis variansi lebar telur pada ayam petelur yang diberi pakan dengan level protein berbeda dan penambahan betain 81

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Pemanfaatan Betain dalam Pakan Rendah Protein terhadap Produktivitas, Kualitas Telur, dan Ekspresi
Gen Metabolisme Lemak pada Ayam Petelur**
Agus Nurwahid, Dr. Ir. Muhsin Al Anas, S.Pt., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Lampiran 15. Data analisis variansi indeks telur pada ayam petelur yang diberi pakan dengan level protein berbeda dan penambahan betain 82
Lampiran 16. Data analisis variansi berat kerabang telur pada ayam petelur yang diberi pakan dengan level protein berbeda dan penambahan betain 83
Lampiran 17. Data analisis variansi berat relatif kerabang telur pada ayam petelur yang diberi pakan dengan level protein berbeda dan penambahan betain 84
Lampiran 18. Data analisis variansi tebal kerabang telur pada ayam petelur yang diberi pakan dengan level protein berbeda dan penambahan betain 85
Lampiran 19. Data analisis variansi tinggi albumen telur pada ayam petelur yang diberi pakan dengan level protein berbeda dan penambahan betain 86
Lampiran 20. Data analisis variansi lebar albumen telur pada ayam petelur yang diberi pakan dengan level protein berbeda dan penambahan betain 87
Lampiran 21. Data analisis variansi *haugh unit* telur pada ayam petelur yang diberi pakan dengan level protein berbeda dan penambahan betain 88
Lampiran 22. Data analisis variansi tinggi yolk telur pada ayam petelur yang diberi pakan dengan level protein berbeda dan penambahan betain 89
Lampiran 23. Data analisis variansi lebar yolk telur pada ayam petelur yang diberi pakan dengan level protein berbeda dan penambahan betain 90
Lampiran 24. Data analisis variansi warna yolk telur pada ayam petelur yang diberi pakan dengan level protein berbeda dan penambahan betain. 91
Lampiran 25. Data analisis variansi bahan kering (BK) albumen telur pada ayam petelur yang diberi pakan dengan level protein berbeda dan penambahan betain. 92
Lampiran 26. Data analisis variansi bahan organik (BO) albumen telur pada ayam petelur yang diberi pakan dengan level protein berbeda dan penambahan betain. 93
Lampiran 27. Data analisis variansi protein kasar (PK) albumen telur pada ayam petelur yang diberi pakan dengan level protein berbeda dan penambahan betain. 94
Lampiran 28. Data analisis variansi bahan kering (BK) yolk telur pada ayam petelur yang diberi pakan dengan level protein berbeda dan penambahan betain. 95

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Pemanfaatan Betain dalam Pakan Rendah Protein terhadap Produktivitas, Kualitas Telur, dan Ekspresi
Gen Metabolisme Lemak pada Ayam Petelur**
Agus Nurwahid, Dr. Ir. Muhsin Al Anas, S.Pt., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Lampiran 29. Data analisis variansi bahan organik (BO) yolk telur pada ayam petelur yang diberi pakan dengan level protein berbeda dan penambahan betain. 96
Lampiran 30. Data analisis variansi protein kasar (PK) yolk telur pada ayam petelur yang diberi pakan dengan level protein berbeda dan penambahan betain. 97
Lampiran 31. Data analisis variansi lemak kasar (LK) yolk telur pada ayam petelur yang diberi pakan dengan level protein berbeda dan penambahan betain. 98
Lampiran 32. Data analisis variansi kadar kolesterol (CHOL) yolk telur pada ayam petelur yang diberi pakan dengan level protein berbeda dan penambahan betain. 99
Lampiran 33. Data analisis variansi ekspresi gen CPT1-a pada hati ayam petelur yang diberi pakan dengan level protein berbeda dan penambahan betain. 100
Lampiran 34. Data analisis variansi ekspresi gen HMGCR pada hati ayam petelur yang diberi pakan dengan level protein berbeda dan penambahan betain. 101
Lampiran 35. Data analisis ekspresi gen PPARα pada hati ayam petelur yang diberi pakan dengan level protein berbeda dan penambahan betain. 102
Lampiran 36. Data analisis variansi ekspresi gen SREBP1-c pada hati ayam petelur yang diberi pakan dengan level protein berbeda dan penambahan betain. 103
Lampiran 37. Data analisis variansi ekspresi gen FAS pada hati ayam petelur yang diberi pakan dengan level protein berbeda dan penambahan betain. 104
Lampiran 38. Data analisis variansi ekspresi gen ACC pada hati ayam petelur yang diberi pakan dengan level protein berbeda dan penambahan betain. 105