

NUTRISI DAN PAKAN TERNAK UNGGAS:

KONSEP, FORMULASI, DAN APLIKASI

Wa Laili Salido, M. Dzikri Hudiatma, Rusny, Etha 'Azizah Hasiib, Dustan, Bunga Putri Febrina, Ryzal Satria Aditama, Alief Rahmania Safitri

ISBN 978-634-255-308-4

NUTRISI DAN PAKAN TERNAK UNGGAS: KONSEP, FORMULASI, DAN APLIKASI

Wa Laili Salido
M. Dzikri Hudiatma
Rusny
Etha 'Azizah Hasiib
Dustan
Bunga Putri Febrina
Ryzal Satria Aditama
Alief Rahmania Safitri

GET PRESS INDONESIA

NUTRISI DAN PAKAN TERNAK UNGGAS: KONSEP, FORMULASI, DAN APLIKASI

Penulis :
Wa Laili Salido
M. Dzikri Hudiatma
Rusny
Etha 'Azizah Hasiib
Dustan
Bunga Putri Febrina
Ryzal Satria Aditama
Alief Rahmania Safitri

ISBN : 978-634-255-308-4

Editor : Dr. Oktavianis, M.Biomed.
Penyunting : Ilda Melisa., Amd.Kep
Desain Sampul dan Tata Letak : Atyka Trianisa, S.Pd

Penerbit : GET PRESS INDONESIA
Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022

Redaksi :
Jln. Palarik Air Pacah No 26 Kel. Air Pacah
Kec. Koto Tangah Kota Padang Sumatera Barat
Website : www. getpress.co.id
Email : adm.getpress@gmail.com

Cetakan pertama, Januari 2026

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur atas kehadirat Allah SWT dalam segala kesempatan. Sholawat beriring salam dan doa kita sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW. Alhamdulillah atas Rahmat dan Karunia-Nya penulis telah menyelesaikan Buku Nutrisi Dan Pakan Ternak Unggas: Konsep, Formulasi, Dan Aplikasi ini.

Buku Ini Membahas : Pendahuluan Nutrisi dan Pakan Unggas, Kebutuhan Zat Gizi Makro pada Unggas (Protein, Karbohidrat, Lemak), Formulasi Ransum Unggas, Pakan untuk Ayam Broiler: Fase Starter, Grower, dan Finisher, Pakan untuk Ayam Petelur: Produksi dan Kualitas Telur, Pakan untuk Itik dan Unggas Air Lainnya, Teknologi Pengolahan Pakan Unggas, Inovasi Nutrisi: Pakan Fermentasi, Herbal, dan Alternatif Lokal.

Proses penulisan buku ini berhasil diselesaikan atas kerjasama tim penulis. Demi kualitas yang lebih baik dan kepuasan para pembaca, saran dan masukan yang membangun dari pembaca sangat kami harapkan.

Penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dalam penyelesaian buku ini. Terutama pihak yang telah membantu terbitnya buku ini dan telah mempercayakan mendorong, dan menginisiasi terbitnya buku ini. Semoga buku ini dapat bermanfaat bagi masyarakat Indonesia.

Padang, Desember 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR ..... **i**
DAFTAR ISI ..... **ii**
DAFTAR TABEL ..... **vii**
DAFTAR GAMBAR ..... **ix**
BAB 1 PENDAHULUAN NUTRISI DAN PAKAN UNGGAS .. **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Konsep Dasar Nutrisi Unggas 3
1.2.1 Defenisi Nutrisi Unggas 3
1.2.2 Peran Nutrisi dalam Pertumbuhan dan Produksi 4
1.2.3 Faktor yang Mempengaruhi Kebutuhan Nutrisi 16
DAFTAR PUSTAKA 19
BAB 2 KEBUTUHAN ZAT GIZI MAKRO PADA UNGGAS (PROTEIN, KARBOHIDRAT, LEMAK) **21**
2.1 Pendahuluan 21
2.2 Protein 22
2.2.1 Kebutuhan Protein Berdasarkan Jenis dan Fasenya 23
2.3 Karbohidrat 27
2.3.1 Kebutuhan Energi Metabolis 28
2.4 Lemak 29
DAFTAR PUSTAKA 31
BAB 3 FORMULASI RANSUM UNGGAS **33**
3.1 Latar Belakang 33
3.1.1 Tujuan Penyusunan Ransum 34
3.1.2 Peranan Nutrisi dalam Produktivitas Unggas 34
3.1.3 Prinsip Keseimbangan Energi dan Protein 35
3.2 Kebutuhan Nutrisi Unggas 35
3.2.1 Protein 35
3.2.2 Energi 36
3.2.3 Lemak 37
3.2.4 Karbohidrat 38
3.2.5 Vitamin 38
3.2.6 Mineral 39
3.2.7 Air 39

3.2.8 Hubungan Antara Zat Gizi dalam Formulasi Ransum 40
3.3 Bahan Pakan dan Nilai Gizinya 40
3.3.1 Klasifikasi Bahan Pakan 40
3.3.2 Sumber Energi 41
3.3.3 Sumber Protein 42
3.3.4 Sumber Mineral 43
3.3.5 Sumber Vitamin 43
3.3.6 Bahan Aditif (*Feed Additives*) 43
3.3.7 Bahan Pakan Lokal dan Alternatif 44
3 3.8 Nilai Nutrisi Bahan Pakan (Tabel) 45
3.3.9 Evaluasi Bahan Pakan 45
3.4 Pengertian Formulasi Ransum 45
3.4.1 Prinsip Dasar Formulasi Ransum 46
3.4.3 Keseimbangan Energi dan Protein 46
3.4.4 Langkah-langkah Umum Formulasi Ransum 47
3.4.5 Metode Formulasi Ransum 48
3.4.6 Contoh Perhitungan Formulasi Ransum 49
3.4.7 Evaluasi Ransum 50
3.4.8 Prinsip Ekonomi dalam Formulasi Ransum 50
3.4.9 Implikasi Formulasi terhadap Kinerja dan Kesehatan Unggas 51
3.5 Contoh Formulasi Ayam Pedaging (Broiler) 51
3.5.1 Kebutuhan Nutrisi Ayam Pedaging (Broiler) 51
3.5.2 Kebutuhan Nutrisi Ayam Petelur (Layer) 52
3.5.3 Ransum Ayam Kampung 53
3.5.4 Ransum Itik Petelur 54
3.5.5 Ransum Puyuh Petelur 55
3.5.6 Ransum Alternatif Berbasis Bahan Lokal 56
3.5.7 Evaluasi Efisiensi Ransum 57
DAFTAR PUSTAKA 58
BAB 4 PAKAN UNTUK AYAM BROILER 59
4.1 Pakan Ayam Broiler Menurut SNI 8173: 2022 59
4.1.1 Pakan Ayam Broiler Prestarter (Sebelum Masa Awal) 59
4.1.2 Pakan Ayam Broiler Starter (Masa Awal) 60
4.1.3 Pakan Ayam Broiler Finisher (Masa Akhir) 61

4.2 Pakan Ayam Broiler Berdasarkan Strain Ayam 62
DAFTAR PUSTAKA 68
BAB 5 PAKAN UNTUK AYAM PETELUR: PRODUKSI DAN KUALITAS TELUR 69
5.1 Karasteristik Produksi Ayam Petelur 70
5.2 Kebutuhan Nutrisi Pakan Ayam Petelur 74
5.2.1 Energi 74
5.2.2 Protein dan Asam Amino 75
5.2.3 Lemak 75
5.2.4 Mineral 76
5.2.5 Vitamin 77
5.3 Pengaruh Pakan terhadap Produksi Telur 77
5.4 Pengaruh Pakan terhadap Kualitas Telur 78
5.4.1 Berat dan Ukuran Telur 79
5.4.2 Kualitas Kerabang Telur 79
5.4.3 Kualitas Albumen 81
5.4.3 Warna Kuning Telur 81
5.4.4 Kandungan Nutrisi Telur dan Telur Fungsional 82
5.5 Implikasi Formulasi Pakan dalam Praktik 83
5.6 Penutup 84
DAFTAR PUSTAKA 86
BAB 6 PAKAN UNTUK ITIK DAN UNGGAS AIR LAINNYA 89
6.1 Karakteristik Nutrisi dan Fisiologi Unggas Air 91
6.2 Bahan Pakan Utama Untuk Itik & Unggas Air 94
6.3 Formulasi Ransum Dan Aplikasi Praktis 97
6.3.1 Prinsip Dasar Formulasi Ransum 97
6.3.2 Analisis Bahan Pakan 97
6.3.3 Contoh Formulasi Ransum (Praktis dan Aplikatif) 98
6.3.4 Aplikasi Praktis Formulasi Ransum 100
DAFTAR PUSTAKA 101
BAB 7 TEKNOLOGI PENGOLAHAN PAKAN UNGGAS 103
7.1 Prinsip Dasar Teknologi Pengolahan Pakan 104
7.1.1 Manipulasi Ukuran Partikel 105
7.1.2 Homogenitas Nutrisi 105
7.1.3 Modifikasi Struktur dan Densitas Fisik 106
7.1.4 Perlakuan Termal dan Tekanan 106

7.1.5 Pengendalian Kelembapan dan Suhu 107
7.2 Teknologi Utama dalam Pengolahan Pakan Unggas 107
7.2.1 Penggilingan (*Grinding*) 108
7.2.2 Pencampuran (*Mixing*) 109
7.2.3 Conditioning dan Steam Heating 110
7.2.4 Pelleting 110
7.2.5 Crumbling 111
7.2.6 Ekstrusi (*Extrusion*) 112
7.2.7 Expansion 112
7.2.8 Fermentasi Bahan Pakan 113
7.2.9 Perlakuan Enzimatis 113
7.2.10 Heat Treatment (*Toasting* dan *Roasting*) 114
7.3 Kontrol Mutu dalam Proses Pengolahan 114
7.3.1 Parameter Kunci yang Harus Dikendalikan 115
7.3.2 Evaluasi Mutu Produk Akhir 116
7.3.3 Pentingnya Sistem Dokumentasi dan SOP 116
7.3.4 Prinsip Utama dalam Penerapan Kontrol Mutu 117
7.4 Implementasi Teknologi dalam Industri Pakan Unggas. 117
7.4.1 Integrasi Teknologi dengan Sistem Manajemen Pabrik 118
DAFTAR PUSTAKA 119
BAB 8 INOVASI NUTRISI: PAKAN FERMENTASI, HERBAL DAN ALTERNATIF 123
8.1 Tantangan Utama Pakan Unggas 123
8.2 Peran Inovasi Nutrisi dalam Efisiensi Produksi 124
8.3 Konsep Inovasi Nutrisi dan Pakan Fungsional Unggas ... 125
8.3.1 Definisi Nutrisi Unggas: modifikasi bahan, proses dan aditif untuk efisiensi dan Kesehatan 125
8.3.2 Fungsi Pakan Fungsional 126
8.4 Pakan Fermentasi untuk Unggas Berbasis Bahan lokal.. 127
8.4.1 Mengapa Fermentasi pada Pakan Unggas ? 127
8.4.2 Prinsip Dasar Fermentasi Pakan Unggas 128
8.4.3 Mikroba Starter dan Perubahan Nutrisi 130
8.4.4 Bahan Lokal Unggas yang Umum di Fermentasi 131
8.4.5 Resiko dan Kontrol Mutu Khusus untuk Unggas 131
8.5 Herbal/Fitogenik dalam Pakan Unggas 134
8.5.1 Konsep Fitogenik untuk Broiler dan Layer 134

8.5.2 Herbal Kunci untuk Unggas dan Fungsinya 135
8.5.3 Bentuk Penyajian yang Realistis di Lapangan 141
8.5.4 Tantangan Penggunaan Herbal pada Unggas 142
8.6 Bahan Pakan Alternatif Lokal untuk Unggas dan Strategi Formulasi 144
8.6.1 Pentingnya Bahan Lokal untuk Pakan Unggas 144
8.6.2 Kriteria Bahan Lokal untuk Ransum Unggas 146
8.6.3 Contoh Bahan Alternatif Lokal untuk Unggas 148
8.6.4 Pengolahan untuk Meningkatkan Kecernaan Unggas 151
DAFTAR PUSTAKA 154
BIODATA PENULIS

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Kebutuhan Protein pada Unggas 6
Tabel 2.1. Kebutuhan Protein Ayam Broiler Fase Starter (0-7 hari) 23
Tabel 2.2. Kebutuhan Protein Ayam Broiler Fase Grower (8-21) 24
Tabel 2.3. Kebutuhan Protein Ayam Broiler Fase Finisher (>21) 24
Tabel 2.4. Kebutuhan Protein Ayam Petelur Fase Pre Starter (1 Hari- 4 Minggu) 24
Tabel 2.5. Kebutuhan Protein Ayam Petelur Fase Starter (5 Minggu – 10 Minggu) 25
Tabel 2.6. Kebutuhan Protein Ayam Petelur Fase Grower (11 Minggu – 16 Minggu) 25
Tabel 2.7. Kebutuhan Protein Ayam Petelur Fase layer 25
Tabel 2.8. Kebutuhan Protein Itik Petelur dan Pedaging Fase Starter 26
Tabel 2.9. Kebutuhan Protein Itik Petelur dan Pedaging Fase Grower 27
Tabel 2.10. Kebutuhan Protein Itik Petelur dan Pedaging Fase Layer/Finisher 27
Tabel 2.11. Kebutuhan Energi Metabolis (ME) Ayam Broiler 28
Tabel 2.12. Kebutuhan Energi Metabolis (ME) Ayam Layer 28
Tabel 2.13. Kebutuhan Energi Metabolis (ME) Itik Pedaging 28
Tabel 2.14. Kebutuhan Energi Metabolis (ME) Itik Petelur 29
Tabel 2.15. Kebutuhan Lemak Ayam Broiler 29
Tabel 2.16. Kebutuhan Lemak Ayam Layer 29
Tabel 2.17. Kebutuhan Lemak Itik Pedaging 30
Tabel 2.18. Kebutuhan Lemak Itik Petelur 30
Tabel 3.1. Nilai Nutrisi bahan pakan 45
Tabel 3.2. Nilai rasio E/P yang ideal menurut fase produksi: 47

Tabel 3.3. Kebutuhan Nutrisi Ayam Pedaging (*Broiler*) 52
Tabel 3.4. Kebutuhan Nutrisi Ayam Petelur 53
Tabel 3.5. Ransum Ayam Kampung 54
Tabel 3.6. Ransum Itik Petelur 55
Tabel 3.7. Ransum Puyuh Petelur 56
Tabel 3.8. Ransum Alternatif Berbasis Bahan Lokal 57
Tabel 4.1. Persyaratan mutu dan keamanan pakan ayam broiler fase prestarter 60
Tabel 4.2. Persyaratan mutu dan keamanan pakan ayam broiler fase starter 62
Tabel 4.3. Persyaratan mutu dan keamanan pakan ayam broiler finisher 63
Tabel 4.4. *Recommended nutrient levels for small broilers* 64
Tabel 4.5. *Balanced digestible amino acid rations for small broilers Cobb500* 65
Tabel 4.6. *Recommended nutrient levels for medium and large broilers Cobb500* 65
Tabel 4.7. *Balanced digestible amino acid rations for medium and large broilers Cobb500* 66
Tabel 4.8. *Supplementary vitamins and trace elements (per tonne) Cobb500* 66
Tabel 4.9. Cobb500 *broiler performance objective* (*metric*) 67
Tabel 5.1. Persyaratan mutu pakan ayam pada dua fase produksi ayam petelur 84

DAFTAR GAMBAR

Gambar 5.1. Hubungan antara pakan, metabolisme nutrisi dan pembentukan telur pada ayam petelur. 72
Gambar 7.1. Grinder Sederhana 108
Gambar 7.2. Mesin Pencampuran Pakan 110
Gambar 7.3. *Pelleting Machine* 111
Gambar 7.4. Mesin Ekstrusi Pakan 112

BAB 1
PENDAHULUAN NUTRISI DAN PAKAN UNGGAS

1.1 Latar Belakang

Nutrisi dan pakan unggas merupakan komponen fundamental yang berperan dalam menjelaskan kebutuhan berbagai zat makanan serta mekanisme pemanfaatannya oleh tubuh unggas untuk mendukung pertumbuhan, pemeliharaan, produksi, dan kesehatan secara keseluruhan. Keberhasilan usaha unggas sangat ditentukan oleh pemenuhan nutrisi yang seimbang, karena unggas memiliki laju metabolisme tinggi, pertumbuhan cepat, dan efisiensi konversi pakan yang sangat sensitif terhadap perubahan kualitas nutrisi.

Pakan merupakan elemen yang memiliki peran fundamental dalam menentukan laju pertumbuhan dan tingkat produktivitas ternak. Pertumbuhan optimal hanya dapat dicapai apabila kebutuhan nutrien yang berasal dari pakan dipenuhi secara adekuat dan konsisten. Oleh karena itu, keberlanjutan penyediaan pakan menjadi aspek krusial dalam manajemen produksi ternak. Formulasi pakan yang disusun secara tepat tidak hanya meningkatkan efisiensi dan performa produksi, tetapi juga berkontribusi terhadap mutu produk hewani yang dihasilkan. Proses perumusan tersebut memerlukan integrasi berbagai komponen nutrisi penting, meliputi protein, serat, lemak, karbohidrat, vitamin, dan mineral sebagai penyusun utama ransum yang seimbang (Munira et al., 2016).

Industri unggas merupakan salah satu sektor peternakan yang berkembang paling pesat dan menjadi penyumbang utama kebutuhan protein hewani bagi masyarakat. Produk unggas seperti daging ayam dan telur memiliki harga yang relatif terjangkau, nilai gizi tinggi, dan waktu produksi yang singkat sehingga sangat penting dalam menjaga ketahanan pangan. Tingginya tuntutan akan efisiensi produksi mendorong perlunya pengelolaan nutrisi dan pakan unggas yang lebih ilmiah dan terstandar. Unggas memiliki laju pertumbuhan

yang sangat cepat, metabolisme tinggi, serta organ pencernaan yang lebih pendek sehingga sangat bergantung pada kualitas ransum yang diberikan. Setiap zat nutrisi yang masuk ke dalam tubuh unggas akan berperan langsung dalam proses pertumbuhan, pembentukan jaringan, produksi telur, fungsi kekebalan, dan kesehatan saluran pencernaan. Kekurangan atau kelebihan salah satu nutrien dapat menyebabkan penurunan performa, meningkatnya *Feed Conversion Ratio* (FCR), serta kerugian finansial bagi peternak.

Dalam struktur biaya produksi, pakan menjadi unsur terbesar, yaitu mencapai 60–80% dari total biaya. Tingginya proporsi biaya pakan menuntut formulasi yang tepat, pemilihan bahan baku yang efisien, serta manajemen pemberian pakan yang baik. Kesalahan dalam perhitungan kebutuhan nutrisi atau fluktuasi harga bahan pakan dapat secara langsung mempengaruhi keuntungan usaha.

Di era industri modern, formulasi dan manajemen pakan unggas menghadapi berbagai tantangan, antara lain:

1. **Fluktuasi harga dan ketersediaan bahan baku,** terutama sumber energi dan protein.
2. **Pembatasan penggunaan *Antibiotic Growth Promoter* (AGP)** sehingga membutuhkan alternatif seperti enzim, probiotik, prebiotik, dan fitobiotik.
3. **Perkembangan genetik unggas modern** yang memiliki kebutuhan nutrisi lebih tinggi dan lebih spesifik.
4. **Isu keberlanjutan dan lingkungan**, termasuk emisi karbon, kontaminasi mikotoksin, dan efisiensi penggunaan sumber daya.
5. **Tuntutan konsumen terhadap keamanan pangan**, yang mengarah pada penggunaan bahan aditif alami.

Oleh karena itu, pembahasan mengenai dasar nutrisi unggas, jenis nutrien, sistem pencernaan, kebutuhan nutrisi, dan teknologi formulasi pakan menjadi sangat penting sebagai fondasi untuk memahami bagaimana nutrisi dapat mendukung performa, produksi, dan kesehatan unggas secara optimal.

1.2 Konsep Dasar Nutrisi Unggas

Berbeda dengan ruminansia, unggas memiliki sistem pencernaan monogastrik dengan waktu transit pakan yang relatif cepat, sehingga membutuhkan pakan dengan kualitas tinggi, mudah dicerna, dan tersusun dari bahan baku yang tepat. Tujuan utama mempelajari nutrisi dan pakan unggas adalah untuk memahami secara komprehensif kebutuhan berbagai zat nutrisi yang diperlukan unggas, mengenali karakteristik dan potensi bahan pakan yang digunakan, serta menguasai prinsip dan teknik penyusunan ransum sesuai dengan fase pertumbuhan dan tingkat produksi. Selain itu, pemahaman mengenai metode pemberian ransum yang tepat menjadi aspek penting untuk memastikan bahwa nutrisi dapat dimanfaatkan secara optimal oleh unggas.

Penguasaan aspek-aspek tersebut diharapkan mampu mendukung peningkatan efisiensi pemberian pakan, sehingga produktivitas ternak unggas dapat ditingkatkan dan dikembangkan secara berkelanjutan. Dengan manajemen nutrisi yang tepat, usaha budidaya unggas dapat mencapai performa optimal baik dari segi pertumbuhan, produksi telur atau daging, serta kesehatan ternak secara keseluruhan.

1.2.1 Defenisi Nutrisi Unggas

Nutrisi unggas merupakan cabang ilmu yang mempelajari proses penyediaan, pemanfaatan, dan pengelolaan zat-zat makanan (nutrien) yang dibutuhkan oleh unggas untuk menunjang fungsi biologisnya. Proses ini mencakup konsumsi pakan, pencernaan, penyerapan, metabolisme, hingga pemanfaatan akhir nutrien untuk mendukung pertumbuhan, produksi, reproduksi, serta pemeliharaan kesehatan tubuh.

Secara prinsip, nutrisi unggas menekankan pada penyediaan nutrien esensial yang meliputi protein dan asam amino, energi dari karbohidrat dan lemak, mineral, vitamin, serta air. Setiap nutrien memiliki fungsi spesifik dalam menunjang aktivitas fisiologis, misalnya protein untuk pembentukan jaringan tubuh, energi untuk proses metabolik, serta vitamin-mineral untuk regulasi berbagai reaksi biokimia.

Di dalam industri perunggasan modern, nutrisi unggas tidak hanya berkaitan dengan pemenuhan kebutuhan zat makanan secara dasar, tetapi juga mencakup strategi formulasi ransum yang efisien, pemilihan bahan pakan yang ekonomis dan berkualitas, serta manajemen pemberian pakan yang dapat memaksimalkan performa produksi. Dengan demikian, nutrisi unggas menjadi salah satu faktor determinan dalam keberhasilan usaha ternak unggas, mengingat pakan merupakan komponen biaya terbesar dalam produksi. Secara keseluruhan, nutrisi unggas dapat didefinisikan sebagai ilmu yang mengkaji hubungan antara kebutuhan fisiologis unggas dengan penyediaan nutrien melalui ransum yang tepat, sehingga unggas mampu mencapai performa optimal dalam pertumbuhan, konversi pakan, produksi telur atau daging, serta mempertahankan kondisi kesehatan yang baik.

1.2.2 Peran Nutrisi dalam Pertumbuhan dan Produksi

Nutrisi memegang peranan sentral dalam menentukan performa biologis unggas, baik pada fase pertumbuhan maupun periode produksi. Setiap zat nutrien memiliki fungsi spesifik yang saling melengkapi dalam mendukung proses fisiologis, sehingga ketidakseimbangan atau kekurangan salah satu komponen nutrisi dapat berdampak langsung pada penurunan performa, gangguan kesehatan, hingga kerugian ekonomi pada sistem produksi.

1. **Nutrisi untuk Pertumbuhan**

   Pertumbuhan unggas melibatkan peningkatan ukuran tubuh, pembentukan jaringan otot, perkembangan organ, serta diferensiasi sel. Pada fase ini, nutrisi berfungsi untuk:

   a. Sintesis jaringan tubuh; protein dan asam amino esensial merupakan bahan dasar pembentukan otot, enzim, hormon, dan jaringan struktural. Kekurangan protein akan menyebabkan pertumbuhan terhambat, penurunan bobot badan, serta melemahnya sistem imun. Protein yang dikonsumsi unggas akan dipecah menjadi asam amino, yang selanjutnya digunakan untuk pembentukan jaringan tubuh, terutama otot, sehingga dapat meningkatkan pertambahan bobot badan (Varianti et al., 2017). Berbagai bahan pakan

sumber protein umumnya digunakan dalam formulasi pakan unggas, antara lain tepung ikan, tepung daging dan tulang, bungkil kedelai, serta tepung daging unggas (Pratiwi et al., 2017).

b. Penyediaan energi; karbohidrat dan lemak menyediakan energi metabolik yang diperlukan untuk aktivitas, pembentukan jaringan baru, dan proses metabolisme. Energi yang tidak mencukupi akan menyebabkan unggas menggunakan protein sebagai sumber energi sehingga efisiensi pertumbuhan menurun. Energi dibutuhkan ayam untuk beraktivitas, tumbuh, dan berproduksi (Alwi et al., 2019). Penyediaan energi dan protein yang seimbang merupakan faktor penting dalam menentukan performa ayam. Ayam cenderung menghentikan konsumsi pakan ketika kebutuhan energinya telah tercukupi, sehingga ketidakseimbangan energi dan protein dapat menyebabkan asupan nutrisi lain menjadi tidak optimal. Oleh karena itu, formulasi ransum dengan proporsi energi–protein yang tepat sangat diperlukan untuk mencapai performa produksi yang maksimal.
c. Perkembangan kerangka tubuh; mineral seperti kalsium, fosfor, magnesium, dan vitamin D sangat penting untuk mineralisasi tulang. Ketidakseimbangan rasio Ca:P dapat mengakibatkan kelainan tulang seperti rickets, kaki bengkok, atau pertumbuhan tidak proporsional.
d. Regulasi metabolisme dan kekebalan; vitamin (A, D, E, K, serta vitamin B kompleks) berperan dalam menjaga metabolisme sel, kesehatan organ, serta respons kekebalan tubuh. Defisiensi vitamin dapat menyebabkan gangguan fungsi fisiologis, penurunan nafsu makan, dan menurunnya resistensi terhadap penyakit.

Ketersediaan nutrisi yang lengkap merupakan aspek yang sangat krusial dalam penyusunan dan pemberian pakan bagi ternak. Protein menjadi salah satu nutrien utama yang berperan besar dalam mendukung proses pertumbuhan. Apabila ternak mengalami defisiensi protein, maka

perkembangan tubuh dan fungsi fisiologisnya dapat terganggu. Setiap jenis ternak memiliki kebutuhan protein yang berbeda, yang dipengaruhi oleh spesies, umur, dan fase produksinya (Fitasari et al., 2016). Selain itu, jumlah protein yang harus disediakan dalam pakan juga dipengaruhi oleh tingkat energi yang terkandung dalam ransum. Semakin tinggi kandungan energi, semakin tinggi pula kebutuhan protein yang diperlukan untuk menjaga keseimbangan nutrisi dan efisiensi pertumbuhan ternak.

Tabel 1.1. Kebutuhan Protein pada Unggas

Jenis Unggas	Periode/Umur	Kebutuhan Protein Kasar (%)	Sumber
Ayam pedaging	Starter (0-3 minggu)	22	Fitasari *et al*., 2016
Ayam Pedaging	Finisher (3-6 minggu)	20	Fitasari *et al*., 2016
Ayam petelur	Starter (0-8 minggu)	19	Pelu *et al*., 2016
Ayam petelur	Grower (8-22 minggu)	16	Pelu *et al*., 2016
Ayam petelur	Layer 1 (22-52 minggu)	17	Pelu *et al*., 2016
Ayam petelur	Layer 2 (>52 minggu)	15,5	Luthfi *et al*., 2020
Itik	0-2 minggu	22	Widiawati *et al*., 2016
Itik	2-7 minggu	16	Widiawati *et al*., 2016
Itik	Layer	15	Rahayu *et al*., 2020
Puyuh	Starter	24	Safrika & Hamdani, 2021
Puyuh	Layer	20	Safrika & Hamdani, 2021

2. Nutrisi untuk Produksi

Pada fase produksi, baik produksi telur pada ayam petelur maupun produksi daging pada ayam pedaging nutrisi menjadi faktor penentu performa dan kualitas hasil.

Nutrisi berpengaruh langsung terhadap:

a. Produksi Telur
    1) Frekuensi bertelur: Ketersediaan energi, protein berkualitas, dan asam amino (khususnya metionin dan lisin) menentukan persistensi dan puncak produksi. Ayam petelur memerlukan nutrisi pakan yang seimbang secara lengkap untuk mempertahankan produksi telur yang maksimal dalam jangka panjang. Nutrisi yang tidak terpenuhi dapat menyebabkan ayam betina berhenti bertelur. Tingkat energi, protein, atau kalsium yang tidak memadai dapat menyebabkan penurunan produksi telur (Jacob *et al*., 2025).
    2) Ukuran dan kualitas telur: Mineral seperti kalsium dan fosfor menentukan ketebalan dan kekuatan cangkang, sedangkan vitamin D3 meningkatkan penyerapan kalsium.
    3) Kualitas albumen dan kuning telur: Dipengaruhi oleh status protein, lemak, dan vitamin (misalnya vitamin A, E, biotin).
b. Produksi Daging

    Pada unggas pedaging (broiler), nutrisi berperan dalam:
    1) Pertambahan bobot badan harian; nutrisi energi dan protein harus seimbang untuk mencapai pertumbuhan cepat sesuai standar strain.
    2) Konversi pakan (FCR); ransum yang tepat dapat menurunkan FCR, sehingga unggas menghasilkan bobot badan lebih tinggi dengan jumlah pakan lebih sedikit.
    3) Kualitas karkas; komposisi nutrien menentukan proporsi daging dada, lemak abdominal, serta tekstur dan warna daging.

3. Dampak Kekurangan atau Ketidakseimbangan Nutrisi

Apabila ransum tidak tersusun secara tepat, beberapa masalah dapat muncul, antara lain:

a. Pertumbuhan terhambat (stunting),
b. Penurunan produksi telur atau bobot badan,

c. Tingginya mortalitas,
d. Masalah tulang,
e. Penurunan daya tahan tubuh,
f. Buruknya kualitas produk (misalnya cangkang telur tipis, daging pucat, dsb.).

Kecukupan dan keseimbangan nutrisi merupakan faktor utama dalam menentukan performa pertumbuhan, reproduksi, kesehatan, dan daya tahan tubuh unggas. Ketidakseimbangan antara zat nutrisi, baik dalam bentuk defisiensi maupun kelebihan, dapat menimbulkan gangguan metabolik yang berakibat pada penurunan produktivitas dan kerugian ekonomi bagi peternak. Dampak tersebut dapat muncul secara akut atau kronis, tergantung pada jenis nutrien yang kurang serta lamanya paparan.

a. Kekurangan Energi

Energi merupakan nutrien utama yang dibutuhkan unggas untuk mempertahankan hidup, mendukung aktivitas metabolisme, pertumbuhan, serta produksi (daging maupun telur). Kekurangan energi dalam ransum akan berdampak langsung pada performa dan kesehatan unggas. Kekurangan energi dapat mengakibatkan:

1) Penurunan konsumsi pakan; Unggas cenderung tidak dapat memenuhi kebutuhan nutrisi lain (protein, vitamin, mineral) sehingga pertumbuhan terhambat.
2) Pertumbuhan lambat (stunting); Karena energi digunakan untuk fungsi dasar hidup, tidak tersisa untuk pertumbuhan jaringan.
3) Produksi telur menurun; Hen tidak mendapatkan energi cukup untuk ovulasi dan pembentukan telur.
4) Bobot badan rendah dan FCR tinggi; *Feed Conversion Ratio* (FCR) memburuk karena unggas makan lebih banyak namun tidak tumbuh optimal.

Kekurangan energi pada unggas umumnya disebabkan oleh ransum dengan kandungan energi metabolisme (EM) yang rendah, penggunaan bahan pakan berkualitas rendah atau berserat tinggi, ketidakseimbangan formulasi ransum, serta konsumsi pakan yang tidak optimal akibat stres, penyakit, atau manajemen pemeliharaan yang kurang baik.

Secara umum, gejala kekurangan energi meliputi pertumbuhan lambat, tubuh kurus, bulu kusam, aktivitas menurun, serta meningkatnya variasi bobot badan dalam satu populasi. Pada kondisi kronis, dapat terjadi peningkatan mortalitas akibat melemahnya fungsi fisiologis tubuh.

Pencegahan kekurangan energi dilakukan dengan menyusun ransum seimbang sesuai kebutuhan fase produksi unggas, menggunakan bahan pakan sumber energi yang berkualitas (seperti jagung, sorgum, atau minyak nabati), serta memastikan manajemen pemberian pakan dan lingkungan kandang berjalan optimal. Evaluasi performa ternak secara berkala juga penting untuk mendeteksi dini adanya defisiensi energi.

b. Kekurangan Protein dan Asam Amino

Protein dan asam amino merupakan nutrien esensial bagi unggas karena berperan penting dalam pembentukan jaringan tubuh, pertumbuhan, produksi daging dan telur, serta pembentukan enzim, hormon, dan sistem imun. Unggas tidak dapat menyimpan protein dalam jumlah besar, sehingga kekurangan protein dan/atau asam amino dalam ransum akan cepat memengaruhi performa produksi.Dampaknya meliputi:

1) Pertumbuhan terhambat; Kekurangan protein menyebabkan unggas gagal mencapai bobot standar.
2) Penurunan massa otot; Tubuh memecah protein otot untuk memenuhi kebutuhan metabolik.
3) Kualitas bulu buruk; Asam amino sulfur (metionin & sistein) penting untuk pembentukan keratin.

4) Produksi telur menurun; Albumen berkualitas rendah, ukuran telur lebih kecil.
5) Penurunan kekebalan tubuh; Protein berperan dalam pembentukan antibodi.

Kekurangan protein dan asam amino umumnya disebabkan oleh rendahnya kadar protein kasar dalam ransum, kualitas protein yang buruk, atau ketidakseimbangan asam amino esensial seperti lisin, metionin, dan treonin. Selain itu, penggunaan bahan pakan alternatif tanpa formulasi yang tepat, kecernaan protein yang rendah, serta penurunan konsumsi pakan akibat stres atau penyakit juga dapat memicu defisiensi.

Gejala yang sering muncul antara lain pertumbuhan lambat, tubuh kurus, bulu kasar dan rontok, nafsu makan menurun, serta ketidaksamaan bobot badan dalam satu populasi. Pada fase produksi, dapat terjadi penurunan produksi telur, telur berukuran kecil, serta meningkatnya kerentanan terhadap penyakit.

Pencegahan dilakukan dengan menyusun ransum sesuai kebutuhan protein dan asam amino berdasarkan fase umur dan tujuan produksi unggas. Penggunaan sumber protein berkualitas tinggi (seperti bungkil kedelai, tepung ikan, atau sumber protein hewani dan nabati lainnya) serta suplementasi asam amino sintetis perlu dipertimbangkan untuk menjaga keseimbangan ransum. Monitoring performa dan evaluasi kualitas pakan secara rutin sangat penting untuk mencegah terjadinya defisiensi.

c. Ketidakseimbangan Energi–Protein

Keseimbangan energi–protein sangat krusial dalam ransum unggas.

1) Energi berlebih → ayam gemuk, produksi telur menurun atau puncak produksi tertunda.
2) Energi rendah tetapi protein tinggi → protein terbuang sebagai energi sehingga pertumbuhan tidak efisien.

3) FCR memburuk, biaya pakan meningkat.

d. Kekurangan Mineral

Mineral makro dan mikro berperan dalam pembentukan tulang, keseimbangan elektrolit, dan fungsi enzim.

1) Kekurangan Kalsium (Ca) dan Fosfor (P)
   a) Tulang rapuh, rickets, osteomalacia.
   b) Cangkang telur tipis atau pecah.
   c) Penurunan produksi telur.
2) Kekurangan Natrium (Na), Kalium (K), Klorida (Cl)
   a) Gangguan keseimbangan elektrolit.
   b) Lesu, dehidrasi, penurunan pertumbuhan.
3) Kekurangan Selenium dan Zinc
   a) Penurunan kekebalan
   b) Stres oksidatif dan gangguan reproduksi.

e. Kekurangan Vitamin

Vitamin merupakan senyawa organik esensial yang dibutuhkan unggas dalam jumlah kecil tetapi memiliki peran sangat penting dalam menunjang proses metabolisme, pertumbuhan, reproduksi, serta sistem kekebalan tubuh. Kekurangan vitamin dalam ransum dapat menimbulkan gangguan fisiologis yang serius meskipun kebutuhan hariannya relatif kecil.

Kekurangan vitamin pada unggas dapat disebabkan oleh ransum yang tidak seimbang, penggunaan bahan pakan yang telah lama disimpan sehingga kandungan vitaminnya menurun, proses pengolahan pakan yang merusak vitamin (misalnya pemanasan berlebihan), serta tidak adanya suplementasi premiks vitamin. Faktor stres, penyakit, dan kualitas pakan yang buruk juga dapat meningkatkan kebutuhan vitamin.

Defisiensi vitamin menyebabkan penurunan pertumbuhan, efisiensi pakan yang buruk, serta

menurunnya produksi daging dan telur. Sistem kekebalan tubuh menjadi lemah sehingga unggas lebih rentan terhadap penyakit. Pada ayam petelur, kekurangan vitamin tertentu dapat menyebabkan penurunan produksi telur, kualitas kerabang yang buruk, serta gangguan reproduksi.

Vitamin berperan dalam metabolisme energi, imunitas, dan kesehatan jaringan.

1) Vitamin A
    a) Pertumbuhan buruk
    b) Gangguan penglihatan
    c) Lesi pada saluran pernapasan
2) Vitamin D3
    a) Rickets, tulang lunak
    b) Penurunan kualitas cangkang telur
3) Vitamin E
    a) Gangguan saraf
    b) Penurunan daya tahan tubuh
    c) Encephalomalacia pada broiler
4) Vitamin B Kompleks
    a) Penurunan nafsu makan
    b) Gangguan metabolisme energi
    c) Kelumpuhan (akibat kekurangan riboflavin)

Gejala kekurangan vitamin bervariasi tergantung jenis vitamin yang defisien. Secara umum, tanda-tanda yang sering muncul meliputi pertumbuhan terhambat, nafsu makan menurun, bulu kusam, gangguan saraf, gangguan penglihatan, kelainan tulang, serta meningkatnya angka kematian. Kekurangan vitamin A dapat menyebabkan gangguan mata, vitamin D menyebabkan kelainan tulang, vitamin E memicu gangguan saraf, sedangkan kekurangan vitamin K dapat menyebabkan gangguan pembekuan darah.

Pencegahan dilakukan dengan penyusunan ransum yang seimbang dan lengkap vitamin, penggunaan premiks vitamin–mineral yang sesuai

standar, serta penyimpanan pakan yang baik untuk mencegah kerusakan vitamin. Pada kondisi tertentu seperti stres, perubahan cuaca, atau pasca vaksinasi, suplementasi vitamin melalui air minum sangat dianjurkan untuk menjaga kesehatan dan performa unggas.

f. Kekurangan Air

Air merupakan nutrien yang paling penting bagi unggas karena berperan dalam hampir seluruh proses fisiologis, seperti pencernaan, metabolisme, pengaturan suhu tubuh, serta transportasi zat gizi. Unggas dapat bertahan lebih lama tanpa pakan dibandingkan tanpa air, sehingga kekurangan air akan berdampak cepat dan serius terhadap kesehatan serta produktivitas.

Kekurangan air pada unggas dapat disebabkan oleh keterbatasan ketersediaan air minum, kualitas air yang buruk (keruh, tercemar, atau berbau), kerusakan tempat minum, serta gangguan manajemen seperti kepadatan kandang tinggi atau suhu lingkungan yang ekstrem. Penyakit tertentu juga dapat menurunkan konsumsi air.

Defisiensi air menyebabkan:

1) Penurunan konsumsi pakan
2) Dehidrasi
3) Penurunan bobot badan
4) Penurunan produksi telur
5) Mortalitas meningkat pada kondisi panas

Gejala yang umum terlihat meliputi unggas tampak lemah, aktivitas menurun, nafsu makan berkurang, bulu kusam, dan feses menjadi lebih kering. Pada kondisi berat, unggas dapat mengalami dehidrasi, peningkatan mortalitas, serta gangguan keseimbangan elektrolit tubuh.

Pencegahan dilakukan dengan menyediakan air minum bersih dan segar secara ad libitum sepanjang waktu, menjaga kebersihan tempat minum, serta

memastikan sistem distribusi air berfungsi dengan baik. Pada kondisi stres panas atau pasca penyakit, pemberian elektrolit dan vitamin dalam air minum dapat membantu memulihkan kondisi unggas. Pemantauan konsumsi air secara rutin penting untuk mendeteksi dini adanya masalah.

g. Dampak Jangka Panjang dalam Sistem Produksi

Ketidakseimbangan nutrisi, baik kekurangan energi, protein dan asam amino, air, maupun vitamin tidak hanya menimbulkan gangguan sesaat, tetapi juga memberikan dampak jangka panjang yang signifikan terhadap keberlanjutan sistem produksi unggas, terutama pada skala peternakan rakyat dan kelompok ternak. Ketidakseimbangan nutrisi yang berlangsung lama dapat menyebabkan:

1) FCR tidak efisien → biaya pakan meningkat
2) Pertumbuhan di bawah standar → susut karkas
3) Hen berhenti produksi lebih cepat
4) Peningkatan penyakit metabolik, seperti fatty liver syndrome, tibial dyschondroplasia
5) Tingkat mortalitas lebih tinggi

Defisiensi nutrisi yang terjadi secara terus-menerus menyebabkan pertumbuhan tidak optimal, penurunan bobot badan, serta rendahnya performa produksi daging dan telur. Dalam jangka panjang, unggas tidak mampu mencapai potensi genetiknya sehingga produktivitas rata-rata populasi tetap rendah meskipun biaya produksi terus berjalan.

Defisiensi nutrisi jangka panjang melemahkan sistem imun unggas, meningkatkan kerentanan terhadap penyakit, serta memperbesar risiko wabah dalam satu populasi. Dampaknya adalah meningkatnya biaya pengobatan, angka kematian (mortalitas), dan ketergantungan pada tindakan kuratif dibandingkan pencegahan.

Akumulasi penurunan produktivitas, meningkatnya biaya produksi, dan tingginya risiko penyakit pada akhirnya menurunkan tingkat keuntungan usaha. Jika kondisi ini berlangsung lama, peternak berpotensi mengalami kerugian dan kehilangan motivasi untuk melanjutkan usaha, sehingga keberlanjutan sistem produksi unggas menjadi terancam.

h. Implikasi Ekonomi

Ketidakseimbangan nutrisi dan manajemen pemeliharaan yang kurang optimal dalam usaha unggas memiliki implikasi ekonomi yang signifikan, baik pada skala peternakan rakyat maupun sistem produksi komersial. Dampak ekonomi ini bersifat langsung maupun tidak langsung dan berpengaruh terhadap tingkat keuntungan serta keberlanjutan usaha. Ketidakseimbangan nutrisi menyebabkan:

1) Biaya pakan terbuang
2) Penurunan kualitas produk
3) Tingginya angka afkir
4) Kerugian signifikan dalam produksi broiler maupun layer

Defisiensi nutrisi jangka panjang meningkatkan angka kematian dan mempercepat afkir ternak yang tidak produktif. Setiap kematian atau afkir dini berarti hilangnya investasi pakan, bibit, dan tenaga kerja yang telah dikeluarkan, sehingga menimbulkan kerugian ekonomi yang nyata.

Produk unggas yang dihasilkan dari sistem produksi yang tidak efisien cenderung memiliki kualitas dan keseragaman yang rendah. Hal ini menurunkan daya saing di pasar, baik dari sisi harga maupun mutu, sehingga peternak sulit bersaing dengan produk unggas dari sistem yang dikelola secara lebih baik.

Fluktuasi produksi dan peningkatan biaya tak terduga menyebabkan arus kas usaha ternak menjadi tidak stabil. Kondisi

ini menyulitkan peternak dalam perencanaan produksi, pengadaan pakan, serta pengembangan usaha jangka panjang.

1.2.3 Faktor yang Mempengaruhi Kebutuhan Nutrisi

Kebutuhan nutrisi unggas tidak bersifat statis, melainkan dipengaruhi oleh berbagai faktor biologis, lingkungan, dan manajemen pemeliharaan. Pemahaman terhadap faktor-faktor ini sangat penting untuk menyusun ransum yang akurat, efisien, dan ekonomis sehingga performa produksi dapat dicapai secara optimal. Secara umum, kebutuhan nutrisi unggas ditentukan oleh beberapa hal berikut:

1. **Spesies dan Genetik**

   Setiap spesies unggas (ayam ras petelur, ayam pedaging, itik, puyuh) memiliki kebutuhan nutrisi yang berbeda. Bahkan dalam satu spesies, perbedaan galur atau strain (misal Cobb, Ross, Lohmann, Hy-Line) dapat memengaruhi kebutuhan energi, asam amino, mineral, serta vitamin. Unggas dengan potensi genetik pertumbuhan cepat atau produksi telur tinggi biasanya membutuhkan pakan dengan konsentrasi nutrien lebih tinggi. **Contoh:** Broiler strain modern memiliki kebutuhan lisin dan metionin lebih tinggi dibanding strain lama karena peningkatan kecepatan pertumbuhan.

2. **Umur atau Fase Pertumbuhan**

   Kebutuhan nutrisi berubah seiring bertambahnya usia:

   a. **Fase starter** → membutuhkan lebih banyak protein, asam amino esensial, dan mineral untuk pertumbuhan cepat.
   b. **Fase grower** → kebutuhan energi meningkat untuk mendukung perkembangan jaringan.
   c. **Fase finisher (broiler)** → energi tinggi untuk penyelesaian pertumbuhan.
   d. **Fase produksi (layer atau breeder)** → kebutuhan kalsium dan fosfor meningkat untuk pembentukan kerabang telur.

3. **Jenis Kelamin**

   Jenis kelamin unggas dapat memengaruhi kebutuhan nutrisi, terutama pada fase produksi dan pertumbuhan:

   a. Ayam jantan broiler tumbuh lebih cepat sehingga memerlukan energi dan protein sedikit lebih tinggi.
   b. Betina pada masa produksi membutuhkan kalsium lebih tinggi untuk kerabang telur.

4. **Lingkungan dan Suhu Kandang**

   Suhu lingkungan sangat memengaruhi konsumsi pakan dan kebutuhan energi:

   a. Suhu tinggi → konsumsi pakan menurun → diperlukan peningkatan densitas energi dan protein pakan.
   b. Suhu rendah → konsumsi pakan meningkat → kebutuhan energi dapat diturunkan karena sebagian energi digunakan untuk menjaga suhu tubuh. Kelembapan, kepadatan kandang, ventilasi, serta kualitas air juga memiliki peran dalam mengubah kebutuhan nutrisi secara tidak langsung.

5. **Tingkat Produksi**

   Semakin tinggi performa produksi, semakin besar kebutuhan nutrisi:

   a. Broiler dengan pertumbuhan cepat memerlukan energi dan protein tinggi untuk sintesis jaringan otot.
   b. Ayam petelur dengan produksi tinggi memerlukan kalsium, fosfor, dan vitamin D3 yang lebih banyak.

6. **Kesehatan dan Status Fisiologis**

   Unggas yang mengalami stres, penyakit, atau berada dalam masa vaksinasi membutuhkan nutrien tambahan untuk mendukung sistem imun. Stres panas, penyakit pencernaan, dan infeksi parasit juga dapat menurunkan efisiensi penyerapan nutrien.

7. **Kualitas dan Ketersediaan Bahan Pakan**

   Variasi kualitas bahan pakan (misalnya energi metabolis jagung atau kadar protein bungkil kedelai) memengaruhi kebutuhan nutrisi dalam formula ransum. Ketersediaan

asam amino, kecernaan protein, serta kandungan anti-nutrisi (misalnya tripsin inhibitor pada kedelai) juga berpengaruh.

8. **Sistem Pemeliharaan dan Tujuan Produksi**

   Kebutuhan nutrisi berbeda antara sistem pemeliharaan intensif, semi-intensif, atau ekstensif. Unggas yang dikelola dengan sistem intensif lebih bergantung pada pakan komersial densitas tinggi, sedangkan sistem ekstensif memungkinkan kontribusi nutrien dari lingkungan.

9. **Aktivitas dan Tingkah Laku Unggas**

   Aktivitas unggas yang lebih tinggi (misalnya unggas lokal atau ayam kampung yang bergerak bebas) memerlukan energi lebih banyak dibanding broiler intensif yang aktivitasnya minimal.

DAFTAR PUSTAKA

Alwi, W., Laily, A., Muhammad, Z,M. Performa Ayam Arab dengan Pemberian Energi-Protein pada Level Berbeda. Jurnal Sains dan Teknologi Peternakan, 1(1), 7-12.

Fitasari, E., Reo, K., & Niswi, N. (2016). Penggunaan Kadar Protein Berbeda pada Ayam Kampung terhadap Tenampilan Produksi dan Kecernaan Protein. Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan, 26(2), 73–83

Jacob, P.J., Henri, R.W.,Richard, D.M.,Gary, D.B., and Mather, F.B. 2025. Factors Affecting Egg Production in Backyard Chicken Flocks. Animal Sciences Department, UF/IFAS Extension. University of Florida. https://doi.org/10.32473/EDIS- PS029 1998

Luthfi, A. C., Suhardi, & Wulandari, C. E. (2020). Produktivitas Ayam Petelur Fase Layer II dengan Pemberian Pakan Free Choice Feeding. Tropical Animal Scince, 2(2), 57–65. https://doi.org/10.36596/tas.v2i2.370

Munira, S., Nafiu, L. O., & Tasse, A. M. (2016). Performans Ayam Kampung Super pada Pakan yang Disubtitusi Dedak Padi Fermentasi dengan Fermentor Berbeda. Jurnal Ilmu Dan Teknologi Peternakan Tropis, 3(2), 22–29.

Pelu, A., J. M. Tupan dan D. B. Paillin. 2016. Optimasi Penentuan Campuran Pakan ayam Petelur dengan Menggunakan Metode Goal Programming pada Peternakan Bhumyamca Unggas. Jurnal Arika. 10 (2): 98-104

Pratiwi, H., Atmomarsono, U., & Sunarti, D. (2017). Pengaruh Pemberian Pakan dengan Sumber Protein Berbeda Daging Ayam Lokal Persilangan. Jurnal Peternakan Indonesia, 19(1), 23–29.

Rahayu, A., dan T. P. Rahayu. 2020. Manajemen Pemeliharaan Itik Magelang secra Intensif dan Ektensif di Kecamatan Secang, Kabupaten Magelang. Bulletin of Applied Animal Research. 2 (2): 38- 43.

Safrika & Hamdani. (2021). Analisis Faktor Faktoryang Mempengaruhi Produksi Telur Puyuh di Gampong Geunteng

Kecamatan Meurah Dua Kabupaten Pidie. Jurnal Pemikiran Masyarakat Berwawasan Agribisnis, 7(2).
Varianti, N. I., Atmomarsono, U., & Mahfudz, L. D. (2017). Pengaruh Pemberian Pakan dengan Sumber Protein Berbeda terhadap Efisiensi Penggunaan Protein Ayam Lokal Persilangan. Jurnal Agripet, 17(1), 53–59.
Widiawati, Y., Sutrisna, R., & Siswanto. (2016). Respon Fisiologis Itik Mojosari Jantan dengan Pemberian Ransum Berkadar Protein Kasar Berbeda. Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu, 4(3)

BAB 2
KEBUTUHAN ZAT GIZI MAKRO PADA UNGGAS (PROTEIN, KARBOHIDRAT, LEMAK)

2.1 Pendahuluan

Unggas modern seperti broiler strain cepat tumbuh dan layer berproduksi tinggi memiliki kebutuhan nutrisi yang semakin spesifik seiring kemajuan genetika dan manajemen pemeliharaan. Performa unggas saat ini sangat bergantung pada ketersediaan nutrisi yang presisi, terutama zat gizi makro (protein, karbohidrat, dan lemak) yang menjadi fondasi metabolisme energi, pembentukan jaringan, dan efisiensi produksi (Liu et al., 2021). Sistem pencernaan unggas yang sederhana dan efisien menuntut bahan pakan berkualitas tinggi dan mudah dicerna, sehingga formulasi ransum harus mempertimbangkan ketersediaan energi, keseimbangan asam amino, serta komposisi asam lemak (Adedokun & Adeola, 2013).

Protein merupakan komponen esensial bagi pertumbuhan otot, produksi bulu, enzim, dan antibodi; literatur modern menekankan bahwa keseimbangan asam amino bukan hanya protein kasar saja, terutama metionin, lisin, dan treonin adalah kunci untuk efisiensi pemanfaatan protein dan performa unggas. Review dan studi ringkas menunjukkan manfaat formulasi berbasis asam amino yang terstandarisasi (SID) dan penggunaan asam amino sintetis untuk menurunkan protein kasar sambil mempertahankan performa (Selle, et al., 2020).

Karbohidrat, khususnya pati dari bahan bijian seperti jagung dan gandum, adalah sumber energi utama pada ransum unggas; kecernaan pati bergantung pada struktur pati, ukuran partikel, dan pengolahan pakan, serta suplementasi enzim (mis. xilanase, amilase) yang dapat meningkatkan kecernaan dan energi metabolik yang tersedia.

Lemak (lipid) merupakan komponen penting dalam menunjang performa broiler modern, namun proses pencernaannya berlangsung secara kompleks dan sangat dipengaruhi oleh kondisi fisiologis saluran pencernaan unggas. Pada fase awal kemampuan anak ayam dalam mencerna dan memanfaatkan lemak masih terbatas, sehingga penggunaan emulsifier menjadi pendekatan yang efektif untuk meningkatkan efisiensi pemanfaatan lipid (Oketch, et. al., 2023).

Bab ini membahas secara komprehensif kebutuhan protein, karbohidrat, dan lemak dalam ransum unggas berdasarkan literatur terbaru dengan fokus pada peran biologis dan standar kebutuhan untuk mendukung performa optimal unggas.

2.2 Protein

Protein adalah sumber asam amino yang dibutuhkan unggas untuk pembentukan sel, jaringan, dan berbagai fungsi fisiologis. Asam amino esensial dari protein diperlukan untuk membangun otot, organ internal, enzim, hormon, dan sistem imun mendasari pertumbuhan, pemeliharaan jaringan, serta kemampuan unggas untuk tumbuh dan berproduksi (Adhikari et al., 2025).

Pada unggas, protein juga berperan penting dalam:

1. Pertumbuhan dan akumulasi jaringan otot dan organ;
2. Perbaikan dan pemeliharaan struktur tubuh;
3. Perkembangan bulu;
4. Produksi telur (termasuk albumen dan yolk) serta kualitas telur;
5. Fungsi imun dan ketahanan terhadap penyakit;
6. Regulasi metabolisme, enzimatis, dan hormon.

Kekurangan protein atau keseimbangan asam amino yang tidak tepat dapat menghambat pertumbuhan, mengurangi produksi telur, menurunkan kualitas bulu dan jaringan, serta menurunkan efisiensi penggunaan pakan hal ini telah dibuktikan pada penelitian modern (Chathuranga dan Heo, 2025; Salahi et al., 2025).

Selain itu, kajian terbaru menunjukkan bahwa alih-alih mengandalkan “protein kasar” tinggi, pendekatan formulasi ransum unggas modern lebih efektif jika mengacu pada kecukupan asam amino esensial karena asam amino adalah unit fungsional protein

yang benar-benar digunakan tubuh unggas untuk sintesis protein dan fungsi metabolik lainnya (Adhikari et al., 2025).

Dalam ransum unggas terdapat beberapa asam amino yang umum menjadi faktor pembatas pada proses sintesis protein yaitu metionin, lisin, treonin, triptofan, dan valin (Alabi & Adedokun, 2025). Kebutuhan asam amino berbeda antar spesies unggas dan pada setiap tahap produksinya, ketidakseimbangan atau kekurangan salah satu dari asam amino pembatas tersebut akan menyebabkan terhambatnya proses sintesis protein, yang akan berdapat terhadap penurunan produktivitas ternak.

2.2.1 Kebutuhan Protein Berdasarkan Jenis dan Fasenya

Kebutuhan protein unggas modern ditentukan oleh strain genetik, fase pertumbuhan, serta tujuan produksi. Broiler modern dengan pertumbuhan sangat cepat membutuhkan asupan asam amino yang lebih tinggi dibanding strain lama, sementara layer membutuhkan keseimbangan protein yang stabil untuk mendukung produksi albumen dan massa telur (Lemme et al., 2020; Liu et al., 2021).

1. **Ayam Broiler**

   Penelitian terbaru menunjukkan bahwa broiler modern lebih responsif terhadap peningkatan lisin dan metionin dibanding peningkatan protein kasar total, sehingga formulasi berbasis asam amino terstandarisasi (SID) lebih efisien (Abbasi et al., 2022; Adhikari et al., 2025).

Tabel 2.1. Kebutuhan Protein Ayam Broiler Fase Starter (0-7 hari)

Komponen	SNI	COBB 500 Broiler
Protein Kasar	18-20%	21-22%
Lisin	1,15-1,30%	1.26%
Metionin	0,45-0,50%	0,48%

Sumber : SNI; Cobb-Vantress (2022)

Tabel 2.2. Kebutuhan Protein Ayam Broiler Fase Grower (8-21)

Komponen	SNI	COBB 500 Broiler
Protein Kasar	18-20%	19-20%
Lisin	1,05-1,2%	1,16%
Metionin	0,40-0,45%	0,47%

Sumber : SNI; Cobb-Vantress (2022)

Tabel 2.3. Kebutuhan Protein Ayam Broiler Fase Finisher (>21)

Komponen	SNI	COBB 500 Broiler
Protein Kasar	17-19%	17-18%
Lisin	0,95-1,05%	1,04%
Metionin	0,36-0,40%	0,43%

Sumber : SNI; Cobb-Vantress (2022)

2. Ayam Layer

Studi terkini menegaskan bahwa metionin dan lisin merupakan penentu utama kualitas albumen dan ukuran telur, terutama pada strain layer modern seperti Hy-Line dan Lohmann (Chathuranga & Heo, 2025). Penurunan protein terlalu rendah dapat menurunkan berat telur, kualitas kerabang, dan persistensi produksi.

Tabel 2.4. Kebutuhan Protein Ayam Petelur Fase Pre Starter (1 Hari- 4 Minggu)

Komponen	SNI	Lohmann Brown-Classic	HY-line Brown
Protein Kasar	20%	19-20%	20%
Lisin	1%	1,18%	1,07%
Metionin	0,50%	0,48%	0,48%
Metionin + Sisin	0,80%	0,88%	0,82%
Triptofan	0,20	0,23%	0,19%
Treonin	0,75%	0,78%	0,69%

Sumber : SNI; Lohmann (2021); HY-line (2025)

Tabel 2.5. Kebutuhan Protein Ayam Petelur Fase Starter (5 Minggu – 10 Minggu)

	SNI	Lohmann Brown-Classic	HY-line Brown
Protein Kasar	19%	18,5%	17-18%
Lisin	0,90%	1,00%	0,82-0,92%
Metionin	0,40%	0,40%	0,39-0,42%
Metionin + Sistin	0,70%	0,81%	0,66-0,72%
Triptofan	0,18%	0,21%	0,17%
Treonin	0,65%	0,70%	0,55-0,60%

Sumber : SNI; Lohmann (2021) ; HY-line (2025)

Tabel 2.6. Kebutuhan Protein Ayam Petelur Fase Grower (11 Minggu – 16 Minggu)

Komponen	SNI	Lohmann Brown-Classic	HY-line Brown
Protein Kasar	15,5%	14,5%	15,5%
Lisin	0,70%	0,65%	0,60%
Metionin	0,30%	0,34%	0,28%
Metionin + Sistin	0,60%	0,56%	0,50%
Triptofan	0,17%	0,16%	0,13%
Treonin	0,50%	0,46%	0,41%

Sumber : SNI; Lohmann (2021) ; HY-line (2025)

Tabel 2.7. Kebutuhan Protein Ayam Petelur Fase layer

Komponen	SNI	Lohmann Brown-Classic	HY-line Brown
Protein Kasar	16,5%	17,5%	16,5%
Lisin	0,8%	0,84%	0,72%
Metionin	0,40%	0,42%	0,35%

Komponen	SNI	Lohmann Brown-Classic	HY-line Brown
Metionin + Sistin	0,67%	0,56%	0,62%
Triptopan	0,18%	0,16%	0,16%
Treonin	0,55%	0,46%	0,50%

Sumber : SNI; Lohmann (2021); HY-line (2025)

3. Itik Petelur dan Pedaging

Itik memiliki efisiensi pencernaan protein yang berbeda dengan ayam, terutama karena laju pertumbuhan jaringan dan metabolisme lemak yang lebih tinggi. Studi terbaru menunjukkan bahwa defisiensi asam amino pada itik dapat menyebabkan menurunnya kinerja pertumbuhan (Wen, et al., 2017).

Tabel 2.8. Kebutuhan Protein Itik Petelur dan Pedaging Fase Starter

Komponen	SNI Itik Petelur (1 - 7 minggu)	SNI Itik Pedaging (1 – 30 hari)	Fouad, et al. (2018) (umur 1-21 hari) (Itik Petelur dan Pedaging)	Nutrient Requirements of Poultry (0-2 minggu) (Itik Petelur dan Pedaging)
Protein Kasar	20,00%	20,00%	20,00%	22,00%
Lisin	0,90%	1,00%	1,1%	0,90%
Metionin	0,40%	0,37%	0,48-0,50%	0,40%
Metionin + Sistin	0,57%	0,70%	-	0,70%
Triptofan		0,16%	0,23%	0,23%
Treonin		0,60%	0,70-0,80%	-

Sumber : SNI ; Fouad, et al. (2018) ; NRC (1994)

Tabel 2.9. Kebutuhan Protein Itik Petelur dan Pedaging Fase Grower

Komponen	SNI (umur 7 sampai 18 minggu) (Itik Petelur)	Fouad, et al. (2018) (umur 22–42 hari) (Itik Petelur dan Pedaging)	Nutrient Requirements of Poultry (2-7 minggu) (Itik Petelur dan Pedaging)
Protein Kasar	16,00%	18,00%	16,00%
Lisin	0,75%	1,00%	0,65%
Metionin	0,30%	0,47-0,50%	0,30%
Metionin + Sistin	0,50%	-	0,55%
Triptofan		0,23%	0,17%
Treonin		0,70-0,80%	-

Sumber : SNI ; Fouad, et al. (2018) ; NRC (1994)

Tabel 2.10. Kebutuhan Protein Itik Petelur dan Pedaging Fase Layer/Finisher

Komponen	SNI (lebih dari 18 minggu) (itik Petelur)	SNI Itik Pedaging (>30 hari)	Fouad, et al. (2018) (umur lebih dari 42 hari) (Itik Petelur dan Pedaging)	Nutrient Requirements of Poultry (lebih dari 7 minggu) (Itik Petelur dan Pedaging)
Protein Kasar	17,00%	18,00%	17,00%	15,00%
Lisin	0,85%	0,75%	0,80%	0,60%
Metionin	0,40%	0,28%	0,40%	0,27%
Metionin + Sistin	0,70%	0,55%	-	0,50%
Triptofan	-	0,12%	0,21%	0,14%
Treonin	-	0,48%	0,60%	-

Sumber : SNI ; Fouad, et al. (2018) ; NRC (1994)

2.3 Karbohidrat

Karbohidrat adalah sumber energi utama dalam ransum unggas, terutama berasal dari pati (*starch*) pada bahan bijian seperti

jagung, gandum, dan sorgum. Unggas memiliki saluran pencernaan yang relatif pendek dan kapasitas fermentasi terbatas sehingga bergantung pada karbohidrat yang mudah dicerna (Svihus, 2014). Karbohidrat berperan dalam:

1. Menyediakan energi metabolik
2. Menghemat penggunaan protein sebagai energi
3. Mendukung sintesis lemak dan jaringan
4. Mengatur konsumsi pakan
5. Menjaga aktivitas metabolisme

2.3.1 Kebutuhan Energi Metabolis

Karbohidrat adalah kontributor utama energi metabolis (ME). Nilai ME bervariasi antar jenis unggas dan fase produksi.

Tabel 2.11. Kebutuhan Energi Metabolis (ME) Ayam Broiler

Fase	ME (kcal/kg)
Stater	2900
Grower	2950-3050
Finisher	3100-3150

Sumber : Cobb-Vantress (2022)

Tabel 2.12. Kebutuhan Energi Metabolis (ME) Ayam Layer

Fase	ME (kcal/kg)
Starter	2900
Grower	2720-2800
Layer	2700-2750

Sumber : Lohmann (2021)

Tabel 2.13. Kebutuhan Energi Metabolis (ME) Itik Pedaging

Fase	ME (kcal/kg)
Starter	2850
Finisher	2900

Sumber : SNI

Tabel 2.14. Kebutuhan Energi Metabolis (ME) Itik Petelur

Fase	ME (kcal/kg)
Starter	2700
Grower	2600
Layer	2650

Sumber : SNI

2.4 Lemak

Lemak (lipid) adalah nutrien berenergi tinggi yang menyediakan energi 2,5 kali lebih besar dibanding karbohidrat atau protein (Wang, et al., 2025). Menjadikan lemak sumber energi yang efisien dalam formulasi pakan unggas. Selain sebagai sumber energi, lemak berfungsi sebagai penyedia asam lemak esensial, meningkatkan kecernaan nutrisi lain, serta berperan dalam penyerapan vitamin larut lemak (A, D, E, dan K).

Kebutuhan lemak pada unggas sangat dipengaruhi oleh fase pertumbuhan dan produksi yang sedang dijalani. Setiap jenis unggas dan fasenya (starter, grower, finisher) memiliki fungsi fisiologis yang berbeda sehingga menuntut jumlah dan kualitas lemak yang spesifik. Pemahaman yang tepat mengenai kebutuhan lemak pada setiap fase sangat penting untuk menyusun ransum yang efektif dan mendukung performa unggas secara maksimal. Berikut Adalah tabel kebutuhan lemak pada unggas:

Tabel 2.15. Kebutuhan Lemak Ayam Broiler

Fase	Lemak (%)
Starter	4,00
Grower	4,00
Finisher	4,00

Sumber : SNI

Tabel 2.16. Kebutuhan Lemak Ayam Layer

Fase	Lemak (%)
Starter	3,00
Grower	3,00
Layer	3,00

Sumber : SNI

Tabel 2.17. Kebutuhan Lemak Itik Pedaging

Fase	Lemak (%)
Starter	3,00
Finisher	3,00

Sumber : SNI

Tabel 2.18. Kebutuhan Lemak Itik Petelur

Fase	Lemak (%)
Starter	3,00
Grower	3,00
Layer	3,00

Sumber : SNI

DAFTAR PUSTAKA

Adedokun, S. A., & Adeola, O. 2013. Metabolic and nutritional roles of peptides in poultry. *World's Poultry Science Journal*, 69(4), 659–671.

Adhikari, R., *et al.* 2025. Recent advances in protein and amino acid nutrition in poultry. *Poultry Science*, 104(2).

Alabi, T., & Adedokun, S. (2025). *Amino Acid Nutrition in Poultry: A Review*. Animals, 15,3323.

Chathuranga, N. C., & Heo, J. M. 2025. The impact of dietary protein intake of laying hens on production performance, health, and nitrogen excretion: A review. *Poultry Science*, 104(3).

Cobb-Vantress. 2022. *Cobb500 Broiler Performance & Nutrition Supplement*. Cobb-Vantress, Inc.

Fouad, A. M., Ruan, D., Wang, S., Chen, W., Xia, W., & Zheng, C. 2018. *Nutritional requirements of meat-type and egg-type ducks: What do we know?* Journal of Animal Science and Biotechnology, 9, 1.

Hy-Line International. 2025. *Hy-Line Brown Performance Guide: Conventional Systems*. Hy-Line International.

Liu, X., Wu, X., Yan, H., & Zhang, H. 2021. Advances in poultry nutrition and feed formulation. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 734614.

Lohmann Breeders. 2021. *Lohmann Brown-Classic Layers: Management Guide (Cage Housing)*. Lohmann Tierzucht GmbH.

National Research Council. 1994. *Nutrient Requirements of Poultry* (9th rev. ed.). National Academy Press.

Oketch, E. O., Wickramasuriya, S. S., Oh, S., Choi, J. S., & Heo, J. M. 2023. Physiology of lipid digestion and absorption in poultry: An updated review on the supplementation of exogenous emulsifiers in broiler diets. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 107, 1429–1443.

Salahi, A., Shahir, M. H., Attia, Y. A., Farag, M. R., & Abd El-Hack, M. E. 2025. Impact of low-protein diets on broiler nutrition, production sustainability, gene expression, meat quality, and greenhouse gas emissions. *Animals*, 15(1).

Selle, P. H., Dorigam, J. C. de P., Lemme, A., Chrystal, P. V., & Liu, S. Y. 2020. *Synthetic and crystalline amino acids: Alternatives to soybean meal in chicken-meat production*. Animals, 10(4), 729.
SNI 3908:2017 : Pakan meri petelur (laying duck starter)
SNI 3909:2017 : Pakan itik petelur dara (laying duck grower)
SNI 3910:2017 : Pakan itik petelur masa produksi (duck layer)
SNI 8173-1:2023 : Pakan ayam ras pedaging (broiler) - Bagian 1: Sebelum masa awal (prestarter)
SNI 8173-2:2023 : Pakan ayam ras pedaging (broiler) - Bagian 2: Masa awal (starter)
SNI 8173-3:2023 : Pakan ayam ras pedaging (broiler) - Bagian 3: Masa akhir (finisher)
SNI 8290.1:2016 : Pakan ayam ras petelur- Bagian 1 : Sebelum masa awal (Layer pre starter)
SNI 8290.2:2016 : Pakan ayam ras petelur Bagian 2 : Masa awal (Layer starter)
SNI 8290.3:2016 : Pakan ayam ras petelur - Bagian 3 : Dara (Layer grower)
SNI 8290.4:2016 : Pakan ayam ras petelur - Bagian 4 : Sebelum produksi (Prelayer)
SNI 8290.5:2016 : Pakan ayam ras petelur - Bagian 5 : Masa produksi (Layer)
SNI 8507:2018 : Pakan itik pedaging starter
SNI 8508:2018 : Pakan itik pedaging penggemukan
Svihus, B. 2014. Starch digestion capacity of poultry. *Poultry Science, 93*(9), 2394–2399.
Wang, M., MacElline, S., Selle, P. H., Liu, S. Y., & Toghyani, M. 2025. Interactive effects of dietary grain and supplemental fat sources on growth performance and carcass characteristics of broiler chickens. Poultry Science, 104, 105076.

BAB 3
FORMULASI RANSUM UNGGAS

3.1 Latar Belakang

Usaha peternakan unggas merupakan salah satu sektor penting dalam penyediaan sumber protein hewani bagi masyarakat. Daging dan telur unggas menjadi komoditas utama yang banyak dikonsumsi karena harganya terjangkau, waktu produksi relatif singkat, dan kandungan gizinya tinggi. Dalam sistem produksi unggas modern, pakan merupakan komponen biaya terbesar, mencapai 60–70% dari total biaya produksi (Wahju, 2004). Oleh karena itu, pengelolaan dan formulasi ransum yang efisien, bergizi seimbang, serta ekonomis menjadi faktor kunci keberhasilan dalam industri peternakan unggas.

Formulasi ransum tidak sekadar mencampur bahan pakan, tetapi merupakan proses ilmiah yang mempertimbangkan kebutuhan fisiologis unggas terhadap zat gizi seperti protein, energi, lemak, vitamin, dan mineral (Leeson and Summers, 2001). Setiap jenis unggas—baik ayam pedaging, ayam petelur, itik, maupun puyuh—memiliki kebutuhan nutrisi yang berbeda tergantung umur, bobot tubuh, dan tujuan produksinya (NRC, 1994). Kesalahan dalam formulasi dapat menurunkan performa, meningkatkan mortalitas, serta menyebabkan pemborosan biaya.

Selain itu, ketersediaan bahan baku pakan di Indonesia sangat dipengaruhi oleh faktor musim, fluktuasi harga, dan ketergantungan pada bahan impor seperti jagung dan bungkil kedelai (Rasyaf, 2010). Kondisi ini menuntut ahli nutrisi dan mahasiswa peternakan untuk mampu merancang ransum alternatif berbasis sumber daya lokal tanpa mengurangi kualitas nutrisi. Dengan demikian, penguasaan konsep formulasi ransum unggas menjadi kompetensi penting bagi calon sarjana peternakan yang siap menghadapi tantangan industri dan riset di masa depan.

3.1.1 Tujuan Penyusunan Ransum

Penyusunan ransum unggas bertujuan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi unggas secara optimal sekaligus menekan biaya produksi. Tujuan utamanya antara lain:

1. Memenuhi kebutuhan nutrisi unggas sesuai fase pertumbuhan dan produksi agar performa optimal dapat dicapai (Scott, Nesheim and Young, 2008).
2. Menekan biaya produksi, dengan memilih bahan pakan yang ekonomis namun tetap berkualitas.
3. Menjaga kestabilan performa produksi, seperti pertambahan bobot badan, konversi pakan (*Feed Conversion Ratio*/FCR), dan produksi telur.
4. Mengoptimalkan pemanfaatan bahan lokal untuk mendukung kemandirian pakan nasional (Rasyaf, 2010).
5. Meningkatkan kesehatan dan kesejahteraan hewan, melalui formulasi pakan yang seimbang dan higienis (Wahju, 2004).

Dengan demikian, formulasi ransum tidak hanya berorientasi pada produktivitas, tetapi juga efisiensi ekonomi dan keberlanjutan sistem peternakan.

3.1.2 Peranan Nutrisi dalam Produktivitas Unggas

Produktivitas unggas sangat bergantung pada kecukupan dan keseimbangan zat gizi. Nutrisi berperan dalam hampir seluruh proses fisiologis, mulai dari pertumbuhan jaringan otot, pembentukan telur, hingga daya tahan tubuh (Leeson and Summers, 2001).

1. Energi diperlukan sebagai sumber tenaga untuk aktivitas metabolisme. Kekurangan energi mengakibatkan pertumbuhan terhambat, sedangkan kelebihan energi menyebabkan penimbunan lemak.
2. Protein berfungsi dalam pembentukan jaringan tubuh dan enzim. Kualitas protein ditentukan oleh komposisi asam amino esensial seperti lisin dan metionin (NRC, 1994).
3. Lemak berperan sebagai sumber energi padat dan membantu penyerapan vitamin A, D, E, dan K.

4. Vitamin dan mineral mendukung metabolisme dan sistem imun, serta berperan dalam pembentukan tulang dan darah (Scott, Nesheim and Young, 2008).

Keseimbangan antara energi dan protein merupakan faktor utama dalam efisiensi pemanfaatan nutrisi. Ketidakseimbangan dapat menyebabkan nutritional stress dan penurunan performa produksi (Rasyaf, 2010). Oleh karena itu, formulasi ransum harus mengacu pada standar kebutuhan nutrisi seperti National Research Council (NRC, 1994) atau hasil penelitian lokal yang relevan dengan kondisi tropis Indonesia.

3.1.3 Prinsip Keseimbangan Energi dan Protein

Prinsip dasar dalam formulasi ransum adalah keseimbangan antara energi metabolisme (EM) dan protein kasar (PK). Energi digunakan untuk mempertahankan fungsi tubuh dan aktivitas, sementara protein digunakan untuk pertumbuhan dan regenerasi jaringan (Wahju, 2004). Jika energi berlebihan, maka unggas cenderung menimbun lemak; sebaliknya, jika energi kurang, sebagian protein akan dimanfaatkan sebagai sumber energi, sehingga efisiensi pertumbuhan menurun.

Oleh karena itu, rasio energi-protein (*Energy to Protein Ratio*, E/P Ratio) harus disesuaikan dengan jenis dan fase produksi. Misalnya, ayam pedaging fase starter membutuhkan ransum dengan kandungan energi 3.000 kkal/kg dan protein 22%, sedangkan ayam petelur fase layer memerlukan sekitar 2.750 kkal/kg energi dan 17–18% protein (Leeson and Summers, 2001). Pemahaman terhadap keseimbangan ini menjadi dasar dalam menentukan kombinasi bahan pakan yang efisien dan produktif.

3.2 Kebutuhan Nutrisi Unggas

3.2.1 Protein

Protein merupakan bahan organik kompleks yang terdiri atas asam amino dan berfungsi sebagai penyusun utama jaringan tubuh, enzim, serta hormon. Dalam tubuh unggas, protein berperan penting dalam pertumbuhan, pembentukan otot, bulu, serta regenerasi

jaringan. Sumber protein dalam pakan unggas dapat dibedakan menjadi protein nabati dan protein hewani (Wahju, 2004).

Protein nabati, seperti bungkil kedelai, jagung, dedak padi, dan ampas tahu, merupakan sumber utama dalam formulasi ransum karena ketersediaannya melimpah dan harga relatif terjangkau. Sementara itu, protein hewani seperti tepung ikan, tepung udang, atau tepung darah memiliki kandungan asam amino esensial yang lebih lengkap, terutama lisin dan metionin, yang sering menjadi faktor pembatas dalam pakan unggas (Leeson and Summers, 2001).

Kualitas protein ditentukan oleh nilai biologis (*biological value*), yaitu proporsi nitrogen yang diserap tubuh dibandingkan yang dikonsumsi. Nilai ini bergantung pada keseimbangan asam amino. Kekurangan satu jenis asam amino esensial dapat menurunkan efisiensi penggunaan protein secara keseluruhan (NRC, 1994). Misalnya, defisiensi metionin dapat menghambat pertumbuhan bulu, sedangkan kekurangan lisin menghambat pembentukan otot dada. Dalam perumusan ransum, kebutuhan protein unggas dihitung berdasarkan fase pertumbuhan. Ayam pedaging starter membutuhkan 22–23% protein kasar, grower 20–21%, dan finisher 18–19%. Sementara ayam petelur membutuhkan 17–18% untuk mempertahankan produksi telur optimal (Scott, Nesheim and Young, 2008).

Selain kuantitas, ketersediaan biologis (*bioavailability*) protein juga menjadi faktor penting. Proses pemanasan, pengeringan, dan fermentasi bahan pakan dapat meningkatkan daya cerna protein, tetapi pemanasan berlebihan justru menyebabkan denaturasi dan penurunan nilai nutrisi (Rasyaf, 2010).

3.2.2 Energi

Energi merupakan kebutuhan utama yang menopang seluruh aktivitas fisiologis unggas. Sumber energi utama berasal dari karbohidrat dan lemak, sementara protein hanya digunakan bila kedua sumber tersebut tidak mencukupi (Leeson and Summers, 2001).

Kebutuhan energi unggas diukur dalam satuan Energi Metabolisme (EM) yang menunjukkan energi bersih setelah dikurangi energi yang hilang melalui ekskreta. Nilai EM bahan pakan

ditentukan oleh komposisi serat kasar, lemak, dan kadar pati (NRC, 1994). Jagung kuning memiliki nilai EM sekitar 3.350 kkal/kg, sedangkan dedak padi hanya sekitar 2.600 kkal/kg.

Keseimbangan antara energi dan protein (*Energy to Protein Ratio*, E/P Ratio) merupakan prinsip penting dalam formulasi ransum. Jika energi terlalu tinggi dan protein rendah, maka terjadi penimbunan lemak tubuh; sebaliknya, energi rendah menyebabkan protein digunakan sebagai sumber energi sehingga pertumbuhan tidak efisien. Untuk ayam pedaging starter, rasio E/P ideal sekitar 135–140 kkal/gram protein (Scott, Nesheim and Young, 2008).

Selain untuk pertumbuhan, energi juga berperan dalam menjaga suhu tubuh, aktivitas otot, dan metabolisme basal. Suhu lingkungan memengaruhi konsumsi energi: pada suhu tinggi (di atas 30°C), konsumsi pakan menurun sehingga ransum harus memiliki densitas energi lebih tinggi untuk menjaga performa produksi (Rasyaf, 2010).

3.2.3 Lemak

Lemak atau lipid merupakan sumber energi yang paling padat, menghasilkan 9,4 kkal/g, jauh lebih tinggi dibanding karbohidrat (4,1 kkal/g) dan protein (5,6 kkal/g). Lemak juga berperan sebagai pembawa vitamin A, D, E, dan K serta melindungi organ dalam dari kerusakan mekanis (Wahju, 2004). Dalam formulasi pakan unggas, lemak ditambahkan sebanyak 3–7% tergantung kebutuhan energi dan jenis unggas. Penambahan lemak tidak hanya meningkatkan kandungan energi, tetapi juga memperbaiki palatabilitas pakan dan mengurangi debu (Leeson and Summers, 2001).

Namun, penggunaan lemak perlu dikontrol karena oksidasi lemak dapat menghasilkan radikal bebas yang merusak jaringan tubuh. Untuk mencegahnya, ditambahkan antioksidan seperti tokoferol atau *butylated hydroxytoluene* (BHT). Sumber lemak yang umum digunakan antara lain minyak kelapa, minyak jagung, dan lemak hewani (*tallow*).

Pada ayam petelur, komposisi asam lemak ransum juga memengaruhi kualitas telur, terutama kadar asam lemak tak jenuh pada kuning telur (Scott, Nesheim and Young, 2008). Dengan

demikian, lemak tidak hanya berperan dalam energi, tetapi juga dalam mutu produk akhir.

3.2.4 Karbohidrat

Karbohidrat merupakan sumber energi utama bagi unggas, menyumbang sekitar 60–70% dari total energi ransum. Komponen utamanya adalah pati, serat kasar, dan gula (Rasyaf, 2010).

Sebagian besar bahan pakan sumber karbohidrat berasal dari tanaman serealia seperti jagung, sorgum, dan gandum. Jagung kuning memiliki kecernaan pati tinggi dan kadar serat rendah, menjadikannya bahan pokok dalam hampir semua formulasi pakan unggas (Wahju, 2004).

Namun, kandungan serat kasar perlu diperhatikan karena unggas tidak memiliki enzim selulase untuk mencerna serat tinggi. Serat kasar yang berlebihan (>6%) dapat menurunkan nilai energi dan meningkatkan viskositas pencernaan (Leeson and Summers, 2001). Oleh karena itu, dedak padi dan ampas tahu biasanya dibatasi penggunaannya hingga 10–15% dari total ransum.

Beberapa bahan non-konvensional seperti cassava meal, sweet potato meal, dan sago meal dapat digunakan sebagai sumber karbohidrat alternatif, asalkan diolah terlebih dahulu untuk mengurangi kandungan antinutrisi seperti sianida (NRC, 1994).

3.2.5 Vitamin

Vitamin berperan sebagai katalisator dalam berbagai reaksi biokimia tubuh. Meskipun dibutuhkan dalam jumlah kecil, kekurangan vitamin dapat menimbulkan gangguan metabolik serius.

Vitamin A diperlukan untuk pertumbuhan epitel dan fungsi penglihatan; defisiensi menyebabkan xerophthalmia. Vitamin D_3 berperan dalam metabolisme kalsium dan fosfor; kekurangan vitamin ini menyebabkan rickets atau tulang lunak. Vitamin E berfungsi sebagai antioksidan; defisiensi menyebabkan encephalomalacia pada anak ayam, vitamin K penting dalam proses pembekuan darah, vitamin B kompleks (B_1, B_2, B_6, B_{12}, niasin, asam pantotenat) berperan dalam metabolisme energi dan pembentukan sel darah merah (Leeson and Summers, 2001).

Karena kebutuhan vitamin unggas sulit dipenuhi hanya dari bahan pakan alami, maka selalu ditambahkan premix vitamin dengan dosis sesuai rekomendasi NRC (1994). Dalam sistem produksi intensif, stabilitas vitamin juga perlu dijaga karena panas dan cahaya dapat merusaknya (Scott, Nesheim and Young, 2008).

3.2.6 Mineral

Mineral dibutuhkan dalam bentuk ion anorganik untuk membentuk jaringan tulang, enzim, dan hormon. Secara umum, mineral dibagi menjadi dua kelompok: makromineral dan mikromineral (Wahju, 2004).

Makromineral meliputi kalsium (Ca), fosfor (P), natrium (Na), kalium (K), dan magnesium (Mg). Kalsium dan fosfor sangat penting dalam pembentukan tulang dan cangkang telur, dengan rasio ideal Ca:P sebesar 2:1. Kekurangan kalsium menyebabkan rickets pada ayam muda dan cangkang telur tipis pada ayam petelur (Rasyaf, 2010).

Mikromineral seperti seng (Zn), tembaga (Cu), mangan (Mn), dan selenium (Se) berfungsi dalam sistem enzim dan antioksidan. Kekurangan seng dapat menimbulkan kelainan pertumbuhan paruh dan kuku, sedangkan defisiensi mangan mengakibatkan perosis (Leeson and Summers, 2001).

Untuk mencegah defisiensi, biasanya ditambahkan premix mineral dalam formulasi ransum. Penggunaan mineral organik (*chelates*) kini semakin umum karena memiliki bioavailabilitas lebih tinggi dibanding mineral anorganik (Scott, Nesheim and Young, 2008).

3.2.7 Air

Air adalah komponen nutrisi yang paling vital namun sering diabaikan. Tubuh unggas terdiri atas 65–70% air, dan kekurangannya dapat menurunkan konsumsi pakan, pertumbuhan, serta produksi telur (NRC, 1994).

Fungsi air meliputi pengaturan suhu tubuh, pelarut zat gizi, media transportasi darah, serta ekskresi limbah metabolisme (Leeson and Summers, 2001). Konsumsi air biasanya dua kali lipat dari jumlah pakan kering yang dikonsumsi. Kualitas air minum harus

memenuhi standar higienis: pH 6,5–7,5, tanpa kandungan logam berat, amonia, atau bakteri patogen. Dalam kondisi panas, air berfungsi sebagai agen termoregulasi utama, sehingga penyediaannya harus terus menerus (Wahju, 2004).

3.2.8 Hubungan Antara Zat Gizi dalam Formulasi Ransum

Setiap zat gizi tidak bekerja secara terpisah, melainkan saling berinteraksi. Rasio energi-protein, keseimbangan Ca:P, serta hubungan antara vitamin D dan kalsium merupakan contoh interaksi nutrisi yang menentukan performa unggas (Scott, Nesheim and Young, 2008). Kelebihan salah satu zat gizi dapat menekan ketersediaan yang lain, misalnya kelebihan kalsium dapat menghambat penyerapan seng. Oleh karena itu, formulasi ransum harus mempertimbangkan keseimbangan antar-nutrisi (*nutrient balance*) dan tidak hanya terpaku pada jumlah absolut.

3.3 Bahan Pakan dan Nilai Gizinya

3.3.1 Klasifikasi Bahan Pakan

Bahan pakan merupakan sumber utama zat gizi dalam ransum unggas. Menurut National Research Council (NRC, 1994), bahan pakan diklasifikasikan berdasarkan fungsi utamanya menjadi lima kelompok, yaitu:

1. Sumber energi (karbohidrat dan lemak)
2. Sumber protein
3. Sumber mineral
4. Sumber vitamin
5. Bahan tambahan (aditif)

Klasifikasi ini penting karena setiap kelompok bahan memiliki fungsi nutrisi dan batas penggunaan yang berbeda. Pemahaman terhadap karakteristik bahan pakan membantu formulator menentukan kombinasi yang optimal agar kebutuhan energi, protein, mineral, dan vitamin tercapai secara seimbang (Wahju, 2004).

3.3.2 Sumber Energi

Bahan pakan sumber energi umumnya mengandung karbohidrat tinggi (pati, gula) atau lemak nabati/hewan. Sumber energi harus mudah dicerna dan memiliki nilai energi metabolisme tinggi, minimal 3.000 kkal/kg (Leeson and Summers, 2001).

1. Jagung Kuning (Zea mays L.)

   Jagung merupakan bahan energi utama dalam pakan unggas karena mengandung pati sekitar 70%, lemak 4%, dan protein 9% (Rasyaf, 2010). Nilai energi metabolisme (EM) jagung kuning berkisar antara 3.350–3.400 kkal/kg. Kandungan serat kasarnya rendah (2%), sehingga mudah dicerna oleh ayam. Pigmen xantofil dalam jagung juga memberikan warna kuning alami pada kulit ayam dan kuning telur.

2. Dedak Padi

   Dedak padi mengandung 12–13% protein dan 12–15% serat kasar dengan EM sekitar 2.600 kkal/kg (Wahju, 2004). Meskipun lebih murah dari jagung, kandungan seratnya yang tinggi membatasi penggunaannya maksimal 10–15% dalam ransum ayam pedaging. Dedak juga kaya vitamin B-kompleks, tetapi rentan terhadap ketengikan karena kandungan minyaknya yang tinggi (Rasyaf, 2010).

3. Singkong (*Manihot esculenta*)

   Tepung singkong (*cassava meal*) mengandung energi tinggi, sekitar 3.000–3.200 kkal/kg, namun kandungan proteinnya rendah (2–3%) dan miskin asam amino esensial (Leeson and Summers, 2001). Penggunaannya perlu dibatasi (maksimum 20%) karena adanya zat antinutrisi berupa sianida (HCN), yang dapat dihilangkan melalui proses pengeringan atau fermentasi.

4. Sorgum dan Sagu

   Sorgum memiliki komposisi nutrisi mirip dengan jagung, tetapi mengandung tanin yang bersifat antinutrisi. Penggunaan sorgum dalam ransum ayam dibatasi maksimal 30% (NRC, 1994). Tepung sagu dapat digunakan sebagai sumber energi lokal di daerah tropis, meskipun nilai energinya sedikit lebih rendah dari jagung (sekitar 2.800–3.000 kkal/kg).

3.3.3 Sumber Protein

Protein berperan dalam pertumbuhan, produksi, dan regenerasi jaringan tubuh unggas. Sumber protein dibagi menjadi dua kelompok besar: nabati dan hewani.

1. Sumber Protein Nabati
2. Sumber protein nabati yang umum digunakan dalam pakan unggas antara lain:
3. Bungkil kedelai: Mengandung 44–48% protein dan memiliki keseimbangan asam amino yang baik, terutama lisin (Scott, Nesheim and Young, 2008).
4. Bungkil kelapa: Mengandung 18–22% protein, tetapi kadar serat kasarnya tinggi (10–12%). Penggunaannya dibatasi 10–15% (Rasyaf, 2010).
5. Bungkil kacang tanah: Kaya protein (45%) namun tinggi lemak, sehingga mudah tengik.
6. Ampas tahu: Mengandung 20–25% protein dan dapat ditingkatkan kualitasnya melalui fermentasi.

Pengolahan seperti fermentasi dengan Rhizopus oligosporus atau Aspergillus niger terbukti meningkatkan kecernaan protein dan mengurangi antinutrisi (Leeson and Summers, 2001).

1. Sumber Protein Hewani. Protein hewani memiliki kualitas biologis tinggi karena profil asam aminonya lengkap dan bioavailabilitasnya tinggi.
2. Contohnya:
   Tepung ikan: Mengandung 55–65% protein dan kaya lisin serta metionin.
   Tepung darah: Mengandung protein kasar 80%, namun kecernaannya rendah tanpa proses hidrolisis.
   Tepung udang dan tepung tulang: Mengandung mineral tinggi (Ca, P) dan dapat menggantikan sebagian tepung ikan (Wahju, 2004).

Penggunaan bahan hewani harus memperhatikan kebersihan, bau, dan kadar garam agar tidak menurunkan palatabilitas.

3.3.4 Sumber Mineral

Mineral berfungsi dalam pembentukan tulang, metabolisme enzim, keseimbangan cairan, dan kontraksi otot.

Bahan pakan sumber mineral antara lain:

1. Kapur ($CaCO_3$): Sumber kalsium dengan kadar Ca mencapai 38%.
2. Dicalcium phosphate (DCP): Mengandung 22% Ca dan 18% P, digunakan untuk memperbaiki rasio Ca:P (Leeson and Summers, 2001).
3. Garam dapur (NaCl): Menyediakan Na dan Cl untuk keseimbangan elektrolit.
4. Trace mineral premix: Menyediakan Fe, Cu, Zn, Mn, Se, dan I dalam jumlah kecil tetapi penting untuk sistem enzim dan kekebalan tubuh (Scott, Nesheim and Young, 2008).

3.3.5 Sumber Vitamin

Bahan pakan alami mengandung vitamin, tetapi jumlahnya tidak mencukupi untuk kebutuhan produksi intensif. Oleh karena itu, premix vitamin selalu ditambahkan.

1. Vitamin A berasal dari tepung hijau dan jagung kuning.
2. Vitamin D_3 dari minyak ikan.
3. Vitamin E dari minyak nabati.
4. Vitamin B-kompleks dari dedak, ampas bir, dan ragi (Rasyaf, 2010).

Formulasi vitamin harus disesuaikan dengan fase produksi unggas, karena kebutuhan meningkat pada masa stres, penyakit, atau cuaca panas (Leeson and Summers, 2001).

3.3.6 Bahan Aditif (Feed Additives)

Aditif adalah bahan non-nutrisi yang ditambahkan ke pakan untuk meningkatkan performa, efisiensi pakan, dan kesehatan unggas.

Jenis aditif antara lain:

1. Enzim (*fitase, xilanase, protease*) untuk meningkatkan kecernaan serat dan protein.

2. Probiotik dan prebiotik untuk menjaga keseimbangan mikroba usus.
3. Asam organik (asam sitrat, asam format) untuk menurunkan pH saluran pencernaan.
4. Antioksidan (BHT, tokoferol) untuk mencegah oksidasi lemak.
5. Pigmen (karotenoid, xantofil) untuk memperindah warna kulit dan kuning telur (Scott, Nesheim and Young, 2008).

Penggunaan aditif harus memperhatikan dosis dan regulasi keamanan pakan (*feed safety*).

3.3.7 Bahan Pakan Lokal dan Alternatif

Keterbatasan bahan impor mendorong pemanfaatan bahan lokal yang ekonomis dan berkelanjutan. Bahan-bahan seperti ampas tahu, kulit kopi, tepung maggot, daun lamtoro, dan limbah pertanian menjadi alternatif yang potensial.

1. Tepung Maggot (*Hermetia illucens*)
   Tepung maggot mengandung 42–45% protein dan 25–30% lemak, serta kaya asam laurat yang berfungsi sebagai antibakteri alami (Rasyaf, 2010). Kandungan asam aminonya seimbang dengan bungkil kedelai.
2. Daun Lamtoro (*Leucaena leucocephala*)
   Mengandung 25–30% protein dan tinggi kalsium, tetapi memiliki zat antinutrisi mimosin yang dapat dihilangkan dengan fermentasi atau perebusan (Wahju, 2004).
3. Ampas Tahu Fermentasi
   Fermentasi dengan Aspergillus niger meningkatkan protein dari 20% menjadi 30% dan menurunkan serat kasar (Leeson and Summers, 2001).

Penggunaan bahan lokal ini tidak hanya menekan biaya produksi, tetapi juga mendukung prinsip pakan berkelanjutan (*sustainable feed formulation*).

3 3.8 Nilai Nutrisi Bahan Pakan (Tabel)

Nilai Nutrisi Bahan Pakan dapat dilihat pada table berikut :

Tabel 3.1. Nilai Nutrisi bahan pakan

Bahan Pakan	Protein (%)	Lemak (%)	Serat Kasar (%)	Energi Metabolisme (kkal/kg)	Catatan Penggunaan
Jagung kuning	9	4	2	3.350	Sumber energi utama
Dedak padi	12	13	12	2.600	Maks 10–15%
Bungkil kedelai	46	1.5	6	2.800	Sumber protein utama
Bungkil kelapa	22	8	12	2.400	Maks 10–15%
Tepung ikan	60	8	1	2.900	Kaya lisin & metionin
Tepung maggot	45	25	5	3.200	Alternatif lokal
Dicalcium phosphate	–	–	–	–	Sumber Ca & P
Ampas tahu fermentasi	30	8	8	2.700	Protein meningkat
Daun lamtoro	28	4	14	2.300	Kaya mineral

Sumber: NRC (1994), Wahju (2004), Leeson & Summers (2001), Rasyaf (2010)

3.3.9 Evaluasi Bahan Pakan

Evaluasi bahan pakan mencakup analisis proksimat (air, protein, lemak, serat, abu, dan BETN), serta uji kecernaan (*digestibility test*). Metode Weende Analysis dan Van Soest digunakan untuk mengetahui kualitas kimiawi, sedangkan uji biologis menggunakan ayam percobaan untuk menilai efisiensi pemanfaatan zat gizi (Scott, Nesheim and Young, 2008).

Bahan pakan yang baik harus memenuhi kriteria:

1. Nilai nutrisi sesuai standar,
2. Tidak mengandung racun atau jamur aflatoksin,
3. Stabil selama penyimpanan,
4. Tersedia secara ekonomis dan berkelanjutan.

3.4 Pengertian Formulasi Ransum

Formulasi ransum merupakan proses perancangan komposisi bahan pakan yang memenuhi kebutuhan gizi unggas secara seimbang, efisien, dan ekonomis. Tujuannya bukan hanya untuk mencapai pertumbuhan dan produksi optimal, tetapi juga untuk menekan biaya pakan serta menjaga kesehatan dan kesejahteraan unggas (Wahju, 2004). Dalam formulasi, setiap bahan

pakan memiliki nilai nutrisi dan harga yang berbeda. Oleh karena itu, formulator harus menyesuaikan antara kebutuhan nutrisi unggas dengan ketersediaan dan biaya bahan. Prinsipnya adalah "menghasilkan performa maksimal dengan biaya minimal tanpa menurunkan kualitas nutrisi" (Leeson and Summers, 2001).

3.4.1 Prinsip Dasar Formulasi Ransum

Terdapat beberapa prinsip utama yang menjadi dasar dalam menyusun ransum unggas (Rasyaf, 2010):

1. Kebutuhan gizi harus terpenuhi sesuai dengan jenis, umur, bobot, dan fase produksi unggas.
2. Ransum harus seimbang antara energi, protein, vitamin, mineral, dan air.
3. Ransum harus ekonomis dengan mempertimbangkan bahan lokal yang tersedia.
4. Tidak mengandung racun atau antinutrisi yang dapat mengganggu metabolisme.
5. Ransum harus palatabel (disukai unggas) dan mudah dicerna.

Kombinasi bahan harus efisien untuk menghasilkan konversi pakan (*Feed Conversion Ratio*, FCR) yang baik, dengan prinsip ini, formulasi ransum menjadi kombinasi antara ilmu gizi, ekonomi, dan teknologi pakan.

3.4.3 Keseimbangan Energi dan Protein

Keseimbangan energi–protein (E/P ratio) adalah aspek paling fundamental dalam formulasi ransum unggas. Energi yang berasal dari karbohidrat dan lemak digunakan untuk aktivitas hidup, sementara protein digunakan untuk pertumbuhan dan pembentukan jaringan. Jika energi dalam ransum berlebih, unggas akan menimbun lemak tubuh; sedangkan jika energi kurang, protein akan diubah menjadi sumber energi, menyebabkan pertumbuhan tidak efisien (NRC, 1994).

Tabel 3.2. Nilai rasio E/P yang ideal menurut fase produksi:

Fase Produksi	EM (kkal/kg)	Protein (%)	Rasio E/P (kkal/g)
Broiler starter	3.000	22	136
Broiler finisher	3.200	19	168
Layer pullet	2.900	18	161
Layer produksi	2.750	17	162

Keseimbangan ini juga dipengaruhi oleh kualitas protein (asam amino esensial), suhu lingkungan, dan manajemen pemberian pakan (Scott, Nesheim and Young, 2008).

3.4.4 Langkah-langkah Umum Formulasi Ransum

Menurut Leeson and Summers (2001) dan Wahju (2004), proses formulasi ransum dilakukan melalui beberapa tahapan sistematis:

1. Menentukan kebutuhan nutrisi ungags, berdasarkan Nutrient Requirements of Poultry (NRC, 1994) atau hasil penelitian lokal.
2. Menentukan bahan pakan yang tersedia. Setiap bahan harus diketahui kandungan gizinya (protein, energi, mineral, dll.).
3. Menyusun batas penggunaan bahan pakan. Misalnya, dedak padi maksimal 15%, bungkil kelapa 10%, dan tepung ikan 5%.
4. Menghitung kontribusi nutrisi setiap bahan. Perhitungan dapat dilakukan manual (*Pearson Square*) atau dengan program komputer.
5. Menyesuaikan formula agar kebutuhan tercapai. Lakukan trial and error untuk menyeimbangkan energi, protein, dan nutrisi lainnya.
6. Evaluasi ekonomi. Pastikan formula paling efisien dengan mempertimbangkan biaya per kilogram pakan.

3.4.5 Metode Formulasi Ransum

Terdapat tiga metode utama dalam formulasi ransum unggas, yaitu:

1. Metode Pearson Square

   Metode ini merupakan cara sederhana untuk menyeimbangkan dua bahan pakan berdasarkan kandungan nutrisi tertentu, misalnya protein.

   Langkah-langkah:

   a. Tentukan kebutuhan protein target ransum.
   b. Pilih dua bahan dengan kadar protein tinggi dan rendah.
   c. Buat diagram "kotak Pearson":

      Bahan A (Protein tinggi) → 45%
      ↘
      Target → 20%
      ↗
      Bahan B (Protein rendah) → 8%

   d. Kurangi nilai diagonal untuk menentukan proporsi bahan:

      Bahan A: 20 - 8 = 12 bagian
      Bahan B: 45 - 20 = 25 bagian
      Jumlah total = 12 + 25 = 37 bagian
      Proporsi bahan A = 12/37 × 100% = 32%
      Proporsi bahan B = 25/37 × 100% = 68%

   Dengan demikian, 32% bungkil kedelai dan 68% jagung akan menghasilkan ransum dengan kadar protein 20%. Metode ini sederhana dan cocok untuk pelatihan dasar (Rasyaf, 2010).

2. Metode Trial and Error

   Metode ini dilakukan dengan mencoba beberapa kombinasi bahan pakan, kemudian menghitung ulang kandungan nutrisi sampai sesuai dengan kebutuhan unggas.

   Keunggulan metode ini adalah fleksibilitasnya, terutama bila menggunakan banyak bahan lokal dengan variasi nilai gizi. Namun, metode ini memerlukan waktu dan keterampilan tinggi karena perhitungan harus dilakukan berulang-ulang (Wahju, 2004).

3. Metode Linear Programming

   Metode ini menggunakan pendekatan matematis untuk mendapatkan kombinasi bahan pakan dengan biaya terendah

namun tetap memenuhi batas nutrisi. Umumnya diterapkan menggunakan perangkat lunak seperti Excel Solver, FeedSoft, atau WinFeed (Leeson and Summers, 2001).
Model matematisnya:

Minimize:

$$C = c_1x_1 + c_2x_2 + ... + c_nx_n$$

(di mana C = total biaya pakan, c = harga bahan, x = jumlah bahan)

Subject to constraints:

- $a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + ... + a_{1n}x_n \geq R_1$ (Protein)
- $a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + ... + a_{2n}x_n \geq R_2$ (Energi)
- $x_1 + x_2 + ... + x_n = 100$

Pendekatan ini paling efisien dalam formulasi skala industri karena dapat menghitung ratusan bahan sekaligus dengan hasil optimal (Scott, Nesheim and Young, 2008).

3.4.6 Contoh Perhitungan Formulasi Ransum

Contoh Kasus:

Rancang ransum ayam pedaging starter dengan kebutuhan:
Energi: 3.000 kkal/kg
Protein: 22%

Tersedia dua bahan:

Jagung kuning (EM = 3.350 kkal/kg, Protein = 9%)
Bungkil kedelai (EM = 2.800 kkal/kg, Protein = 46%)

Gunakan metode Pearson Square:

Bungkil kedelai (46%) → 46 - 22 = 24
↘
Target 22%
↗
Jagung kuning (9%) → 22 - 9 = 13

Perbandingan:
Bungkil kedelai: 13 bagian
Jagung kuning: 24 bagian
Total: 37 bagian
Proporsi:
Bungkil kedelai = 13/37 × 100% = 35%
Jagung kuning = 65%

Maka, ransum terdiri dari 65% jagung dan 35% bungkil kedelai dapat mendekati kebutuhan protein 22% dengan EM ±3.000 kkal/kg (Rasyaf, 2010).

3.4.7 Evaluasi Ransum

Setelah formulasi diperoleh, perlu dilakukan evaluasi dari dua aspek:

1. Aspek nutrisi:

   Periksa apakah semua zat gizi (energi, protein, asam amino, Ca, P, vitamin, mineral) telah memenuhi standar NRC (1994).
2. Aspek ekonomi:

   Hitung total biaya bahan dan bandingkan dengan harga pakan komersial.

   Formula yang efisien adalah yang memberikan biaya rendah dengan performa optimal (Leeson and Summers, 2001). Evaluasi juga dapat dilakukan melalui uji biologis di lapangan, dengan mengukur performa ayam (pertambahan berat badan, FCR, dan tingkat mortalitas).

3.4.8 Prinsip Ekonomi dalam Formulasi Ransum

Industri unggas, biaya pakan mencapai 70% dari total biaya produksi, sehingga efisiensi ekonomi sangat penting (Scott, Nesheim and Young, 2008). Strategi efisiensi meliputi:

1. Mengoptimalkan bahan lokal berkualitas,
2. Mengurangi limbah pakan melalui penyimpanan dan pencampuran yang baik,
3. Menerapkan sistem least-cost formulation menggunakan perangkat lunak.

Konsep *Feed Cost per Gain* (FCG) digunakan untuk menilai efisiensi:

$$FCG = \frac{\text{Harga Pakan (Rp/kg)} \times \text{FCR}}{1}$$

Semakin rendah nilai FCG, semakin efisien ransum yang diformulasikan.

3.4.9 Implikasi Formulasi terhadap Kinerja dan Kesehatan Unggas

Formulasi yang baik tidak hanya meningkatkan pertumbuhan, tetapi juga berdampak pada sistem imun dan kualitas produk. Keseimbangan asam amino memengaruhi pembentukan antibodi, sementara mineral seperti Zn dan Se berperan dalam enzim antioksidan (Rasyaf, 2010).

Ransum seimbang juga menurunkan risiko penyakit metabolik seperti fatty liver syndrome pada ayam petelur dan ascites pada ayam pedaging (Leeson and Summers, 2001). Oleh karena itu, formulasi harus memperhatikan aspek nutrisi, fisiologi, dan kesehatan unggas secara terpadu.

3.5 Contoh Formulasi Ayam Pedaging (*Broiler*)

3.5.1 Kebutuhan Nutrisi Ayam Pedaging (*Broiler*)

Ayam pedaging memiliki laju pertumbuhan yang sangat cepat sehingga memerlukan ransum dengan energi tinggi dan protein berkualitas baik. Kebutuhan nutrisi dibedakan menurut fase pertumbuhan: starter, grower, dan finisher (NRC, 1994).

Tabel 3.3. Kebutuhan Nutrisi Ayam Pedaging (Broiler)

Fase Produksi	Energi (kkal/kg)	Protein (%)	Kalsium (%)	Fosfor (%)	Lisin (%)	Metionin (%)
Starter (0–3 minggu)	3.000	22	1,0	0,45	1,1	0,5
Grower (4–5 minggu)	3.100	20	0,9	0,40	1,0	0,45
Finisher (6–8 minggu)	3.200	18	0,8	0,35	0,9	0,4

Sumber: NRC (1994); Wahju (2004)

Contoh Ransum Ayam Pedaging Starter

Bahan Pakan	Persentase (%)
Jagung kuning	55
Dedak padi halus	8
Bungkil kedelai	25
Tepung ikan	5
Minyak kelapa	2
Dicalcium phosphate	1
Garam	0,3
Premix vitamin-mineral	0,7
Total	**100**

Kandungan gizi:

1. Energi metabolisme: ±3.020 kkal/kg
2. Protein kasar: ±22,1%
3. Kalsium: 1,0%
4. Fosfor: 0,45%

Ransum ini memberikan keseimbangan energi–protein yang sesuai untuk mendukung pembentukan jaringan otot dan efisiensi FCR optimal (Leeson and Summers, 2001).

3.5.2 Kebutuhan Nutrisi Ayam Petelur (*Layer*)

Ayam petelur memerlukan keseimbangan energi-protein yang stabil serta kadar kalsium tinggi untuk pembentukan cangkang telur (Scott, Nesheim and Young, 2008).

Tabel 3.4. Kebutuhan Nutrisi Ayam Petelur

Fase Produksi	Energi (kkal/kg)	Protein (%)	Kalsium (%)	Fosfor (%)	Lisin (%)	Metionin (%)
Starter (0–6 minggu)	2.900	20	1,0	0,45	1,0	0,45
Grower (7–18 minggu)	2.850	17	1,0	0,40	0,9	0,40
Layer (19–72 minggu)	2.750	17	3,5	0,35	0,8	0,35

Contoh Ransum Ayam Petelur Produksi

Bahan Pakan	Persentase (%)
Jagung kuning	50
Dedak padi	20
Bungkil kedelai	18
Tepung ikan	4
Bungkil kelapa	3
Kapur ($CaCO_3$)	3,5
Dicalcium phosphate	0,5
Garam	0,3
Premix vitamin-mineral	0,7
Total	**100**

Kandungan gizi:

1. Energi metabolisme: ±2.780 kkal/kg
2. Protein kasar: ±17%
3. Kalsium: ±3,5%
4. Fosfor: ±0,35%

Rasio Ca:P yang tinggi menjaga kekuatan cangkang telur dan menurunkan risiko soft shell syndrome (Rasyaf, 2010).

3.5.3 Ransum Ayam Kampung

Ayam kampung membutuhkan ransum yang dapat disusun dari bahan lokal dengan kadar energi sedang dan protein menengah.

Efisiensi konversi pakan lebih rendah dibanding ayam ras, namun lebih adaptif terhadap bahan lokal (Wahju, 2004).

Tabel 3.5. Ransum Ayam Kampung

Bahan Pakan	Persentase (%)
Jagung kuning	45
Dedak padi	25
Bungkil kelapa	10
Ampas tahu fermentasi	8
Tepung ikan	5
Dicalcium phosphate	1
Premix vitamin-mineral	1
Garam	0,3
Total	**100**

Kandungan gizi:

1. Energi metabolisme: ±2.850 kkal/kg
2. Protein kasar: ±17,5%
3. Kalsium: ±1,1%
4. Fosfor: ±0,4%

Ransum ini sangat cocok untuk sistem pemeliharaan semi-intensif dengan tambahan hijauan di lingkungan sekitar kandang.

3.5.4 Ransum Itik Petelur

Itik petelur memerlukan energi lebih tinggi dibanding ayam petelur dan protein yang cukup untuk mempertahankan produksi telur. Ransumnya biasanya mengandung lebih banyak lemak nabati (Leeson and Summers, 2001).

Tabel 3.6. Ransum Itik Petelur

Bahan Pakan	Persentase (%)
Jagung kuning	45
Dedak padi	25
Bungkil kedelai	15
Tepung ikan	5
Bungkil kelapa	5
Kapur ($CaCO_3$)	3
Premix vitamin-mineral	1
Garam	0,3
Total	**100**

Kandungan gizi:

1. Energi metabolisme: ±2.900 kkal/kg
2. Protein kasar: ±18%
3. Kalsium: ±3%
4. Fosfor: ±0,35%

Ransum ini menghasilkan telur dengan kualitas cangkang kuat dan warna kuning telur alami yang menarik secara komersial.

3.5.5 Ransum Puyuh Petelur

Puyuh memiliki metabolisme tinggi dan ukuran tubuh kecil sehingga memerlukan pakan dengan kepadatan nutrisi tinggi (Rasyaf, 2010).

Tabel 3.7. Ransum Puyuh Petelur

Bahan Pakan	Persentase (%)
Jagung kuning	40
Dedak padi	20
Bungkil kedelai	20
Tepung ikan	10
Kapur ($CaCO_3$)	4
Minyak kelapa	2
Premix vitamin-mineral	1
Garam	0,3
Total	**100**

Kandungan gizi:

1. Energi metabolisme: ±2.950 kkal/kg
2. Protein kasar: ±21%
3. Kalsium: ±2,8%
4. Fosfor: ±0,4%

Ransum ini menjaga produksi telur puyuh yang stabil dengan warna kuning telur cerah dan tekstur seragam.

3.5.6 Ransum Alternatif Berbasis Bahan Lokal

Pemanfaatan bahan lokal berpotensi besar untuk menekan biaya pakan tanpa menurunkan performa unggas. Bahan-bahan seperti tepung maggot, ampas tahu fermentasi, daun lamtoro, dan azolla dapat digunakan dengan pengolahan yang tepat (Wahju, 2004).

Tabel 3.8. Ransum Alternatif Berbasis Bahan Lokal

Bahan Pakan Alternatif	Protein (%)	Energi (kkal/kg)	Keterangan
Tepung maggot	45	3.200	Kaya asam laurat dan lisin
Ampas tahu fermentasi	30	2.700	Peningkatan protein & daya cerna
Daun lamtoro	28	2.300	Kaya mineral & kalsium
Azolla microphylla	25	2.200	Sumber protein hijau
Kulit kopi fermentasi	15	2.000	Sumber energi tambahan

Pemanfaatan bahan-bahan ini mendukung prinsip feed sustainability dengan meminimalkan ketergantungan pada bahan impor.

3.5.7 Evaluasi Efisiensi Ransum

Evaluasi formulasi ransum dilakukan dengan mengukur tiga indikator utama:
Feed Conversion Ratio (FCR):

$$FCR = \frac{\text{Konsumsi Pakan (kg)}}{\text{Pertambahan Bobot (kg)}}$$

Semakin rendah FCR, semakin efisien ransum.

Pertambahan berat badan dan produksi telur:

Untuk ayam pedaging, efisiensi diukur melalui pertambahan berat harian (*Average Daily Gain*), sedangkan pada ayam petelur dinilai dari Hen-Day Production (%).
Kualitas hasil produksi:

Dapat diamati melalui kualitas karkas, warna kulit, kekuatan cangkang telur, dan ketebalan putih telur (Leeson and Summers, 2001).

DAFTAR PUSTAKA

Leeson, S. and Summers, J.D. (2001) Nutrition of the Chicken. 4th ed. Guelph: University Books.

National Research Council (NRC) (1994) Nutrient Requirements of Poultry. 9th Revised Edition. Washington, D.C.: National Academy Press.

Rasyaf, M. (2010) Ilmu Nutrisi Unggas. Jakarta: Penebar Swadaya.

Scott, M.L., Nesheim, M.C. and Young, R.J. (2008) Nutrition of the Chicken. Ithaca, NY: Cornell University Press.

Wahju, J. (2004) Ilmu Nutrisi Unggas. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

BAB 4
PAKAN UNTUK AYAM BROILER

4.1 Pakan Ayam Broiler Menurut SNI 8173: 2022

Pemerintah memalui Direktorat Pakan Kementerian Pertanian tahun 2023 merilis Kumpulan SNI Pakan yang memuat standar mutu dan keamanan pakan untuk pakan ternak. Penentuan pakan ayam broiler terdirid atas 3 fase, yaitu fase sebelum awal (prestarter), masa awal (starter), dan masa akhir finisher. Penentuan SNI Pakan ini digunakan untuk menetapkan standar minimal kebutuhan ayam broiler untuk semua strain ayam, sehingga setiap industri, pelaku usaha, ataupun akademisi yang akan membuat pakan ayam broiler dapat menggunakan SNI Pakan ini sebagai acuan untuk memenuhi kebutuhan dasar.

4.1.1 Pakan Ayam Broiler Prestarter (Sebelum Masa Awal)

Pakan ayam broiler fase prestarter dengan nomor SNI 8173-1: 2022 digunakan untuk ayam broiler umur 1 sampai dengan 7 hari. Warna lebel pada pakan ayam broiler prestarter adalah warna biru muda dengan kode pengenalan **BR0-1** untuk pakan ayam ras pedaging sebelum masa awal mutu 1 dan **BR0-2** untuk pakan ayam ras pedaging sebelum masa awal mutu 2. Berikut adalah persyaratan mutu dan keamanan pakan ayam broiler fase prestarter.

Tabel 4.1. Persyaratan mutu dan keamanan pakan ayam broiler fase prestarter

No	Parameter	Satuan	Persyaratan	
			Mutu 1	Mutu 2
1	Kadar air (maks)	%	13,00	13,00
2	Abu (maks)	%	9,00	9,00
3	Protein kasar (min)	%	21,00	21,00
4	Lemak kasar (min)	%	4,00	4,00
5	Serat kasar (maks)	%	5,00	5,00
6	Kalsium (Ca)	%	0,70-12,0	0,70-12,0
7	Fosfor (P) total (min)	%	0,50	0,50
8	Aflatoksin total (maks)	µg/kg	40,00	40,00
9	Asam amino			
	Lisin (min)	%	1,30	1,30
	Metionin (min)	%	0,50	0,50

4.1.2 Pakan Ayam Broiler Starter (Masa Awal)

Pakan ayam broiler fase starter dengan nomor SNI 8173-2: 2022 digunakan untuk ayam broiler umur 8 sampai dengan 21 hari. Warna lebel pada pakan ayam broiler starter adalah warna biru muda dengan kode pengenalan **BR1-1** untuk pakan ayam ras pedaging masa awal mutu 1 dan **BR1-2** untuk pakan ayam ras pedaging masa awal mutu 2. Berikut adalah persyaratan mutu dan keamanan pakan ayam broiler fase starter.

Tabel 4.2. Persyaratan mutu dan keamanan pakan ayam broiler fase starter

No	Parameter	Satuan	Persyaratan	
			Mutu 1	Mutu 2
1	Kadar air (maks)	%	13,00	13,00
2	Abu (maks)	%	9,00	9,00
3	Protein kasar (min)	%	20,00	20,00
4	Lemak kasar (min)	%	4,00	4,00
5	Serat kasar (maks)	%	5,00	5,00
6	Kalsium (Ca)	%	0,70-1,20	0,70-1,20
7	Fosfor (P) total (min)	%	0,50	0,50
8	Aflatoksin total (maks)	µg/kg	40,00	40,00
9	Asam amino			
	Lisin (min)	%	1,20	1,20
	Metionin (min)	%	0,45	0,40

4.1.3 Pakan Ayam Broiler Finisher (Masa Akhir)

Pakan ayam broiler fase starter dengan nomor SNI 8173-3: 2022 digunakan untuk ayam broiler umur lebih dari 21 hari. Warna lebel pada pakan ayam broiler finisher adalah warna biru muda dengan kode pengenalan **BR2-1** untuk pakan ayam ras pedaging masa akhir mutu 1 dan **BR2-2** untuk pakan ayam ras pedaging masa akhir mutu 2. Berikut adalah persyaratan mutu dan keamanan pakan ayam broiler fase finisher.

Tabel 4.3. Persyaratan mutu dan keamanan pakan ayam broiler finisher

No	Parameter	Satuan	Persyaratan	
			Mutu 1	Mutu 2
1	Kadar air (maks)	%	13,00	13,00
2	Abu (maks)	%	9,00	9,00
3	Protein kasar (min)	%	19,00	17,00
4	Lemak kasar (min)	%	4,00	4,00
5	Serat kasar (maks)	%	6,00	7,00
6	Kalsium (Ca)	%	0,60-1,10	0,60-1,10
7	Fosfor (P) total (min)	%	0,45	0,45
8	Aflatoksin total (maks)	µg/kg	50,00	50,00
9	Asam amino			
	Lisin (min)	%	1,05	0,95
	Metionin (min)	%	0,40	0,36

4.2 Pakan Ayam Broiler Berdasarkan Strain Ayam

Laju pertumbuhan ayam broiler saat ini sangat pesat, sehingga diperlukan nutrien yang proposional untuk mendukung potensi genetiknya, terutama pertumbuhan daging bagian dada (*breast yield*). Setiap strain ayam broiler memiliki *nutrition requirements and performance* yang berbeda-beda. Strain ayam broiler yang cukup popuper adalah *Cobb*, *Ross*, *Arbor Acress*, *Hubbard*, dan *Lohmann*. Setiap jenis strain memiliki kelebihan tertentu dalam pertumbuhannya, terutama dalam menghasilkan bobot akhir, konversi pakan, pertumbuhan daging bagian dada, dan target market. Untuk itu, setiap strain ayam memiliki *nutrition requirements and performance* yang spesifik.

Pada dasarnya setiap strain ayam lebih ditekankan pada kebutuhan berdasarkan kecernaan asam amino (*digistible amine acid*/DAA) bukan didasarkan pada kebutuhan protein kasar. Hal ini dikarenakan karena mikro nutrien yang digunakan oleh tubuh adalah asam amino yang dicerna dan diserap, bukan lagi asam amino total yang terdapat pada bahan pakan. Selain itu tingkat variasi nutrien dalam bahan pakan sangat tinggi, sehingga tingkat defisit asam amino sulit untuk dideteksi. Disisi lain penggunaan protein yang terlalu tinggi juga akan menyebabkan panas metabolik meningkat, sehingga ayam akan mudah stress. Kondisi ini akan membuat proses konversi pakan menjadi rendah dan akan berdampak pada biaya pakan yang tinggi (Kidd *et* al., 2021; Selle *et al*., 2023).

Tabel 4.4 dan 4.6 adalah contoh kebutuhan nutrien ayam *Cobb500* sesuai dengan *nutrition requirements for small, medium, and large broiler* yang dirilis tahun 2022. Tabel tersebut menunjukkan adanya perbedaan komponen nutrien bila dibandingkan dengan SNI Pakan Ayam Broiler. Perbedaan yang terlihat adalah periode umur setiap fase, kandungan protein, dan asam amino. Pada *nutrition requirements and performance Cobb500* sudah tertera kebutuhan *digistible amine acid* dan disertai keseimbangan *digistible amine acid* pada Tabel 4.5 dan Tabel 4.7. Selain itu pada *Cobb500* juga ditampilkan kebutuhan vitamin dan mineral secara spesifik yang tertera pada Tabel 4.8. selanjutnya, *Cobb500* juga memiliki standar performa yang berbeda pada setiap jenis kelamin sesuai dengan target bobot yang dihasilkan (Tabel 4.9).

Tabel 4.4. *Recommended nutrient levels for small broilers*

Parameter	**Satuan**	**Starter**	**Grower 1**	**Grower 2**	**Finisher**
Feeding amount	g lb	250 0,55	750 1,65	1.350 2,98	
Period (reference)	Days	0-8	9-18	19-29	>29
Feed struture		*Crumble*	*Crumble/ pellet*	*Pellet*	*Pellet*
Crude protein	%	21-22	19-20	18-19	17-18
Metabolizable energy (AMEn)	kcal/kg	2.900	2.950	3.020	3.100
Digestible Amino Acids					
Lysine	%	1,26	1,16	1,08	1,04
Methionine	%	0,48	0,47	0,44	0,43
Methionine+Cystine	%	0,94	0,88	0,83	0,80
Trypthophan	%	0,21	0,18	0,19	0,18
Threonin	%	0,86	0,78	0,71	0,67
Arginine	%	1,36	1,25	1,18	1,13
Valine	%	0,96	0,88	0,82	0,80
Isoleucin	%	0,81	0,75	0,70	0,69
Leucine	%	1,39	1,28	1,19	1,14
Minerals					
Calcium	%	0,96	0,80	0,74	0,72
Available phosphorus	%	0,54	0,40	0,37	0,36
Sodium	%	0,16-0,23	0,16-0,23	0,16-0,23	0,16-0,23
Chloride	%	0,16-0,30	0,16-0,30	0,16-0,30	0,16-0,30
Potassium	%	0,60-0,95	0,60-0,95	0,60-0,95	0,60-0,95
Linoleic acid	%	1,20	1,20	1,00	1,00

Tabel 4.5. *Balanced digestible amino acid rations for small broilers Cobb500*

Parameter	Satuan	Starter	Grower 1	Grower 2	Finisher
Lysine	%	100	100	100	100
Methionine	%	38	40	41	41
Methionine+Cystine	%	75	76	77	77
Trypthophan	%	16	16	18	18
Threonin	%	68	67	66	65
Arginine	%	108	108	109	109
Valine	%	76	76	76	77
Isoleucin	%	64	64	65	66
Leucine	%	110	110	110	110

Tabel 4.6. *Recommended nutrient levels for medium and large broilers Cobb500*

Parameter	Satuan	Starter	Grower 1	Grower 2	Finisher	Finisher 2
Feeding amount	g lb	455 1,00	2.100 4,63	2100 4,63	2.100 4,63	
Period (reference)	Days	0-12	13-28	29-39	40-49	>50
Feed struture		*Crumble*	*Pellet*	*Pellet*	*Pellet*	*Pellet*
Crude protein	%	21-22	19-20	18-19	17-18	17-18
Metabolizable energy (AMEn)	kcal/kg	2.900	2.950	3.050	3.100	3.150
Digestible Amino Acids						
Lysine	%	1,26	1,16	1,06	0,96	0,86
Methionine	%	0,48	0,47	0,44	0,40	0,35
Methionine+Cystine	%	0,94	0,88	0,82	0,74	0,66
Trypthophan	%	0,21	0,18	0,19	0,17	0,15
Threonin	%	0,86	0,78	0,70	0,62	0,56
Arginine	%	1,36	1,25	1,16	1,05	0,95
Valine	%	0,96	0,88	0,81	0,74	0,67
Isoleucin	%	0,81	0,75	0,69	0,63	0,57
Leucine	%	1,39	1,28	1,17	1,06	0,95
Minerals						
Calcium	%	0,96	0,80	0,74	0,72	0,68
Available phosphorus	%	0,58	0,40	0,37	0,36	0,34

Parameter	Satuan	Starter	Grower 1	Grower 2	Finisher	Finisher 2
Sodium	%	0,16-0,23	0,16-0,23	0,16-0,23	0,16-0,23	0,16-0,23
Chloride	%	0,16-0,30	0,16-0,30	0,16-0,30	0,16-0,30	0,16-0,30
Potassium	%	0,60-0,95	0,60-0,95	0,60-0,95	0,60-0,95	0,60-0,95
Linoleic acid	%	1,20	1,20	1,00	1,00	1,00

Tabel 4.7. *Balanced digestible amino acid rations for medium and large broilers Cobb500*

Parameter	Satuan	Starter	Grower 1	Grower 2	Finisher	Finisher 2
Lysine	%	100	100	100	100	100
Methionine	%	38	40	41	41	41
Methionine+ Cystine	%	75	76	77	77	77
Trypthophan	%	16	16	18	18	18
Threonin	%	68	67	66	65	65
Arginine	%	108	108	109	109	110
Valine	%	76	76	76	77	78
Isoleucin	%	64	64	65	66	66
Leucine	%	110	110	110	110	110

Tabel 4.8. *Supplementary vitamins and trace elements (per tonne) Cobb500*

Parameter	Satuan	Starter	Grower 1	Finisher 1 and 2
Vitamin A	MIU	10-13	10	10
Vitamin D3	MIU	5	5	5
Vitamin E	KIU	80	50	50
Vitamin K	g	3	3	3
Vitamin B1	g	3	2	2
Vitamin B2	g	9	8	6
Vitamin B6	g	4	3	3
Vitamin B12	mg	20	15	15
Biotin (maize diets)	mg	150	120	120
Biotin (wheat diets)	mg	200	180	180
Choline	g	500	400	350

Parameter	Satuan	Starter	Grower 1	Finisher 1 and 2
Folic acid	g	2	2	1,5
Nicotinic acid	g	60	50	50
Panthothenic acid	g	15	12	10
Manganase	g	100	100	100
Zinc	g	100	100	100
Iron	g	40	40	40
Copper	g	15	15	15
Iodine	g	1	1	1
Selenium	g	0,35	0,35	0,35

Keterangan: MIU = million international units KIU = thousand international units

Tabel 4.9. Cobb500 *broiler performance objective* (*metric*)

Age (week)	Weight (g)	Cum Feed intake (g)	FCR	Weight (g)	Cum feed intake (g)	FCR	Weight (g)	Cum feed intake (g)	FCR
	As Hached			Male			Female		
1	202	180	0,891	205	182	0,883	199	176	0,884
2	570	588	1,029	603	615	1,018	537	559	1,041
3	1.116	1.320	1,182	1.188	1.385	1,166	1.043	1.253	1,200
4	1.783	2.359	1,322	1.904	2.478	1,301	1.662	2.237	1,346
5	2.521	3.635	1,441	2.694	3.819	1,417	2.348	3.448	1,469
6	3.278	5.100	1,555	3.503	5.352	1,528	3.052	4.843	1,587
7	4.001	6.749	1,686	4.275	7.064	1,653	3.728	6.425	1,724
8	4.641	8.549	1,842	4.953	8.909	1,799	4.329	8.180	1,890

DAFTAR PUSTAKA

Cobb500 Broiler Performace & Nutrition Supplement (2022). 2022. Available: https://www.cobbgenetics.com/assets/Cobb-Files/2022-*Cobb500*-Broiler-Performance-Nutrition-Supplement.pdf

Kementerian Pertanian. 2023. *Kumpulan SNI Pakan*. Jakarta: Direktorat Pakan Kementerian Pertanian RI.

Kidd, et al. 2021. *Progress of Amino Acid Nutrition for Diet Protein Reduction in Poultry*. Journal of Animal Scince and Biotechnology. 12(45): 2-9. https://doi.org/10.1186/s40104-021-00568-0

Selle, et al. 2023. *A Reappraisal of Amino Acid in Broiler Chicken Nutrition*. Worlds Poultry Science Journal. *9(3)*: 492-447. https://doi.org/10.1080/00439339.2023.2234342.

BAB 5
PAKAN UNTUK AYAM PETELUR: PRODUKSI DAN KUALITAS TELUR

Ayam petelur dipelihara untuk menghasilkan telur optimal dari segi kuantitas dan kualitas. Telur merupakan sumber protein hewani bernilai gizi tinggi dan mudah diakses, sehingga perannya penting dalam pemenuhan kebutuhan pangan. Keberhasilan produksi tidak hanya bergantung pada potensi genetik ayam, tetapi juga manajemen pemeliharaan, terutama manajemen pakan (Leeson & Summers, 2005).

Pakan merupakan komponen dominan dalam usaha peternakan, menyumbang 60–70% dari total biaya produksi. Efisiensi penggunaan pakan memengaruhi keuntungan, performa fisiologis ayam, kesehatan saluran pencernaan, serta keseimbangan metabolisme yang diperlukan untuk pembentukan telur. Ketidaktepatan dalam penyusunan pakan, baik dari segi kuantitas maupun kualitas nutrisi, dapat menyebabkan penurunan konsumsi pakan, gangguan kesehatan, dan menurunkan produksi telur (Wang et al., 2017).

Telur tersusun atas kerabang, albumen, dan kuning telur (yolk), yang masing-masing membutuhkan nutrien spesifik dalam jumlah dan proporsi seimbang. Mineral, terutama kalsium dan fosfor, krusial untuk pembentukan kerabang yang kuat. Kalsium sebagai komponen utama kerabang, dan fosfor mendukung metabolisme mineral tubuh. Pemanfaatan keduanya diatur melalui penyerapan di saluran pencernaan, mobilisasi dari tulang, serta peran vitamin D_3, sehingga keseimbangan mineral ini penting dalam formulasi pakan (Li et al., 2017; Sinclair-Black et al., 2023).

Kualitas telur menjadi indikator penting keberhasilan manajemen pakan, meliputi berat dan ukuran telur, ketebalan dan kekuatan kerabang, kekentalan albumen (Haugh Unit), serta warna kuning telur. Asupan energi, protein, dan asam amino esensial,

terutama lisin dan metionin, sangat menentukan berat telur dan kualitas albumen (Zhang et al., 2019; Leeson & Summers, 2005). Kekurangan protein atau asam amino dapat menurunkan berat telur dan kualitas albumen, sedangkan kelebihan protein tanpa energi cukup menurunkan efisiensi nutrien dan meningkatkan biaya produksi (Sundu et al., 2009).

Suplementasi mineral trace dan vitamin mikro juga berdampak pada kualitas telur dan efisiensi produksi (Atmaja et al., 2024; Elnesr et al., 2024). Pakan dengan kandungan karotenoid, seperti jagung kuning, tepung jagung gluten, atau bunga marigold, memengaruhi intensitas warna kuning telur, yang menjadi preferensi konsumen (Valentim et al., 2025; Ouro et al., 2023).

Selain produksi konvensional, pakan juga dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan nilai fungsional telur. Suplementasi α-*linolenic acid* (ALA) atau sumber omega-3 lainnya meningkatkan kandungan asam lemak tak jenuh dalam kuning telur, sehingga menghasilkan telur lebih bernilai gizi dibanding telur konvensional (Kartikasari et al., 2024; Usturoi et al., 2025). Strategi ini menunjukkan bahwa pakan berperan strategis tidak hanya dalam produksi, tetapi juga mutu dan daya saing produk di pasar modern.

Bab ini membahas peran pakan dalam mendukung produksi dan kualitas telur, mencakup kebutuhan nutrisi utama, hubungan antara nutrisi dan performa produksi, serta implikasi formulasi pakan dalam praktik peternakan. Pemahaman komprehensif tentang nutrisi menjadi dasar penyusunan pakan ayam petelur yang efisien, berkelanjutan, dan mampu meningkatkan kualitas produk telur (Leeson & Summers, 2005).

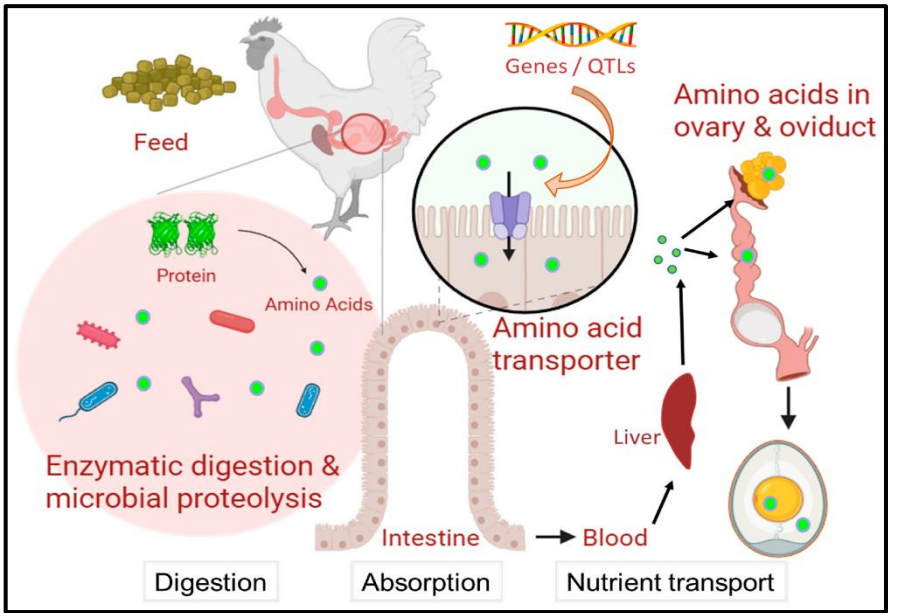
5.1 Karasteristik Produksi Ayam Petelur

Produksi telur pada ayam petelur dipengaruhi oleh berbagai faktor yang saling berkaitan, meliputi faktor genetik, umur, lingkungan, status kesehatan, dan terutama nutrisi. Faktor genetik menentukan potensi dasar produksi telur, termasuk umur awal bertelur dan pola produksi sepanjang siklus bertelur (Zhang *et al*., 2019). Faktor nutrisi dan manajemen pakan memainkan peran penting dalam mewujudkan potensi genetik tersebut menjadi produksi nyata (Leeson & Summers, 2005). Sedangkan aspek

lingkungan seperti suhu dan cahaya berpengaruh terhadap laju produksi dan fungsi reproduksi ayam petelur (Fadhlurrohman *et al*., 2021).

Ayam petelur mulai memasuki fase produksi telur setelah mencapai kematangan seksual, yang ditandai dengan munculnya telur pertama, kemudian produksi telur meningkat secara bertahap hingga mencapai fase produksi optimal sebelum akhirnya menurun seiring bertambahnya umur ayam. Pola produksi ini membentuk kurva produksi khas ayam petelur, di mana fase awal produksi hingga fase produksi tinggi merupakan periode kritis yang sangat dipengaruhi oleh kecukupan dan keseimbangan nutrisi pakan. Apabila kebutuhan nutrisi pada fase ini tidak terpenuhi secara optimal, maka potensi produksi telur tidak dapat dicapai secara maksimal dan persistensi produksi cenderung menurun (Anang & Indrijani, 2013; Widjastuti & Garnida, 2015; Utami & Prasetyo, 2016).

Pada fase produksi, kebutuhan nutrisi ayam petelur meningkat secara signifikan karena energi dan zat gizi tidak hanya digunakan untuk pemeliharaan tubuh dan aktivitas metabolisme dasar, tetapi juga untuk pembentukan telur yang berlangsung hampir setiap hari. Proses pembentukan satu butir telur membutuhkan pasokan nutrisi yang cukup dan kontinu, terutama energi, protein, asam amino esensial, mineral, dan vitamin. Ketidakseimbangan antara kebutuhan dan asupan nutrisi dapat menyebabkan gangguan fisiologis yang berdampak pada penurunan produksi telur (Zhang *et al*., 2019).



Gambar 5.1. Hubungan antara pakan, metabolisme nutrisi dan pembentukan telur pada ayam petelur.
(sumber: Gyawali D & Goto T: 2025)

Secara struktural, telur ayam tersusun atas tiga komponen utama yaitu kerabang (kulit telur), putih telur (albumen), dan kuning telur (yolk). Proporsi berat ketiga komponen ini secara umum berkisar sekitar ±10–11% kerabang, ±57% putih telur, dan ±32% kuning telur dari total berat telur ayam (Sarwono, 2001; Triana *et al*., 2022). Kerabang telur terutama tersusun atas mineral kalsium dalam bentuk kalsium karbonat ($CaCO_3$) yang memberikan kekerasan dan kekuatan fisik pada cangkang, sehingga fungsi kerabang tidak hanya sebagai pelindung mekanis tetapi juga berperan dalam pertukaran gas dan pencegah kontaminasi mikroba (Triana *et al*., 2022). Mineral kalsium (Ca) dan fosfor (P) yang cukup dalam pakan ayam petelur menjadi faktor penting dalam sintesis kerabang karena keduanya merupakan bahan baku utama dalam proses mineralisasi cangkang. Ketidakseimbangan atau defisiensi kalsium dan fosfor dalam ransum dapat mengakibatkan penurunan kualitas struktur kerabang, seperti kerabang yang lebih tipis atau rapuh, yang secara langsung menurunkan mutu telur dari perspektif ekonomi dan mutu pasar

(Suprapto *et al*., 2012). Oleh karena itu, formulasi pakan ayam petelur perlu memperhatikan kecukupan kalsium dan fosfor untuk mendukung pembentukan kerabang yang optimal dan menjaga integritas fisik telur yang dihasilkan.

Putih telur (albumen) terutama tersusun atas air dan protein berkualitas tinggi yang dihasilkan dari metabolisme nutrien pada fase pembentukan telur, sehingga kualitas albumen sangat dipengaruhi oleh kecukupan protein dan keseimbangan asam amino esensial dalam pakan ayam petelur. Penelitian menunjukkan bahwa variasi kadar protein dan asam amino dalam ransum berhubungan dengan perubahan parameter kualitas internal telur, termasuk nilai Haugh Unit, yang merupakan indikator mutu albumen, di mana kadar protein dan asam amino esensial dalam ransum menentukan kemampuan amino acid untuk sintesis protein albumen dalam telur (Tuti, 2009; Rahmawati & Irawan, 2021). Sementara itu, kuning telur merupakan sumber utama lemak, vitamin, dan mineral, sehingga komposisi dan kualitasnya dipengaruhi oleh jenis dan kandungan nutrisi pakan, termasuk sumber energi dan lemak, yang berkontribusi pada nilai gizi dan warna kuning telur yang dihasilkan (Mulyati *et al*., 2025). Kekurangan protein atau asam amino tertentu dapat mengurangi viskositas albumen dan menurunkan nilai Haugh Unit telur, yang berdampak negatif pada mutu telur secara keseluruhan (Tuti, 2009)

Kekurangan atau ketidakseimbangan nutrisi dalam pakan tidak hanya berdampak pada penurunan jumlah telur yang dihasilkan, tetapi juga berpengaruh terhadap penurunan kualitas fisik dan kandungan nutrisi telur. Dampak tersebut dapat berupa penurunan berat telur, kerabang yang lebih tipis dan mudah pecah, perubahan warna kuning telur, serta menurunnya kualitas internal telur seperti nilai Haugh Unit. Berbagai penelitian nasional menunjukkan bahwa kualitas dan keseimbangan nutrisi pakan memiliki hubungan yang erat dengan performa produksi dan mutu telur ayam petelur, sehingga pemahaman mengenai karakteristik produksi ayam petelur serta keterkaitannya dengan nutrisi pakan menjadi dasar penting dalam penyusunan strategi pemberian pakan yang efisien, berkelanjutan, dan berorientasi pada mutu produk

(Widjastuti & Garnida, 2015; Rahmawati & Irawan, 2021; Anang & Indrijani, 2013).

5.2 Kebutuhan Nutrisi Pakan Ayam Petelur

5.2.1 Energi

Energi merupakan komponen utama dalam pakan ayam petelur karena berperan dalam seluruh aktivitas metabolisme, termasuk pemeliharaan tubuh, aktivitas fisik, regulasi suhu, dan terutama proses pembentukan telur. Energi dalam pakan unggas umumnya dinyatakan sebagai energi metabolisme (EM), yaitu bagian energi pakan yang dapat dimanfaatkan oleh tubuh ayam setelah dikurangi kehilangan melalui feses dan urin. Kecukupan energi sangat menentukan efisiensi penggunaan nutrien lain, seperti protein, mineral, dan vitamin (Leeson & Summers, 2005).

Sumber energi utama dalam pakan ayam petelur berasal dari bahan pakan kaya karbohidrat, seperti jagung, gandum, sorgum, dan dedak padi. Jagung merupakan bahan pakan energi yang paling umum digunakan karena memiliki kandungan energi tinggi, palatabilitas baik, dan relatif mudah dicerna oleh unggas. Kadar energi metabolisme dalam pakan ayam petelur umumnya berkisar antara 2.700–2.900 kkal/kg, tergantung umur ayam, fase produksi, serta kondisi lingkungan (Zhang *et al*., 2019).

Kecukupan energi dalam pakan merupakan faktor kunci dalam mendukung kebutuhan metabolisme dasar dan proses produksi telur pada ayam petelur. Kekurangan energi dalam ransum menyebabkan ayam tidak mampu memenuhi kebutuhan energi untuk pembentukan telur secara optimal, sehingga produksi telur menurun atau ukuran telur menjadi lebih kecil sebagai bentuk adaptasi fisiologis. Sebaliknya, pakan dengan kandungan energi yang berlebihan dapat memicu penimbunan lemak tubuh, terutama pada rongga abdomen, yang berdampak negatif terhadap fungsi reproduksi dan menurunkan persistensi produksi telur. Kondisi tubuh ayam yang terlalu gemuk diketahui berkaitan dengan penurunan performa produksi yang lebih cepat, terutama pada fase akhir produksi, sehingga keseimbangan energi dalam formulasi pakan perlu diperhatikan secara cermat untuk menjaga efisiensi dan

keberlanjutan produksi telur (Widjastuti & Garnida, 2015; Anang & Indrijani, 2013; Utami & Prasetyo, 2016).

5.2.2 Protein dan Asam Amino

Protein memegang peranan penting dalam pembentukan jaringan tubuh dan komponen telur, khususnya albumen dan kuning telur. Kebutuhan protein kasar ayam petelur umumnya berkisar antara 16–18%, tergantung pada umur, strain ayam, dan fase produksi. Pada fase awal produksi dan puncak produksi, kebutuhan protein relatif lebih tinggi dibandingkan fase akhir produksi (Leeson & Summers, 2005).

Selain jumlah protein, keseimbangan asam amino esensial merupakan faktor kunci dalam efisiensi penggunaan protein pakan. Asam amino esensial seperti lisin, metionin, treonin, dan triptofan tidak dapat disintesis oleh tubuh ayam dan harus tersedia dalam pakan. Metionin dan sistein merupakan asam amino pembatas pertama pada pakan berbasis jagung–bungkil kedelai dan berperan penting dalam pembentukan albumen telur. Lisin berhubungan erat dengan ukuran telur dan massa telur, sedangkan treonin berperan dalam pemeliharaan kesehatan saluran pencernaan (Zhang *et al*., 2019).

Kekurangan protein atau ketidakseimbangan asam amino esensial dapat menyebabkan penurunan produksi telur, penurunan berat telur, serta penurunan kualitas albumen yang ditandai dengan rendahnya nilai Haugh Unit. Oleh karena itu, formulasi pakan modern lebih menekankan pada konsep protein ideal, yaitu penyusunan pakan berdasarkan kebutuhan asam amino esensial relatif terhadap lisin (Leeson & Summers, 2005).

5.2.3 Lemak

Lemak berfungsi sebagai sumber energi padat dengan kandungan energi lebih tinggi dibandingkan karbohidrat dan protein. Selain sebagai sumber energi, lemak berperan dalam meningkatkan palatabilitas pakan serta membantu penyerapan vitamin larut lemak, yaitu vitamin A, D, E, dan K. Lemak juga merupakan komponen utama penyusun kuning telur, sehingga

kualitas dan jenis lemak dalam pakan berpengaruh terhadap komposisi nutrisi telur yang dihasilkan (Ravindran, 2013).

Penambahan sumber lemak dalam pakan ayam petelur, seperti minyak nabati atau minyak ikan, diketahui dapat memodifikasi profil asam lemak kuning telur. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan minyak ikan atau bahan pakan kaya asam α-linolenat mampu meningkatkan kandungan asam lemak omega-3 pada telur, sehingga menghasilkan telur fungsional dengan nilai gizi yang lebih tinggi dan memiliki daya tarik bagi konsumen (Surai, 2018; Kartikasari *et al.,* 2024).

Namun demikian, penggunaan lemak dalam pakan harus dikontrol dengan baik karena kadar lemak yang terlalu tinggi dapat menyebabkan masalah oksidasi pakan dan menurunkan kualitas pakan jika tidak diimbangi dengan antioksidan yang cukup.

5.2.4 Mineral

Mineral merupakan komponen nutrisi penting yang berperan dalam berbagai proses fisiologis pada ayam petelur, termasuk pembentukan kerabang telur, fungsi enzim, dan metabolisme reproduksi. Dua mineral makro yang sangat penting bagi ayam petelur adalah kalsium (Ca) dan fosfor (P), yang berperan langsung dalam pembentukan kerabang telur dan homeostasis mineral melalui penyerapan di usus serta mobilisasi dari jaringan tulang dan medullary bone. Struktur kerabang telur terdiri terutama dari kalsium karbonat, sehingga kebutuhan Ca selama fase produksi sangat tinggi. Selama siklus pembentukan satu butir telur, ayam petelur membutuhkan sekitar 2–2,5 gram kalsium, sebagian besar diperoleh langsung dari pakan sementara sisanya dimobilisasi dari cadangan tulang. Untuk mendukung kualitas kerabang telur yang optimal, beberapa penelitian rekomendasikan kadar kalsium dalam diet ayam petelur berada di kisaran sekitar 3,5–4,7% dari total pakan, yang dikaitkan dengan peningkatan ketebalan dan kekuatan kerabang serta performa produksi telur (Sinclair-Black *et al.,* 2023)

Kekurangan kalsium dalam pakan akan menyebabkan kerabang telur menjadi tipis, rapuh, dan mudah pecah, yang berdampak langsung pada penurunan kualitas dan nilai jual telur. Selain itu, defisiensi kalsium kronis dapat menyebabkan gangguan

kesehatan tulang, seperti osteoporosis pada ayam petelur tua. Selain Ca dan P, mineral mikro seperti magnesium, mangan, seng, dan tembaga juga berperan dalam kualitas kerabang, aktivitas enzim, dan sistem reproduksi (Leeson & Summers, 2005;).

5.2.5 Vitamin

Vitamin berperan sebagai kofaktor dalam berbagai proses metabolisme dan tidak dapat diabaikan dalam pakan ayam petelur. Vitamin D_3 memainkan peranan penting dalam metabolisme kalsium dan fosfor melalui pengaturan absorpsi mineral di usus serta mobilisasi dari jaringan tulang, sehingga secara langsung memengaruhi kualitas kerabang telur serta kesehatan tulang ayam petelur (Sinclair-Black, Garcia, & Ellestad, 2023). Selain itu, vitamin A berkontribusi pada fungsi reproduksi dan integritas jaringan epitel pada unggas, serta dapat memengaruhi fertility dan performa produksi telur ketika dipenuhi secara adekuat dalam diet (Yaripour *et al*., 2018). Vitamin E berfungsi sebagai antioksidan yang melindungi sel dari kerusakan oksidatif, sekaligus menjaga kesehatan reproduksi dan kualitas telur dengan meningkatkan status antioksidan dalam tubuh ayam (Yaripour *et al*., 2018).

Kekurangan vitamin tertentu dapat menyebabkan penurunan produksi telur, gangguan reproduksi, serta penurunan daya tetas telur fertil. Oleh karena itu, suplementasi vitamin dalam pakan komersial ayam petelur merupakan praktik umum untuk memastikan kebutuhan vitamin terpenuhi secara konsisten (Ravindran, 2013).

5.3 Pengaruh Pakan terhadap Produksi Telur

Produksi telur ayam petelur sangat dipengaruhi oleh kualitas dan kuantitas pakan yang dikonsumsi. Konsumsi pakan yang optimal dengan komposisi nutrisi seimbang menghasilkan produksi telur yang tinggi, stabil, dan berkelanjutan. Sebaliknya, pemberian pakan yang tidak tepat, baik dari segi jumlah maupun keseimbangan nutrisi, dapat menurunkan performa produksi serta efisiensi usaha peternakan (Leeson & Summers, 2005).

Konsumsi pakan harian merupakan faktor utama yang menentukan jumlah nutrisi yang masuk ke tubuh ayam. Konsumsi

dipengaruhi oleh kepadatan energi pakan, palatabilitas bahan, umur ayam, dan kondisi lingkungan, khususnya suhu dan kelembapan. Pada suhu tinggi, ayam cenderung menurunkan konsumsi pakan untuk mengurangi panas tubuh, yang dapat menimbulkan defisit energi dan nutrien lain, sehingga menurunkan produksi telur. Oleh karena itu, pada kondisi panas, pakan perlu diformulasikan dengan kepadatan nutrisi lebih tinggi agar kebutuhan nutrisi tetap terpenuhi meski konsumsi menurun (Zhang *et al*., 2019).

Keseimbangan nutrisi, terutama antara energi dan protein, menentukan efisiensi produksi telur. Rasio energi–protein yang tidak tepat dapat menyebabkan pemborosan nutrien atau gangguan metabolisme. Kelebihan energi dengan protein kurang akan menimbun lemak tubuh, sedangkan kekurangan energi dengan protein tinggi menurunkan efisiensi penggunaan protein. Formulasi yang seimbang diperlukan untuk mendukung pembentukan telur secara optimal, baik jumlah maupun ukurannya (Leeson & Summers, 2005).

Nutrisi mikro, meski dibutuhkan dalam jumlah kecil, berperan penting dalam proses fisiologis ayam petelur, terutama produksi dan kualitas telur. Mineral mikro seperti seng (Zn), mangan (Mn), dan tembaga (Cu) berfungsi sebagai kofaktor enzim yang memengaruhi sintesis matriks cangkang, metabolisme energi, dan aktivitas biologis lain yang mendukung produksi telur. Vitamin, terutama D_3, A, dan E, penting dalam metabolisme mineral, fungsi reproduksi, dan perlindungan sel dari stres oksidatif. Vitamin D_3 khususnya meningkatkan penyerapan kalsium dan fosfor, berpengaruh langsung pada kualitas kerabang telur dan kesehatan tulang. Kekurangan mineral mikro maupun vitamin dapat menurunkan kualitas kerabang, mengganggu reproduksi, dan menimbulkan fluktuasi produksi. Oleh karena itu, pemenuhan kebutuhan nutrisi mikro melalui formulasi pakan yang tepat menjadi kunci efisiensi dan keberlanjutan produksi telur (Elnesr *et al*., 2024).

5.4 Pengaruh Pakan terhadap Kualitas Telur

Kualitas telur merupakan salah satu indikator utama keberhasilan manajemen pemeliharaan ayam petelur, selain tingkat produksi telur. Kualitas telur tidak hanya menentukan penerimaan

konsumen, tetapi juga memiliki implikasi ekonomi yang signifikan bagi peternak. Pakan memegang peranan sentral dalam menentukan kualitas telur karena seluruh komponen telur dibentuk dari zat gizi yang berasal dari pakan. Oleh karena itu, komposisi dan keseimbangan nutrisi pakan sangat menentukan mutu fisik, kimia, dan fungsional telur yang dihasilkan (Leeson & Summers, 2005).

5.4.1 Berat dan Ukuran Telur

Berat dan ukuran telur merupakan parameter kualitas telur yang paling mudah diamati dan memiliki pengaruh langsung terhadap nilai jual telur di pasaran. Berat telur dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti umur ayam, genetik, dan terutama asupan nutrisi pakan. Nutrien utama yang berperan dalam menentukan berat telur adalah energi, protein, dan asam amino esensial, khususnya lisin dan metionin (Zhang *et al.,* 2019).

Asupan energi yang cukup diperlukan untuk mendukung proses pembentukan telur secara keseluruhan, sementara protein dan asam amino berperan dalam pembentukan albumen dan yolk. Pakan dengan kadar protein yang memadai dan keseimbangan asam amino yang tepat akan menghasilkan telur dengan ukuran yang seragam dan berat telur yang sesuai dengan standar pasar. Kekurangan protein atau asam amino esensial, terutama lisin, dapat menyebabkan penurunan berat telur dan variasi ukuran telur yang tinggi (Leeson & Summers, 2005).

Penelitian menunjukkan bahwa peningkatan kadar protein dan lisin dalam batas optimal dapat meningkatkan berat telur tanpa menurunkan efisiensi produksi. Sebaliknya, kelebihan protein yang tidak diimbangi dengan energi yang cukup dapat menurunkan efisiensi penggunaan nutrien dan meningkatkan biaya produksi. Oleh karena itu, formulasi pakan ayam petelur harus memperhatikan keseimbangan energi dan protein agar berat telur optimal dapat dicapai secara efisien (Sundu, Kumar, & Dingle, 2009; Zhang, Li, & Bryden, 2019).

5.4.2 Kualitas Kerabang Telur

Kualitas kerabang telur merupakan aspek penting karena berkaitan langsung dengan tingkat kerusakan telur selama

penanganan, penyimpanan, dan distribusi. Kerabang yang kuat dan tebal mampu mengurangi risiko pecah dan meningkatkan daya simpan telur. Kerabang tersusun terutama dari kalsium karbonat, sehingga kecukupan mineral makro seperti kalsium (Ca) dan fosfor (P) berperan krusial dalam pembentukan struktur kerabang yang optimal. Penelitian pada ayam petelur menunjukkan bahwa peningkatan kadar kalsium dalam ransum secara signifikan meningkatkan ketebalan dan kekuatan kerabang (An, Kim, & An, 2016). Selain itu, vitamin D_3 berperan dalam meningkatkan absorpsi kalsium dan fosfor di saluran pencernaan, sehingga mendukung sintesis kerabang yang berkualitas (Leeson & Summers, 2005). Kekurangan kalsium, fosfor, atau vitamin D_3 dapat menyebabkan kerabang yang tipis dan rapuh, yang berdampak negatif pada mutu telur.

Ayam petelur membutuhkan kalsium dalam jumlah besar untuk pembentukan kerabang telur, yaitu sekitar 2–2,5 gram kalsium per butir telur. Oleh karena itu, kadar kalsium dalam pakan ayam petelur relatif tinggi dibandingkan unggas lain. Kekurangan kalsium akan menyebabkan kerabang telur menjadi tipis, rapuh, dan mudah retak, sedangkan ketidakseimbangan rasio Ca:P dapat mengganggu metabolisme mineral dan kesehatan tulang ayam (Leeson & Summers, 2005).

Selain jumlah kalsium, ukuran partikel sumber kalsium juga Penggunaan sumber kalsium dengan ukuran partikel yang lebih besar dalam ransum ayam petelur dapat memengaruhi kualitas kerabang telur karena partikel kasar cenderung tertahan lebih lama di saluran pencernaan, sehingga kalsium dilepaskan secara bertahap sepanjang siklus pembentukan kerabang yang berlangsung pada malam hari. Hal ini dapat meningkatkan ketebalan dan kekuatan kerabang telur dibandingkan dengan partikel halus. Penelitian pada ayam petelur menunjukkan bahwa peningkatan proporsi limestone berukuran kasar (*coarse*) dalam ransum berhubungan dengan peningkatan parameter kualitas kerabang, seperti ketebalan dan kekuatan kerabang (Khosht, Abd el Khalek, & Abdel Magid, 2020; studi lain juga melaporkan perbaikan ketahanan kerabang dengan partikel kalsium yang lebih besar dibandingkan partikel halus). Oleh karena itu, pemilihan ukuran partikel sumber kalsium dalam

formulasi pakan perlu diperhatikan sebagai strategi nutrisi untuk mendukung kualitas kerabang telur ayam petelur.

5.4.3 Kualitas Albumen

Kualitas albumen atau putih telur merupakan parameter penting yang mencerminkan mutu internal telur dan kesegarannya. Nilai Haugh Unit (HU) merupakan ukuran standar untuk menilai kualitas albumen, di mana HU dihitung dari tinggi albumen dan berat telur; semakin tinggi HU menunjukkan albumen yang lebih kental dan mutu internal telur yang lebih baik (Obianwuna *et al*., 2022). Nilai HU dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk kualitas protein dan keseimbangan asam amino dalam pakan, karena protein dalam albumen mengandung komponen struktural utama yang menentukan viskositas dan integritas albumen. Haugh Unit juga dipengaruhi oleh kondisi fisiologis ayam dan komponen nutrien termasuk asam amino esensial yang penting bagi sintesis protein albumen. Penelitian menunjukkan bahwa variasi dalam komposisi asam amino pakan dapat berdampak pada parameter kualitas telur, termasuk kualitas albumen yang tercermin pada nilai Haugh Unit telur ayam petelur (Kim & Kang, 2022).

Selain protein, faktor lain seperti kesehatan ayam dan keseimbangan mineral juga dapat memengaruhi kualitas albumen. Namun, pakan tetap menjadi faktor utama yang dapat dimodifikasi secara langsung untuk meningkatkan kualitas albumen. Oleh karena itu, penyusunan pakan ayam petelur harus memastikan kecukupan protein berkualitas tinggi agar mutu albumen tetap terjaga sepanjang periode produksi (Leeson & Summers, 2005).

5.4.3 Warna Kuning Telur

Warna kuning telur menjadi indikator kualitas yang diperhatikan konsumen, meskipun tidak selalu mencerminkan nilai gizi. Intensitasnya ditentukan oleh karotenoid, terutama xantofil seperti lutein dan zeaxanthin, yang diperoleh dari pakan karena ayam tidak dapat mensintesisnya sendiri. Pakan kaya karotenoid meningkatkan pigmen dalam kuning telur sehingga warnanya lebih cerah (Valentim *et al*., 2025).

Sumber pigmen alami, seperti jagung kuning, tepung jagung gluten, dan bunga marigold, terbukti meningkatkan skor warna kuning tanpa menurunkan kualitas internal telur (Ouro *et al*., 2023). Preferensi konsumen terhadap kuning telur cerah hingga oranye mendorong produsen menyesuaikan ransum. Pigmen alami dianggap lebih aman, ramah lingkungan, dan menambah nilai jual, dengan efektivitas bergantung pada jenis bahan, penyerapan, dan metabolisme karotenoid ayam (Valentim *et al*., 2025).

5.4.4 Kandungan Nutrisi Telur dan Telur Fungsional

Selain kualitas fisik, pakan juga memengaruhi kandungan nutrisi telur, sehingga nutrisi telur dapat dimodifikasi melalui formulasi ransum ayam petelur. Misalnya, pemberian pakan yang diperkaya dengan asam lemak omega-3 dari sumber nabati seperti flaxseed atau sumber hewani seperti minyak ikan terbukti meningkatkan kandungan asam lemak tak jenuh di dalam kuning telur dibandingkan telur dari ayam dengan pakan konvensional (Usturoi *et al*., 2025). Pendekatan formulasi seperti ini termasuk dalam pengembangan telur fungsional, yaitu telur yang memiliki komposisi nutrien yang diperluas dan manfaat kesehatan tambahan bagi konsumen, misalnya dengan kandungan omega-3 lebih tinggi yang dikaitkan dengan penurunan risiko penyakit kardiovaskular dan keseimbangan rasio omega-6/omega-3 yang lebih sehat (Usturoi *et al*., 2025;

Penambahan bahan pakan seperti minyak ikan, biji rami, atau sumber lemak tertentu dalam pakan ayam petelur dapat meningkatkan kandungan asam lemak omega-3 pada kuning telur. Selain itu, suplementasi vitamin dan mineral tertentu dapat meningkatkan kandungan mikronutrien telur. Upaya ini tidak hanya meningkatkan nilai gizi telur, tetapi juga meningkatkan daya saing produk telur di pasar modern (Zhang *et al*., 2019).

Namun demikian, modifikasi pakan untuk menghasilkan telur fungsional harus dilakukan dengan perhitungan yang matang agar tidak berdampak negatif terhadap performa produksi ayam dan efisiensi ekonomi usaha peternakan.

5.5 Implikasi Formulasi Pakan dalam Praktik

Formulasi pakan ayam petelur merupakan aspek kunci dalam manajemen produksi unggas karena menentukan performa produksi, kualitas telur, kesehatan ayam, dan efisiensi ekonomi. Dalam praktik, formulasi pakan tidak bisa seragam untuk semua kondisi, melainkan harus disesuaikan dengan fase produksi, kondisi lingkungan, dan tujuan produksi. Pendekatan yang tepat memungkinkan peternak memperoleh produksi optimal dan kualitas telur yang konsisten sepanjang periode bertelur (Leeson & Summers, 2005).

Pemenuhan kebutuhan nutrisi sesuai standar merupakan prinsip utama formulasi pakan. Kebutuhan ayam bervariasi berdasarkan umur dan fase produksi, seperti fase awal bertelur, puncak produksi, dan fase akhir produksi. Pada fase awal dan puncak, kebutuhan energi, protein, asam amino, dan mineral—terutama kalsium—lebih tinggi dibanding fase akhir. Oleh karena itu, penggunaan standar nutrisi ilmiah, seperti NRC, SNI, atau rekomendasi perusahaan pembibitan, penting sebagai dasar penyusunan ransum. Ketidaksesuaian antara kebutuhan nutrisi dan formulasi dapat menurunkan produksi, kualitas telur, serta kesehatan ayam (Zhang *et al*., 2019).

Pemilihan bahan pakan berkualitas dan mudah dicerna menjadi hal penting. Kualitas tidak hanya ditentukan oleh kandungan nutrien, tetapi juga oleh ketersediaan hayati (*bioavailability*). Bahan pakan dengan kecernaan rendah menurunkan efisiensi pemanfaatan nutrien dan meningkatkan ekskresi, yang berdampak negatif terhadap lingkungan. Formulasi pakan modern juga memperhitungkan efisiensi biaya, karena pakan menyumbang sekitar 60–70% dari total biaya produksi. Pendekatan least-cost formulation banyak diterapkan untuk menekan biaya tanpa mengorbankan performa, namun keseimbangan nutrisi tetap harus dijaga agar kualitas telur dan performa produksi tidak menurun (Leeson & Summers, 2005; Zhang *et al*., 2019; Wang *et al*., 2017).

Tabel 5.1. Persyaratan mutu pakan ayam pada dua fase produksi ayam petelur

No	Parameter	Satuan	Persyaratan mutu ayam dara		Persyaratan mutu ayam setelah puncak produksi	
			Mutu 1	Mutu 2	Mutu 1	Mutu 2
1	Kadar air (maks)	%	12,00	12,00	13,00	13,00
2	Kadar abu (maks)	%	15,00	17,00	15,00	16,00
3	Kadar protein kasar (min)	%	28,00	25,00	16,00	15,00
4	Kadar lemak kasar (min)	%	2,00	2,00	3,00	3,00
5	Kadar serat kasar (maks)	%	8,00	9,00	8,00	9,00
6	Kadar kalsium (ca)	%	2,30 s.d. 3,50	2,30 s.d. 3,75	3,50 s.d. 4,50	3,50 s.d. 4,75
7	Kadar fosfor (P) total (min)	%	0,70	0,70	0,40	0,30
8	Alfatoksin total (maks)	µg/kg	40,00	40,00	40,00	40,00
9	Kadar asam amino					
	- Lisin (min)	%	1,4	1,30	0,65	0,6
	- Metionin (min)	%	0,52	0,48	0,32	0,28

Sumber: RSNI3 3148-4:2024 dan RSNI3 8290-6:2024

Selain aspek teknis dan ekonomi, formulasi pakan diarahkan untuk mendukung produksi berkelanjutan. Hal ini mencakup penggunaan aditif pakan yang aman, peningkatan efisiensi pemanfaatan nutrien, dan pengurangan limbah nutrien. Dengan pendekatan berbasis bukti ilmiah dan disesuaikan dengan kondisi lapangan, peternak dapat mencapai produksi telur optimal, kualitas telur konsisten, serta usaha peternakan yang produktif, efisien, dan ramah lingkungan (Sinclair-Black *et al*., 2023; Zhang *et al*., 2019).

5.6 Penutup

Pakan merupakan faktor utama dalam produksi ayam petelur karena menentukan jumlah dan kualitas telur. Seluruh proses fisiologis pembentukan telur—albumen, yolk, dan kerabang—bergantung pada ketersediaan dan keseimbangan nutrisi, termasuk

energi, protein, asam amino, mineral, dan vitamin (Leeson & Summers, 2005).

Kualitas pakan memengaruhi berat telur, kekuatan kerabang, kualitas albumen, warna kuning, dan kandungan nutrien. Ketidakseimbangan nutrisi, baik kekurangan maupun kelebihan, berdampak negatif pada performa produksi, kesehatan ayam, dan efisiensi ekonomi (Zhang *et al*., 2019).

Formulasi pakan modern juga memperhatikan efisiensi biaya. Pakan menyumbang sebagian besar biaya produksi, sehingga pemilihan bahan dan perhitungan komposisi harus cermat agar biaya ditekan tanpa mengurangi performa ayam (Leeson & Summers, 2005).

Selain itu, formulasi pakan diarahkan untuk keberlanjutan produksi. Penggunaan bahan berkualitas, keseimbangan nutrisi, aditif pakan, dan optimalisasi energi-protein membantu peternak mencapai produksi telur optimal dengan kualitas konsisten. Pemahaman nutrisi ayam petelur menjadi landasan bagi sistem produksi yang produktif, efisien, dan berkelanjutan (Zhang *et al*., 2019; Sinclair-Black *et al*., 2023).

DAFTAR PUSTAKA

An, B. K., Kim, B. K., & An, G. H. (2016). Effects of dietary calcium levels on eggshell quality and bone characteristics in laying hens. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 29(12), 1701–1708. https://doi.org/10.5713/ajas.16.0160

Anang, A., & Indrijani, H. (2013). Pendugaan kurva produksi telur ayam ras petelur. Jurnal Ilmu Ternak, 13(1), 1–6.

Atmaja, R. R., Pratama, A. Y., & Nugroho, E. (2024). Suplementasi mineral trace terhadap performa produksi dan kualitas telur ayam petelur. Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Indonesia, 10(1), 45–54.

Elnesr, S. S., Mahmoud, B. Y., & dkk. (2024). Trace minerals in laying hen diets and their effects on egg quality: A review. Biological Trace Element Research. https://link.springer.com/article/10.1007/s12011-024-04121-8

Elnesr, S. S., Wu, S. B., & Attia, Y. A. (2024). Trace minerals and vitamin nutrition in laying hens: Impacts on performance, eggshell quality, and health. Animal Nutrition, 10, 100794. https://doi.org/10.1016/j.aninu.2024.100794

Fadhlurrohman, M., Suryadi, U., & Kurniawan, E. (2021). Pengaruh suhu dan pencahayaan terhadap performa produksi ayam petelur. Jurnal Peternakan Indonesia, 23(2), 145–153.

Kartikasari, L. R., Santoso, H., & Nurhayati, T. (2024). Peningkatan kandungan asam lemak omega-3 telur ayam petelur melalui suplementasi α-linolenic acid dalam pakan. Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, 22(1), 12–20.

Kim, M., & Kang, H. (2022). Effects of dietary amino acids on egg quality and albumen properties in laying hens. Poultry Science, 101(5), 101881. https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.101881

Leeson, S., & Summers, J. D. (2005). Commercial poultry nutrition (3rd ed.). Nottingham University Press.

Li, X., Zhang, D., & Bryden, W. L. (2017). Calcium and phosphorus metabolism and nutrition of poultry: Are current diets

formulated in excess? Animal Production Science, 57(11), 2304–2310. https://doi.org/10.1071/AN17389

Mulyati, S., Handayani, D., & Kurniawan, A. (2025). Pengaruh sumber energi pakan terhadap warna dan komposisi kuning telur ayam petelur. Jurnal Peternakan Indonesia, 27(1), 12–21.

Mulyati, S., Rahayu, S., & Hidayat, R. (2025). Pengaruh perubahan komposisi nutrisi pakan terhadap kualitas internal telur ayam petelur. Jurnal Peternakan Indonesia, 27(1), 33–42.

Obianwuna, C. C., Okeudo, N. J., & Ibeawuchi, I. I. (2022). Nutritional modulation of egg albumen quality in laying hens. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 106(5), 1198–1207. https://doi.org/10.1111/jpn.13638

Ouro, I., Valentim, R. J., & Santos, C. (2023). Natural carotenoids as egg yolk colorants: Effects on egg quality and consumer acceptability. Poultry Science, 102(6), 102230. https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.102230

Rahmawati, D., & Irawan, B. (2021). Pengaruh penggunaan fitobiotik dalam pakan terhadap kualitas telur ayam petelur. Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan, 9(2), 85–92.

Rahmawati, N., & Irawan, A. C. (2021). Pengaruh komposisi ransum terhadap kualitas internal telur ayam ras petelur. Jurnal Nutrisi Ternak Tropis, 4(2), 65–73.

RSNI3 3148-4:2024. Persyaratan mutu pakan ayam pada fase pemeliharaan ayam dara. Badan Standardisasi Nasional Indonesia, Jakarta, 2024.

RSNI3 8290-6:2024. Persyaratan mutu pakan ayam pada fase setelah puncak produksi. Badan Standardisasi Nasional Indonesia, Jakarta, 2024.

Sarwono, B. (2001). Ayam petelur. Penebar Swadaya.

Sinclair-Black, M., Garcia, R. A., & Ellestad, L. E. (2023). Physiological regulation of calcium and phosphorus utilization in laying hens. Frontiers in Physiology, 14, 1112499. https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1112499

Suprapto, H., Widodo, E., & Sudjarwo, E. (2012). Hubungan kecukupan kalsium dan fosfor ransum terhadap kualitas kerabang telur ayam petelur. Jurnal Ilmu Ternak, 12(2), 89–95.

Triana, A., Putra, R. A., & Hidayat, C. (2022). Karakteristik fisik dan struktur kerabang telur ayam ras petelur. Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan, 10(1), 45–53.

Tuti, Y. (2009). Pengaruh kadar protein ransum terhadap kualitas internal telur ayam ras petelur. Jurnal Ilmu Ternak, 9(1), 33–39.

Utami, M. M. D., & Prasetyo, L. H. (2016). Pola produksi telur ayam ras petelur berdasarkan umur pemeliharaan. Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Tropis, 3(2), 87–94.

Valentim, R. J., Santos, C., & Oliveira, M. A. (2025). Effects of dietary xanthophylls on yolk pigmentation and egg quality in laying hens. Journal of Poultry Science, 62(1), 45–57. https://doi.org/10.2141/jpsa.2024010

Wang, J., Yue, H., Wu, S., Zhang, H., & Qi, G. (2017). Nutritional modulation of health, egg quality and environmental pollution of laying hens. Animal Nutrition, 3(2), 91–96. https://doi.org/10.1016/j.aninu.2017.03.001

Widjastuti, T., & Garnida, D. (2015). Performans produksi ayam ras petelur pada fase produksi yang berbeda. Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner, 20(3), 168–175.

Zhang, D., Li, X., & Bryden, W. L. (2019). Nutrition, metabolism and physiological regulation of egg production in laying hens. Poultry Science, 98(10), 1–10. https://doi.org/10.3382/ps/pez387

BAB 6
PAKAN UNTUK ITIK DAN UNGGAS AIR LAINNYA

Pakan merupakan komponen biaya terbesar dan penentu utama keberhasilan usaha pada produksi unggas air, termasuk itik, entok, dan goose. Karena hampir 60–70% biaya produksi pada usaha unggas berasal dari pakan, optimisasi komposisi ransum, pemilihan bahan baku lokal, dan penggunaan aditif fungsional menjadi fokus utama untuk meningkatkan efisiensi biaya sekaligus performa produksi. Penelitian dan tinjauan terkini menunjukkan bahwa strategi nutrisi modern pada unggas air perlu menggabungkan pemanfaatan bahan lokal, supplementasi enzim dan probiotik, serta pendekatan formulasi berbasis kecernaan aktual bahan pakan untuk mencapai target pertumbuhan, kualitas daging/ telur, dan kesehatan usus kawanan (El-Sabry et al., 2023; Jiang et al., 2020).

Secara biologis, unggas air memiliki beberapa karakteristik pencernaan dan perilaku makan yang membedakannya dari ayam. Perbedaan ini memengaruhi pemilihan bahan pakan dan densitas nutrien ransum. Misalnya, beberapa studi pada bebek (Pekin/*Muscovy dan tipe meat-duck*) menunjukkan variasi respons terhadap densitas energi, sumber protein, dan aditif enzimatik; hal ini berarti formulasi ransum yang berhasil pada ayam tidak selalu langsung dapat diterapkan pada itik tanpa penyesuaian (Li et al., 2023; Biesek et al., 2022). Selain itu, unggas air secara relatif mampu memanfaatkan bahan berserat dan beberapa produk samping agroindustri, sehingga membuka peluang substitusi komponen pakan impor dengan bahan lokal yang lebih murah dan berkelanjutan. Studi-studi regional di Indonesia juga memperlihatkan potensi pemanfaatan serangga (*maggot frass*), limbah hatchery, atau bahan fermentasi sebagai komponen alternatif dalam ransum itik, dengan hasil awal yang menjanjikan terhadap performa dan biaya pakan (Utama et al., 2024; Ghoni et al., 2024).

Keamanan pakan dan stabilitas mikrobiota usus menjadi isu penting pada sistem produksi unggas air karena lingkungan lembap dan paparan media air meningkatkan risiko kontaminasi mikroba serta penumpukan mycotoxin pada bahan pakan. Oleh karena itu, pendekatan manajemen pakan yang baik—termasuk pengujian kualitas bahan, praktik penyimpanan yang benar, serta penggunaan probiotik dan proses fermentasi—telah terbukti mengurangi risiko gangguan kesehatan dan memperbaiki kecernaan nutrien (Halder et al., 2024; Li Z. et al., 2024). Fermentasi pakan atau penggunaan pakan difermentasi tampak meningkatkan ketersediaan nutrien dan menguntungkan profil mikrobiota usus, sehingga berpotensi meningkatkan pertumbuhan pada beberapa jenis bebek dan unggas air lain (Li Z. et al., 2024).

Perkembangan aditif pakan modern—khususnya enzim eksogen (*fitase, protease, xilanase*) dan kombinasi enzim—menawarkan jalur praktis untuk meningkatkan pemanfaatan bahan baku dengan kandungan fitat atau serat tinggi. Penelitian pada bebek menunjukkan bahwa suplementasi fitase dan protease dapat meningkatkan pertumbuhan, aktivitas enzim pencernaan usus, serta status metabolik darah, sehingga menurunkan FCR (*feed conversion ratio*) dan meningkatkan efisiensi nutrisi (Jiang et al., 2020). Implementasi multi-enzim dan produk mikrobiota fungsional (probiotik) juga sejalan dengan tren global untuk mengurangi penggunaan antibiotik sebagai growth promoters dan mendukung sistem produksi unggas yang lebih ramah lingkungan (Halder et al., 2024; Biesek et al., 2022).

Dari sudut pandang produksi dan ekonomi, peningkatan permintaan konsumsi produk unggas air—termasuk daging itik dan telur itik—mendorong kebutuhan formulasi ransum yang tidak hanya memenuhi kebutuhan nutrisi, tetapi juga meningkatkan kualitas produk akhir (tekstur daging, komposisi lemak, kualitas telur). Kajian tentang efisiensi konsumsi pakan (mis. indikator RFI/RIG) pada bebek modern memperlihatkan adanya variasi genetik dan kebutuhan nutrisi yang harus diperhitungkan dalam skema pemuliaan dan pemeliharaan ransum untuk mencapai produksi yang optimal (Li et al., 2023).

Berdasarkan kajian-kajian terbaru tersebut, perencanaan nutrisi untuk itik dan unggas air lainnya harus memenuhi beberapa prinsip: (1) formulasi berbasis kecernaan nyata dan densitas energi/protein sesuai fase produksi; (2) optimalisasi bahan lokal dan alternatif setelah verifikasi nilai nutrisinya; (3) pemanfaatan aditif fungsional (enzim, probiotik, pakan difermentasi) untuk meningkatkan kecernaan dan kesehatan usus; serta (4) pengelolaan mutu pakan untuk mencegah kontaminasi mikroba dan mycotoxin. Implementasi prinsip-prinsip ini diharapkan tidak hanya meningkatkan efisiensi produksi tetapi juga mendukung keberlanjutan ekonomi dan lingkungan pada usaha unggas air di tingkat peternak kecil hingga komersial (El-Sabry et al., 2023; Halder et al., 2024; Utama et al., 2024).

6.1 Karakteristik Nutrisi dan Fisiologi Unggas Air

Itik dan unggas air memiliki fisiologi yang berbeda dari unggas darat seperti ayam. Perbedaan tersebut memengaruhi kebutuhan nutrisi, pencernaan, serta pemilihan bahan pakan yang tepat. Sistem pencernaan itik lebih mampu memanfaatkan bahan berserat, sementara kebutuhan air lebih tinggi karena anatomi dan pola makan yang khas (Wang et al., 2020).

Fisiologi Unggas Air

Struktur Paruh dan Cara Makan

Itik memiliki paruh lebar dengan lamellae, struktur seperti sisir yang memudahkan menyaring makanan dari air atau lumpur. Adaptasi ini membuat itik mampu mengonsumsi biji, moluska, serangga air, dan vegetasi akuatik (Pratama et al., 2024).

Implikasi nutrisi:

Tekstur pakan sebaiknya tidak terlalu halus. Pellet lebih mudah dikonsumsi dan meningkatkan intake.

Sistem Pencernaan

1. Gizzard
   Gizzard itik lebih berotot dibandingkan ayam, sehingga mampu menggiling bahan pakan bertekstur kasar seperti dedak padi dan biji-bijian. → Itik dapat mentoleransi serat 5–8% lebih baik daripada ayam (Jia et al., 2023).

2. Ceca (sekum)
   Ceca ganda pada itik berfungsi: fermentasi serat, menghasilkan vitamin B kompleks, memperbaiki pencernaan bahan berserat.
3. Usus Halus
   Usus itik sedikit lebih pendek dari ayam, tetapi aktivitas enzim pencernaannya tinggi, terutama dalam mencerna protein hewani (Li et al., 2024).

Konsumsi Air dan Ketergantungan pada Air Unggas air minum 30–50% lebih banyak dibanding ayam karena: makan sambil mencelupkan paruh, metabolisme air yang tinggi, konsumsi bahan berserat. Kualitas air sangat mempengaruhi kesehatan usus dan fungsi pencernaan (Naeem et al., 2025).

Karakteristik Nutrisi Itik dan Unggas Air

1. Energi
   Energi metabolisme (ME) harus disesuaikan dengan aktivitas, lingkungan, dan fase produksi.
   Rentang umum:
   Starter: 2800–2900 kcal/kg
   Grower: 2600–2800 kcal/kg
   Layer: 2700–2850 kcal/kg
   Keseimbangan ME-protein memengaruhi pertumbuhan dan kualitas tubuh (Zhou et al., 2021).
2. Protein dan Asam Amino
   Protein sangat penting karena itik memiliki pertumbuhan jaringan yang cepat dan produksi bulu yang tinggi.
   Kebutuhan protein (%):
   Starter: 19–21%
   Grower: 16–18%
   Layer: 16–18%
   Asam amino penting: lisin, metionin, sistein, treonin. Studi modern menunjukkan bahwa perbaikan keseimbangan asam amino meningkatkan performa pertumbuhan dan produksi telur (Jia et al., 2023).
3. Mineral
   Mineral makro:
   Ca (kalsium),P (fosfor) Na, Cl, K

Mineral mikro:
Zn, Mn, Cu, Se
Mineral sangat berperan dalam kesehatan tulang, metabolisme energi, dan kualitas cangkang. Kebutuhan mineral itik diperbarui dalam review modern (Wang et al., 2020).

4. Vitamin
   Vitamin berfungsi dalam metabolisme, kesehatan tulang, reproduksi, dan imunitas.
   Vitamin penting pada itik:
   Vitamin A → pertumbuhan & imunitas
   Vitamin D3 → metabolisme Ca–P
   Vitamin E → antioksidan
   Vitamin B kompleks (niasin sangat kritis)
   Kekurangan niasin menyebabkan perosis (kaki bengkok) pada anak itik (Mahmud et al., 2022).
   Serat
   Karena gizzard kuat dan aktivitas ceca tinggi, itik mampu memanfaatkan serat kasar lebih baik. Serat 5–8% dapat dimanfaatkan tanpa menurunkan performa (Rahmawati & Setiadi, 2023).
5. Air
   Air merupakan nutrisi utama bagi unggas air:
   membantu menelan pakan, menjaga fungsi metabolik, mengatur suhu tubuh. Kualitas air harus terjaga untuk mencegah enteritis (Naeem et al., 2025).
   Implikasi Nutrisi pada Formulasi Pakan
   Berdasarkan fisiologi di atas, formulasi pakan unggas air harus mempertimbangkan:
   Bentuk pakan → pellet lebih efisien.
   Serat boleh lebih tinggi daripada unggas darat.
   Protein hewani (tepung ikan/tepung udang) efektif meningkatkan pertumbuhan.
   Hijauan air seperti Azolla dan Lemna dapat digunakan sebagai sumber protein alternatif (Pratama et al., 2024).
   Probiotik & pakan fermentasi meningkatkan kesehatan usus (Li et al., 2024).

6.2 Bahan Pakan Utama Untuk Itik & Unggas Air

Bahan pakan untuk itik dan unggas air terdiri dari sumber energi, protein, mineral, vitamin, serat, serta bahan tambahan (*additives*). Berbeda dari ayam, itik memiliki toleransi lebih tinggi terhadap serat dan dapat memanfaatkan bahan lokal seperti dedak, Azolla, atau tanaman air. Pemilihan bahan pakan harus mempertimbangkan kecernaan, nilai nutrisi, harga, dan keamanan (Wang et al., 2020).

Klasifikasi Bahan Pakan Utama

Kelompok	Fungsi Utama	Contoh
Sumber energi	Penunjang metabolisme & aktivitas	Jagung, dedak, menir, onggok
Sumber protein	Pertumbuhan & produksi telur	Tepung ikan, SBM, Azolla, daun singkong
Hijauan/vegetasi air	Serat, vitamin & protein tambahan	Azolla, Lemna, kangkung air
Mineral	Tulang, cangkang, elektrolit	$CaCO_3$, dicalcium phosphate, garam
Vitamin	Metabolisme& imunitas	Premiks vitamin
Additives	Peningkatan kecernaan& Kesehatan	Probiotik, enzim, antioksidan

Sumber Energi

1. Jagung
   Jagung merupakan bahan energi utama karena:
   palatabilitas tinggi kandungan energi metabolisme tinggi
   mudah dicerna Jagung menyumbang 40–50% ransum itik modern (Jia et al., 2023).
2. Dedak Padi
   Keunggulan:
   harga murah, mudah diperoleh mengandung serat 11–14% yang masih dapat ditoleransi itik kaya vitamin B (alami)

Kekurangan: variabilitas kualitas tinggi, mudah tengik Penggunaannya 10–25% aman untuk itik (Rahmawati & Setiadi, 2023).

3. Menir/Beras Pecah
   Nilai gizinya mirip jagung, tetapi: rendah pigmen karotenoid lebih tinggi pati Biasanya digunakan 5–20% dalam ransum.
4. Onggok / Limbah Pati
   Mengandung energi cukup tinggi, namun protein sangat rendah. Perlu tambahan sumber protein saat digunakan.

Sumber Protein

1. Sumber Protein Hewani
   a. Tepung Ikan
      Sumber protein terbaik untuk itik karena:
      Kaya lisin & metionin meningkatkan pertumbuhan dan FCR Level penggunaan umum 5–8% (Li et al., 2024).
   b. Tepung Udang / Tepung Keong
      Keunggulan:
      Meningkatkan palatabilitas mengandung mineral (Ca, P) cocok untuk sistem semi-intensif Digunakan 3–10%.
2. Sumber Protein Nabati
   a. Bungkil Kedelai (SBM)
      Keunggulan: tinggi protein (44–48%) profil asam amino baik Tetapi: harga relatif mahal perlu keseimbangan dengan energi
   b. Bungkil Kelapa & Bungkil Inti Sawit
      Digunakan sebagai alternatif ekonomis: CKM (*coconut meal*) → sumber energi & protein PKM (palm kernel meal) → cocok untuk itik pedaging (Pratama et al., 2024) Namun PKM memerlukan enzim tambahan untuk meningkatkan kecernaan.
   c. Hijauan Berprotein Tinggi (Azolla, Lemna, Daun Singkong)
      Azolla sangat potensial karena: protein 20–25% kaya mineral & vitamin mudah dibudidayakan Penggunaan 5–20% meningkatkan FCR dan warna kuning telur (Pratama et al., 2024). Daun singkong dapat digunakan 5–12% setelah pengolahan (pengeringan/perebusan).

Bahan Pakan Hijauan dan Vegetasi Air

1. Azolla
   Tinggi protein dan pigmen alami Meningkatkan efisiensi pakan Ramah lingkungan (Studi terbaru menunjukkan peningkatan pertumbuhan Muscovy duck; Pratama et al., 2024)
2. Lemna (Kiambang)
   Potensi sebagai bahan pakan masa depan Kandungan protein 25–35% Memerlukan pengeringan yang baik sebelum dicampur
3. Kangkung Air
   Baik sebagai pakan pendukung: tinggi serat larut meningkatkan kesehatan usus sangat disukai itik semi-intensif

Mineral dan Vitamin

1. Mineral Makro
   Ca untuk tulang dan cangkang (dibutuhkan tinggi pada petelur) P untuk energi metabolic NaCl untuk keseimbangan cairan Kekurangan Ca → telur bershell tipis; kelebihan NaCl → wet droppings (Wang et al., 2020).
2. Mineral Mikro
   Zn: kulit & bulu Mn: tulang & reproduksi Cu: hemoglobin Se: antioksidan
3. Vitamin
   Premiks wajib diberikan untuk memenuhi kebutuhan: A (penglihatan, pertumbuhan) D3 (Ca–P metabolism) E (antioksidan)B kompleks (terutama niasin, kritis untuk itik) Kekurangan niasin → perosis (Mahmud et al., 2022).

Additives dan Teknologi Pakan Modern

1. Probiotik
   Probiotik terbukti: memperbaiki morfologi usus meningkatkan pertumbuhan menurunkan penyakit enteric (Li et al., 2024; Naeem et al., 2025)
2. Pakan Fermentasi
   Fermentasi meningkatkan: daya cerna serat kualitas nutrisi dedak stabilitas mikroba baik

3. Enzim
   Enzim protease, xylanase, dan fitase membantu: meningkatkan kecernaan mengurangi biaya pakan menurunkan ekskresi fosfor.

6.3 Formulasi Ransum Dan Aplikasi Praktis

Formulasi ransum merupakan proses menyusun pakan yang memenuhi kebutuhan nutrisi hewan berdasarkan kombinasi bahan pakan yang tersedia. Pada itik dan unggas air, formulasi harus mempertimbangkan karakter fisiologis seperti toleransi serat, konsumsi air tinggi, serta preferensi bentuk fisik pakan (Jia et al., 2023).

Ransum harus memenuhi kebutuhan energi, protein, mineral, vitamin, dan serat secara seimbang agar performa pertumbuhan, reproduksi, dan kesehatan unggas tetap optimal (Wang et al., 2020).

6.3.1 Prinsip Dasar Formulasi Ransum

Menentukan Kebutuhan Nutrisi
Kebutuhan nutrisi berdasarkan fase:

1. Starter (0–2 minggu): protein tinggi, energi sedang
2. Grower (3–6 minggu): keseimbangan energi–protein
3. Layer: tinggi mineral, stabil energi–protein

Penelitian terbaru menunjukkan bahwa keseimbangan energi dan protein sangat menentukan efisiensi pakan (Zhou et al., 2021).

6.3.2 Analisis Bahan Pakan

Nilai gizi bahan pakan dapat bervariasi tergantung:

1. Lokasi produksi,
2. Metode penyimpanan,
3. Tingkat kontaminasi jamur (rahmawati & setiadi, 2023).

Karena itu analisis proksimat sangat dianjurkan sebelum formulasi. Menggunakan Kombinasi Sumber Protein.

Kombinasi protein hewani (tepung ikan/tepung udang) dan nabati (SBM, bungkil kelapa) memberikan profil asam amino lebih seimbang dan meningkatkan performa (Li et al., 2024).

Menyeimbangkan Energi–Protein

Kesalahan paling umum dalam formulasi adalah:

1. Energi terlalu tinggi → obesitas
2. Energi terlalu rendah → pertumbuhan lambat

Penelitian pada itik lokal menunjukkan bahwa efisiensi optimal dicapai pada ransum ME 2600–2800 kcal/kg dengan protein grower 16–18% (Hidayat & Astuti, 2023).

Penggunaan Additives

1. Probiotik dan fermentasi → meningkatkan penyerapan nutrisi
2. Enzim (*xylanase, protease, fitase*) → meningkatkan kecernaan bahan berserat & nabati
3. Binder mikotoksin → mencegah keracunan pakan (Naeem et al., 2025)

6.3.3 Contoh Formulasi Ransum (Praktis dan Aplikatif)

Ransum Starter Itik (0–2 Minggu)

Target Nutrisi:

1. Protein: 20–21%
2. Energi (ME): 2800–2900 kcal/kg

Bahan Pakan	%
Jagung	45
Bungkil kedelai	25
Dedak halus	10
Tepung ikan	10
Minyak nabati	3
Premiks vitamin–mineral	1
$CaCO_3$	1
Garam	0.5

Catatan: Pakan starter harus berbentuk crumble agar mudah dikonsumsi.

Ransum Grower Itik (3–6 Minggu)

Target Nutrisi:

1. Protein: 16–18%
2. Energi: 2600–2800 kcal/kg

Bahan Pakan	%
Jagung	45
Dedak padi	22
Bungkil kedelai	15
Tepung ikan	5
Bungkil kelapa	8
Minyak	2
Premiks	1
$CaCO_3$	1
Garam	0.5

Catatan: Pakan pellet dianjurkan untuk meningkatkan efisiensi (Mansur & Putri, 2024).

Ransum Itik Petelur (Layer)

Target Nutrisi:

1. Protein: 16–18%
2. Energi: 2700–2850 kcal/kg
3. Kalsium: 2.5–3.6%

Bahan Pakan	%
Jagung	50
Dedak padi	15
Bungkil kedelai	12
Tepung ikan	3
Tepung kerang / $CaCO_3$	7
Bungkil kelapa	10

Bahan Pakan	%
Premiks layer	1
Garam	0.5
Minyak	1.5

Catatan: Tinggi Ca wajib untuk kualitas cangkang.

6.3.4 Aplikasi Praktis Formulasi Ransum

Penyesuaian Musim

Cuaca panas → energi diturunkan sedikit, asam amino tetap tinggi.
Cuaca dingin → energi ditingkatkan untuk kompensasi metabolisme.

Penggunaan Bahan Lokal

Bahan lokal seperti Azolla, Lemna, daun singkong, bungkil inti sawit dan dedak fermentasi dapat digunakan untuk menekan biaya (Pratama et al., 2024).

Contoh substitusi:

1. Azolla 10–20% menggantikan sebagian bungkil kedelai
2. Dedak fermentasi 10–25% sebagai sumber energi & serat

Pakan Fermentasi

Pakan fermentasi meningkatkan:

1. Kecernaan bahan berserat
2. Kesehatan usus
3. Efisiensi pakan 5–12% (li et al., 2024)

Kesalahan Umum dalam Formulasi

1. Menggunakan dedak terlalu tinggi tanpa fermentasi
2. Tidak menyertakan premiks
3. Tidak menghitung rasio Ca:P dengan benar
4. Tidak menyeimbangkan energi dan protein
5. Menggunakan bahan terkontaminasi jamur

DAFTAR PUSTAKA

Jia, M., Liu, R., & Zhao, X. (2023). Performance and egg quality responses of laying ducks fed different dietary protein levels. *Journal of World's Poultry Research*, 13(3), 165–178.

Li, Z., Wang, Y., & Chen, H. (2024). Effects of fermented diets on growth performance and intestinal morphology of ducks. *Journal of Applied Poultry Research*, 33(1), 102–118.

Mahmud, M., Hasan, R., & Uddin, S. (2022). Niacin requirements and skeletal development in ducklings. *Veterinary Nutrition and Health*, 10(3), 77–85.

Naeem, M., Khan, R. U., & Rahman, Z. (2025). Probiotics in poultry: Modulation of gut microbiota and impact on performance. *Poultry Science Advances*, 4(1), 12–25.

Pratama, F. B., Maulana, R., & Wibowo, H. (2024). Utilization of fresh Azolla as sustainable protein source in Muscovy ducks. *Tropical Animal Production Journal*, 9(2), 55–63.

Rahmawati, Y., & Setiadi, B. (2023). Fermented rice bran and its effect on growth performance of local ducks. *Indonesian Journal of Animal Feed Science*, 18(1), 21–30.

Wang, H., Zhang, Q., & Li, X. (2020). Updated mineral nutrition requirements in ducks: A comprehensive review. *Animal Nutrition Review*, 6(4), 215–230.

Zhou, F., Liu, A., & Xu, R. (2021). Energy and protein balancing for improved feed efficiency in Pekin ducks. *Poultry Nutrition Journal*, 40(2), 121–132.

Jia, M., Liu, R., & Zhao, X. (2023). Performance and nutrient utilization of ducks fed different energy and protein levels. *Journal of World's Poultry Research*, 13(3), 165–178.

Li, Z., Wang, Y., & Chen, H. (2024). Effects of fermented diets on growth performance and intestinal morphology in ducks. *Journal of Applied Poultry Research*, 33(1), 102–118.

Mahmud, M., Hasan, R., & Uddin, S. (2022). Niacin requirements and skeletal development in ducklings. *Veterinary Nutrition and Health*, 10(3), 77–85.

Naeem, M., Khan, R. U., & Rahman, Z. (2025). Probiotics in poultry: Modulating gut microbiota for improved performance.

Poultry Science Advances, 4(1), 12–25.
Pratama, F. B., Maulana, R., & Wibowo, H. (2024). Fresh Azolla as a sustainable protein source for Muscovy ducks. *Tropical Animal Production Journal*, 9(2), 55–63.
Rahmawati, Y., & Setiadi, B. (2023). Utilization of fermented rice bran in duck diets. *Indonesian Journal of Animal Feed Science*, 18(1), 21–30.
Wang, H., Zhang, Q., & Li, X. (2020). Updated mineral nutrition requirements in ducks: A comprehensive review. *Animal Nutrition Review*, 6(4), 215–230.
Zhou, F., Liu, A., & Xu, R. (2021). Balancing energy and protein for improved duck feed efficiency. *Poultry Nutrition Journal*, 40(2), 121–132.

BAB 7
TEKNOLOGI PENGOLAHAN PAKAN UNGGAS

Teknologi pengolahan pakan unggas memainkan peran penting dalam meningkatkan utilitas bahan baku melalui berbagai proses yang dapat memodifikasi ukuran partikel, struktur fisik, ketersediaan nutrisi, hingga aspek keamanan pakan. Setiap tahapan pengolahan membawa potensi manfaat sekaligus risiko, bergantung pada jenis bahan, kondisi proses, dan tujuan formulasi. Beberapa teknologi mampu meningkatkan digestibilitas, homogenitas, serta stabilitas fisik pakan, sedangkan proses lain dapat memunculkan kehilangan nutrisi sensitif atau perubahan sifat fungsional bahan. Teknologi pengolahan pakan bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas dengan mengubah ukuran partikel, kandungan air, dan kandungan nutrisi, serta menjaga kualitas selama penyimpanan (Muchlis, Sema, Syamsu & Asmuddin 2023). Oleh karena itu, pemahaman yang tepat mengenai mekanisme, kelebihan, dan keterbatasan tiap teknologi menjadi kunci untuk mengoptimalkan kualitas pakan dan respon fisiologis unggas.

Dalam industri perunggasan modern, pengolahan pakan menjadi semakin penting karena kebutuhan untuk menekan biaya produksi dan memastikan performa unggas tetap optimal. Bahan pakan yang berasal dari berbagai sumber dengan karakteristik kimia dan fisik yang berbeda membutuhkan perlakuan proses yang tepat agar dapat dimanfaatkan secara maksimal oleh unggas. Sumber pakan yang mengandung protein dan energi memiliki karakteristik fisik yang berbeda, seperti densitas volume dan densitas volume yang dipadatkan, yang mungkin memerlukan perlakuan pengolahan khusus untuk pemanfaatan optimal oleh unggas (Latief 2019). Proses-proses seperti penggilingan, pencampuran, conditioning, pelleting, dan ekstrusi memberikan peluang meningkatkan nilai

nutritif bahan, tetapi sekaligus membawa risiko apabila tidak dikendalikan dengan baik.

Selain itu, tren global yang menekankan efisiensi pemanfaatan bahan lokal dan reduksi limbah menuntut teknologi pengolahan yang tidak hanya efektif secara nutrisi, tetapi juga efisien secara energi dan berkelanjutan. Di sisi lain, penerapan teknologi yang terlalu agresif tanpa didukung pemahaman mengenai batas toleransi panas, tekanan, atau ukuran partikel dapat menurunkan kualitas ransum, meningkatkan kerusakan nutrisi, dan bahkan mengganggu kesehatan saluran pencernaan unggas.

Pengolahan pakan yang ideal menuntut keseimbangan antara manipulasi fisik, efisiensi energi, dan stabilitas nutrisi, serta mempertimbangkan karakteristik spesifik unggas sebagai hewan monogastrik dengan laju metabolisme tinggi. Oleh karena itu, pemahaman yang komprehensif mengenai teknologi proses sangat penting, tidak hanya bagi industri besar tetapi juga unit produksi skala kecil yang ingin memanfaatkan bahan baku lokal secara optimal.

7.1 Prinsip Dasar Teknologi Pengolahan Pakan

Prinsip dasar teknologi pengolahan pakan unggas bertumpu pada upaya mengoptimalkan pemanfaatan nutrisi melalui manipulasi fisik, kimia, dan biologis terhadap bahan baku. Pengolahan pakan tidak hanya dimaksudkan untuk mengubah bentuk fisik ransum, tetapi juga untuk meningkatkan efisiensi metabolik unggas sebagai hewan monogastrik dengan laju pertumbuhan cepat dan kebutuhan energi tinggi. Oleh karena itu, setiap tahap dalam proses pengolahan pakan harus dirancang dengan mempertimbangkan karakteristik bahan, fisiologi unggas, serta interaksi antara suhu, tekanan, dan kadar air selama pemrosesan.

Dalam konteks industri pakan modern, teknologi pengolahan kini berfungsi sebagai penentu kualitas karena sebagian besar variasi nutrisi pada bahan baku dapat diperbaiki atau justru diperburuk melalui pengolahan. Misalnya, bahan berserat tinggi seperti dedak padi atau bungkil inti sawit dapat mengalami peningkatan daya cerna melalui perlakuan mekanis dan biologis, sementara protein

berkualitas tinggi dapat rusak hanya karena kelebihan panas selama conditioning.

Prinsip pengolahan pakan juga mencakup aspek keamanan biologis, karena proses termal mampu menurunkan jumlah mikroorganisme patogen seperti *Salmonella* dan *E. coli*. Perlakuan panas pada suhu 50°C dan 60°C dapat mengurangi jumlah mikroorganisme patogen seperti Salmonella dan E. coli dalam produk sampingan unggas (Biswas, Nazmi, Pitesky, Gallardo & Pandey 2019). Di sisi lain, pengolahan yang tidak tepat justru dapat menciptakan kondisi yang mendorong pertumbuhan jamur, misalnya akibat pendinginan yang tidak sempurna setelah pelleting sehingga menyisakan kelembapan tinggi.

7.1.1 Manipulasi Ukuran Partikel

Ukuran partikel menentukan kompleksitas pencernaan dan kecepatan aliran digesta. Partikel terlalu halus memang meningkatkan luas permukaan, tetapi dapat menurunkan stimulasi mekanis pada gizzard. Sebaliknya, partikel terlalu kasar dapat menurunkan konsumsi pakan. Partikel yang lebih besar merangsang perkembangan gizzard, tinggi villi usus, serta meningkatkan ketersediaan nutrisi (Novotný et al. 2023; Svihus 2011). Prinsip yang kini diterima secara luas adalah ukuran partikel campuran (*coarse + fine*) yang memberikan keseimbangan antara kecernaan dan kesehatan saluran cerna.

7.1.2 Homogenitas Nutrisi

Pakan unggas memerlukan distribusi nutrisi yang merata karena konsumsi pakan didasarkan pada picking behavior. Proses mixing yang ideal menghasilkan koefisien variasi (CV) <10%. Homogenitas ini sangat penting terutama untuk:

1. Premix vitamin–mineral
2. Enzim dan probiotik
3. Additive dosis rendah

Mekanisme pencampuran yang ditingkatkan dapat menghasilkan distribusi pakan yang lebih merata, dengan teknik seperti rotasi sumbu spiral dan komponen pencampuran bagian

bawah yang mencegah penggumpalan bahan baku (Salam 2008). Ketidakseragaman nutrisi dapat menyebabkan variasi performa antar individu meskipun ransum dinyatakan memiliki kandungan nutrisi yang sama.

7.1.3 Modifikasi Struktur dan Densitas Fisik

Pembentukan bentuk fisik seperti mash, crumble, pellet, atau extrudate memiliki pengaruh besar pada:

1. Palatabilitas
2. Intake
3. Wastage pakan
4. Kecepatan transit digesta
5. Stabilitas fisik selama transportasi

Misalnya, pellet meningkatkan konsumsi dan efisiensi konversi pakan, tetapi fines berlebih justru menurunkannya. Pakan dengan bentuk crumble meningkatkan berat badan, penambahan berat badan, dan rasio konversi pakan, tetapi mengurangi asupan pakan dibandingkan dengan pakan dengan bentuk mash pada broiler (Attia et al. 2012).

7.1.4 Perlakuan Termal dan Tekanan

Proses seperti conditioning, pelleting, expansion, dan extrusion memberikan kombinasi panas dan tekanan yang memodifikasi struktur nutrisi. Perlakuan pakan seperti pelleting, expansion, dan extrusion mengubah struktur nutrisi dengan meningkatkan kepadatan fisik dan memengaruhi ketersediaan nutrisi, sementara panas dan kelembapan memengaruhi kemudahan pencernaan (Sibanda 2017).

Dampaknya meliputi:

1. Denaturasi protein → dapat meningkatkan atau menurunkan ketersediaan tergantung suhu
2. Gelatinisasi pati → meningkatkan digestibilitas energi
3. Inaktivasi antinutrisi → misalnya tripsin inhibitor
4. Sterilisasi mikroba → meningkatkan keamanan

Namun overheating menyebabkan kerusakan asam amino esensial (misalnya lisin), oksidasi lemak, serta kerusakan vitamin. Pemanasan dapat menurunkan ketersediaan lisin hingga 14%, menyebabkan lisin tetap terdeteksi secara kimiawi tetapi tidak lagi tersedia secara enzimatis; proses ini juga mempercepat oksidasi lemak melalui peningkatan peroksida lipid dan pembentukan radikal bebas, serta memicu kerusakan vitamin akibat oksidasi dan perubahan struktur molekul (Septyani 2021; Proses Pemanasan, Hermanto, Muawanah & Wardhani 2010).

7.1.5 Pengendalian Kelembapan dan Suhu

Kadar air bahan sangat menentukan respons pada pemanasan. Kadar air yang terlalu rendah membuat proses tidak efektif, sementara kadar air terlalu tinggi meningkatkan risiko jamur. Peningkatan suhu selama proses pemanasan meningkatkan kualitas fisik dan mengurangi konsentrasi aflatoxin pada jagung yang berjamur, dengan suhu 110°C sebagai suhu optimal (Rozaqi et al. 2023).

Suhu yang tidak tepat dapat menyebabkan:

1. Reaksi Maillard
2. Ketidakstabilan vitamin A, D, E, dan sebagian vitamin B
3. Penurunan daya simpan

Oleh karena itu, keseimbangan antara *moisture–temperature–time* menjadi prinsip utama dalam semua tahapan pengolahan.

7.2 Teknologi Utama dalam Pengolahan Pakan Unggas

Teknologi pengolahan pakan unggas mencakup berbagai tahapan mekanis, termal, dan biologis yang dirancang untuk memodifikasi karakteristik fisik dan kimia bahan baku. Setiap teknologi memiliki tujuan spesifik yang saling terkait satu sama lain dan secara kolektif mempengaruhi kualitas, kecernaan, homogenitas nutrisi, serta stabilitas ransum. Pemilihan teknologi yang tepat tidak dapat dilakukan secara generik, tetapi harus mempertimbangkan

jenis bahan baku, kebutuhan fisiologis unggas, dan kondisi teknis fasilitas produksi.

Pengolahan ini bukan sekadar rangkaian prosedur teknis, tetapi sistem yang memerlukan pemahaman mendalam mengenai bagaimana suhu, tekanan, kadar air, ukuran partikel, dan waktu pemrosesan memengaruhi nilai nutrisi. Kesalahan kecil dalam satu tahap dapat berdampak signifikan pada performa unggas, sehingga setiap proses harus diuji melalui data empiris, bukan asumsi atau kebiasaan industri semata.

7.2.1 Penggilingan (Grinding)



Gambar 7.1. Grinder Sederhana
(Sumber: sikumis.com)

Penggilingan merupakan tahap awal yang mengontrol ukuran partikel bahan baku. Penggilingan bertujuan meningkatkan luas permukaan sehingga enzim pencernaan unggas dapat bekerja lebih efektif. Mesin yang digunakan meliputi *hammer mill* dan *roller mill*, yang masing-masing memiliki karakteristik keunggulan dan keterbatasan. Pada beban pakan 2 kg, mesin *hammer mill* dapat mencapai efisiensi penggilingan hingga 99% (Latief, Syamsu, jamila & jamilah 2019).

Ukuran partikel yang optimal bergantung pada jenis unggas, umur, dan komposisi ransum. Ransum dengan bahan berserat kasar membutuhkan ukuran yang lebih halus untuk mengurangi variabilitas fisik, sementara ransum kaya energi seperti jagung dapat

dipertahankan pada ukuran lebih kasar untuk mendukung perkembangan gizzard.

Namun, anggapan bahwa partikel yang semakin halus selalu lebih baik tidak sepenuhnya benar (Zaefarian, Abdollahi & Ravindran 2016). Ukuran partikel yang terlalu kecil dapat:

1. Meningkatkan laju transit digesta
2. Mengurangi aktivitas mekanis gizzard
3. Menurunkan kesehatan saluran pencernaan
4. Meningkatkan risiko *necrotic enteritis*
5. Meningkatkan konsumsi energi proses

Oleh karena itu, konsep particle size blending (campuran halus & kasar) semakin menjadi rekomendasi modern untuk menjaga keseimbangan antara performa dan kesehatan cerna.

7.2.2 Pencampuran (Mixing)

Mixing merupakan proses penting untuk menghasilkan ransum homogen. Ransum unggas mengandung bahan dengan densitas, ukuran, dan bentuk yang berbeda, sehingga homogenitas sangat krusial untuk memastikan semua nutrisi, terutama premix dosis kecil, terdistribusi merata.

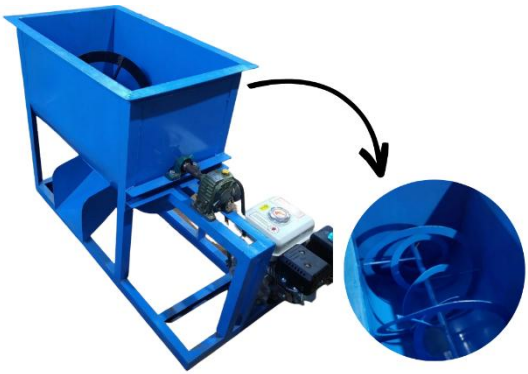
Proses mixing yang ideal menghasilkan **koefisien variasi (CV) < 10%**. Implikasi kinerja, menunjukkan bahwa pencampuran yang tidak memadai (CV > 12%) dapat mengurangi kinerja hewan (Groesbeck et al. 2007). Namun, homogenitas seringkali terdampak oleh:

1. Perbedaan densitas antara jagung, bungkil, mineral, dan premix
2. Kapasitas mixer yang terlalu penuh atau terlalu kosong
3. Segregasi selama pemindahan dan penyimpanan
4. Waktu mixing yang tidak sesuai spesifikasi mixer

Mixer tipe *ribbon* cocok untuk batch besar dengan aliran bahan lebih lambat, sedangkan *paddle mixer* menyediakan pencampuran lebih agresif dan lebih efektif untuk ransum dengan bahan mikro dosis kecil.

Perlu dipahami bahwa hasil mixing yang baik bisa rusak ketika ransum dipindahkan terlalu banyak antar wadah, sehingga

pengendalian segregasi pasca-mixing sama pentingnya dengan mixing itu sendiri.



Gambar 7.2. Mesin Pencampuran Pakan
(Sumber: tokosinarsurya.id)

7.2.3 *Conditioning* dan *Steam Heating*

Conditioning adalah tahapan pemanasan dan pelembapan bahan sebelum pelleting. Uap panas digunakan untuk meningkatkan gelatinisasi pati, memperbaiki binding pada pellet, serta menurunkan jumlah mikroba patogen.
Faktor kritis dalam conditioning meliputi:

1. **Moisture:** ideal 14–17% (Wecker et al. 2020)
2. **Suhu:** 70–85°C (tergantung formulasi) (dos Santos et al. 2020)
3. **Retention time:** 20–45 detik (Massuquetto et al. 2018)

Conditioning yang baik meningkatkan efisiensi pelleting dan kualitas pellet, tetapi conditioning berlebih dapat merusak vitamin, menurunkan solubility protein, dan memicu reaksi Maillard yang mengurangi ketersediaan lisin. Keseimbangan antara stabilitas pellet dan retensi nutrien adalah kunci keberhasilan.

7.2.4 Pelleting

Pelleting adalah proses pembentukan ransum menjadi bentuk silinder padat melalui tekanan dan suhu. Tujuan utama pelleting adalah meningkatkan densitas, palatabilitas, dan efisiensi konsumsi pakan.

Keunggulan pellet meliputi:
1. Mengurangi feed wastage
2. Meningkatkan konsumsi pakan
3. Memperbaiki *feed conversion ratio*
4. Mengontrol segregasi partikel

Namun, pellet tidak selalu menjadi pilihan terbaik untuk semua jenis unggas dan semua fase produksi. Layer dan breeder sering memperoleh manfaat dari mash kasar karena meningkatkan fungsi gizzard dan menurunkan kejadian perlemakan.
Kualitas pellet ditentukan oleh:
1. PDI (*Pellet Durability Index*)
2. Rasio fines
3. Ukuran dan panjang pellet
4. Densitas
5. Suhu dan kelembapan pasca-cooling

Rasio fines >15–20% secara nyata menurunkan intake dan performa.



Gambar 7.3. *Pelleting Machine*
(Sumber: sikumis.com)

7.2.5 *Crumbling*

Crumbled feed adalah pellet yang dihancurkan menjadi partikel kecil dan biasa digunakan untuk broiler fase starter. Tujuan utamanya adalah memberikan pakan yang mudah dikonsumsi tanpa kehilangan manfaat struktur pellet. Namun, ukuran *crumble* harus

seragam. Ketidakseragaman menyebabkan seleksi pakan atau penurunan konsumsi pada DOC. Cooling yang tidak optimal juga menyebabkan crumble rapuh dan menghasilkan banyak fines.

7.2.6 Ekstrusi (*Extrusion*)

Extrusion merupakan teknologi yang memberikan tekanan dan suhu tinggi secara simultan, menghasilkan perubahan fisik–kimia signifikan pada bahan. Teknologi ini sangat efektif untuk:

1. Menggelatinisasi pati
2. Meningkatkan ketersediaan energi
3. Menurunkan serat tak tercerna
4. Menonaktifkan antinutrisi
5. Meningkatkan palatabilitas



Gambar 7.4. Mesin Ekstrusi Pakan
(Sumber: id.made-in-china.com)

Extrusion bermanfaat untuk bahan lokal seperti sorgum, sagu, bungkil inti sawit, atau dedak padi yang memiliki kendala struktur serat. Pengolahan dengan metode ekstrusi mengurangi kandungan serat tak larut dalam dedak gandum dengan cara merusak ikatan, sehingga menghasilkan fragmen yang lebih larut (Rashid, Rakha, Anjum, Ahmed & Sohail 2015). Namun, konsumsi energi proses cukup tinggi sehingga tidak semua pabrik kecil mampu menerapkan teknologi ini secara ekonomi.

7.2.7 *Expansion*

Expansion adalah proses mirip ekstrusi tetapi dengan tingkat shear lebih rendah. Proses ini menawarkan keuntungan yang

signifikan: meningkatkan higiene pakan, meningkatkan kualitas pelet, dan memberikan fleksibilitas formulasi yang lebih besar (Fancher, Rollins & Trimbee 1996).
Keuntungan utama meliputi:

1. Sterilisasi bahan yang terkontaminasi bakteri
2. Peningkatan nutrisi pakan dan konversi
3. Penggunaan bahan baku berkualitas rendah yang lebih efisien
4. Pengurangan konsumsi energi dalam pengolahan pellet

7.2.8 Fermentasi Bahan Pakan

Fermentasi merupakan pendekatan bioteknologi yang semakin penting dalam industri pakan unggas modern. Manfaatnya meliputi:

1. Penurunan antinutrisi (fitat, serat, tannin)
2. Peningkatan ketersediaan protein terlarut
3. Produksi enzim dan metabolit probiotik
4. Penurunan pH yang menghambat patogen

Namun fermentasi juga memiliki tantangan:

1. Kualitas inokulum harus stabil
2. Risiko kontaminasi jika sanitasi buruk
3. Variabilitas hasil pada skala kecil
4. Perlu kontrol pH, suhu, dan waktu fermentasi

7.2.9 Perlakuan Enzimatis

Enzim seperti xilanase, β-glukanase, protease, dan fitase digunakan untuk memecah komponen tanaman *non-starch polysaccharides* (NSP) yang sulit dicerna unggas(Choct 2006). Keuntungan enzimatis meliputi:

1. Mengurangi viskositas digesta
2. Meningkatkan bahan kering tercerna
3. Meningkatkan energi metabolis
4. Mengurangi penggunaan mineral anorganik (fitase)

7.2.10 *Heat Treatment* (Toasting dan Roasting)

Perlakuan panas digunakan terutama untuk kedelai, kacang-kacangan, dan bahan berantinutrisi tinggi. Melalui pemanasan, inhibitor enzim seperti trypsin inhibitor dan lectin dapat diinaktivasi. Pemanasan kedelai selama 10 menit pada 100°C dapat menghilangkan aktivitas inhibitor protease dan lektin (Belitz & Weder 1990).

Risiko yang perlu dikendalikan:

1. Suhu terlalu tinggi → kerusakan asam amino
2. Reaksi Maillard → penurunan lisin tersedia
3. Oksidasi lemak → flavor memburuk
4. Penurunan stabilitas vitamin

Oleh karena itu, pengawasan suhu dan durasi pemanasan menjadi aspek krusial.

7.3 Kontrol Mutu dalam Proses Pengolahan

Kontrol mutu merupakan komponen inti dalam sistem pengolahan pakan unggas. Meskipun teknologi dan mesin produksi semakin maju, kualitas pakan tidak akan tercapai apabila proses pengolahan tidak diawasi dengan parameter yang konsisten dan terukur. Kontrol mutu tidak hanya berfungsi memastikan kesesuaian standar produk akhir, tetapi juga mencegah kerusakan nutrisi, meminimalkan kontaminasi, serta menjaga efisiensi proses produksi.

Lingkup kontrol mutu mencakup pengawasan *pre-processing* (sebelum bahan masuk ke proses), *in-process control* (selama pengolahan), dan *post-processing* (setelah pakan selesai diproduksi). Kegagalan dalam satu tahap dapat berdampak langsung pada performa unggas, seperti penurunan konsumsi, konversi pakan rendah, gangguan pencernaan, atau risiko penyakit yang meningkat.

Kontrol mutu juga berperan dalam memastikan bahwa parameter teknis, seperti kadar air, ukuran partikel, suhu conditioning, tekanan pelleting, dan kestabilan pellet, berada pada rentang optimal yang dapat menjaga nilai nutrisi tanpa menimbulkan kerusakan fisik maupun kimiawi.

7.3.1 Parameter Kunci yang Harus Dikendalikan

Untuk menghasilkan pakan berkualitas tinggi, beberapa parameter kritis harus dikendalikan secara konsisten:

1. **Kadar Air (*Moisture Content*)**

   Kadar air menentukan stabilitas mikrobiologis pakan. Moisture yang terlalu tinggi (>13%) meningkatkan risiko pertumbuhan jamur, mikotoksin, dan penurunan daya simpan (Nalle, J Supit, & Kurang 2023). Moisture yang terlalu rendah (<10%) membuat pellet rapuh dan meningkatkan fines.

2. **Ukuran Partikel (*Particle Size Distribution*)**

   Ukuran partikel berpengaruh langsung pada kecernaan, kesehatan gizzard, dan efisiensi pelleting. Distribusi yang terlalu beragam menyebabkan segregasi, sedangkan partikel terlalu halus meningkatkan risiko gangguan pencernaan.

3. **Suhu dan Waktu Conditioning**

   Suhu optimal harus dijaga agar gelatinisasi pati meningkat tanpa merusak protein dan vitamin. Palguna, Sugiyono & Haryanto (2013) *specifically found that a gelatinization temperature of 77°C produced the highest resistant starch content* (3.88%). *Retention time* yang terlalu singkat menghasilkan pellet rapuh; terlalu lama menyebabkan overheating.

4. **Tekanan dan Stabilitas Pellet (PDI)**

   Pellet Durability Index (PDI) mengukur ketahanan pellet terhadap kerusakan. PDI rendah meningkatkan *fines*, menurunkan intake, dan menyebabkan ketidakkonsistenan konsumsi nutrisi (Buchanan, Lilly, Gehring & Moritz 2010).

5. **Pendinginan (*Cooling Efficiency*)**

   Cooling yang tidak sempurna menyebabkan kondensasi, peningkatan moisture kembali, dan memicu kontaminasi jamur. Ahmad (2017) lebih lanjut menegaskan bahwa kelembapan dan suhu merupakan faktor utama yang mendukung kontaminasi jamur. Ketika pendinginan tidak memadai, kelembapan dapat menumpuk kembali, menciptakan lingkungan yang ideal untuk pertumbuhan jamur. Pendinginan harus menurunkan suhu pellet mendekati suhu ruangan sebelum disimpan.

6. **Kontaminasi Mikroba dan Mikotoksin**

   Proses harus memastikan bahwa kadar mikroba patogen dan toksin berada di bawah batas aman. Pemanasan *conditioning, quality control* bahan baku, serta sanitasi fasilitas memegang peran penting.

7.3.2 Evaluasi Mutu Produk Akhir

Produk pakan yang telah selesai diproses harus melalui evaluasi hasil untuk memastikan kesesuaian standar kualitas. Parameter yang umumnya diperiksa meliputi:

1. Kadar air
2. Kadar abu, protein, lemak, serat
3. PDI (*Pellet Durability Index*)
4. Fines ratio (%)
5. Bulk density
6. Warna, aroma, dan tekstur fisik
7. Keamanan mikrobiologis

Pengujian ini bukan hanya formalitas, tetapi alat diagnostik yang memberikan gambaran apakah ada masalah pada tahap pengolahan tertentu. Misalnya, pellet yang terlalu rapuh dapat menunjukkan masalah pada conditioning, die pelleting, atau kadar air bahan awal.

7.3.3 Pentingnya Sistem Dokumentasi dan SOP

Kontrol mutu tidak dapat dijalankan tanpa sistem dokumentasi yang baik. Pabrik pakan harus memiliki:

1. *Standard Operating Procedures* (SOPs) untuk setiap tahap
2. Log sheet untuk pencatatan suhu, tekanan, aliran uap, dan waktu proses
3. Program audit berkala
4. Tindakan korektif (*corrective action*) bila terjadi penyimpangan

Perubahan kecil dalam proses — seperti penurunan tekanan steam atau perubahan kecepatan mixer — harus tercatat agar dapat ditelusuri ketika terjadi penurunan kualitas pakan.

7.3.4 Prinsip Utama dalam Penerapan Kontrol Mutu

Kontrol mutu yang efektif dalam industri pakan harus:

1. Berbasis data, bukan asumsi atau intuisi.
2. Konsisten, dilakukan pada setiap batch produksi.
3. Terintegrasi, antara bahan baku, proses, dan produk akhir.
4. Preventif, lebih mengutamakan pencegahan daripada perbaikan.
5. Fleksibel, mampu menghadapi variasi bahan baku lokal.

Dengan memegang prinsip-prinsip tersebut, pabrik pakan dapat menghasilkan produk yang stabil, efisien, aman, dan memenuhi kebutuhan fisiologis unggas pada berbagai fase pertumbuhan.

7.4 Implementasi Teknologi dalam Industri Pakan Unggas

Implementasi teknologi pengolahan pakan dalam industri unggas tidak dapat dipisahkan dari dinamika bahan baku, kapasitas pabrik, kondisi laboratorium kontrol mutu, serta kompetensi sumber daya manusia. Teknologi yang tersedia saat ini mencakup pengolahan mekanis, termal, kimia, dan biologis, tetapi efektivitasnya sangat bergantung pada bagaimana teknologi tersebut diterapkan secara konsisten dan sesuai konteks operasional.

Pada tingkat industri, teknologi pengolahan pakan sering diadopsi bukan hanya untuk meningkatkan kualitas nutrisi, tetapi juga untuk mencapai efisiensi biaya, kecepatan produksi, dan standar keamanan pangan. Namun, adopsi teknologi tidak selalu berjalan mulus. Banyak pabrik yang memiliki mesin modern tetapi masih menghasilkan pakan dengan kualitas fluktuatif karena parameter proses tidak dikontrol secara ketat atau operator kurang memahami sensitivitas tiap tahap.

Implementasi teknologi harus mengacu pada *process engineering*, di mana setiap tahap dikendalikan oleh parameter terverifikasi seperti ukuran partikel, suhu, kelembapan, tekanan, dan waktu tinggal. Tanpa manajemen proses yang baik, teknologi modern sekalipun hanya akan menghasilkan pakan dengan kualitas inkonsisten dan efisiensi rendah.

7.4.1 Integrasi Teknologi dengan Sistem Manajemen Pabrik

Pabrik pakan yang berhasil umumnya menerapkan konsep *integrated process control*, yaitu:

1. Data parameter proses dikumpulkan secara real-time
2. Setiap perubahan kecil pada suhu, tekanan, atau aliran bahan menjadi indikator awal kemungkinan masalah
3. SOP dipatuhi dengan ketat, bukan sekadar formalitas
4. Terdapat koordinasi antara QC laboratorium dengan operator produksi

Integrasi ini penting karena proses pengolahan pakan bersifat *serial*. Kegagalan pada tahap awal akan berdampak beruntun pada tahap berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, R. 2017. Cemaran Kapang Pada Pakan Dan Pengendaliannya. Doi.Org/10.21082/Jp3.V28n1.2009.P15.

Attia, Ya, El-Tahawy, Ws, Abd El-Hamid, Aehe, Hassan, Ss, Nizza, A & El-Kelaway, Mi. 2012. Effect Of Phytase With Or Without Multienzyme Supplementation On Performance And Nutrient Digestibility Of Young Broiler Chicks Fed Mash Or Crumble Diets. *Italian Journal Of Animal Science*. 11(3):303–308. Doi.Org/10.4081/Ijas.2012.E56;Requestedjournal:Journal:Tjas20;Wgroup:String:Publication.

Belitz, Hd & Weder, Jkp. 1990. Protein Inhibitors Of Hydrolases In Plant Foodstuffs. *Food Reviews International*. 6(2):151–211. Doi.Org/10.1080/87559129009540866.

Biswas, S, Nazmi, A, Pitesky, M, Gallardo, R & Pandey, P. 2019. Thermal Inactivation Of Escherichia Coli And Salmonella Typhimurium In Poultry Carcass And Litter At Thermophilic Temperatures. *Journal Of Applied Poultry Research*. 28(2):307–317. Doi.Org/10.3382/Japr/Pfy072.

Buchanan, Np, Lilly, Kgs, Gehring, Ck & Moritz, Js. 2010. The Effects Of Altering Diet Formulation And Manufacturing Technique On Pellet Quality. *Journal Of Applied Poultry Research*. 19(2):112–120. Doi.Org/10.3382/Japr.2009-00070.

Choct, M. 2006. Enzymes For The Feed Industry: Past, Present And Future. *World's Poultry Science Journal*. 62(1). Doi.Org/10.1079/Wps200480;Ctype:String:Journal.

Fancher, Bi, Rollins, D & Trimbee, B. 1996. Feed Processing Using The Annular Gap Expander And Its Impact On Poultry Performance. *Journal Of Applied Poultry Research*. 5(4):386–394. Doi.Org/10.1093/Japr/5.4.386.

Groesbeck, Cn, Goodband, Rd, Tokach, Md, Dritz, Ss, Nelssen, Jl & Derouchey, Jm. 2007. Diet Mixing Time Affects Nursery Pig Performance. *Journal Of Animal Science*. 85(7):1793–1798. Doi.Org/10.2527/Jas.2007-0019.

Latief, Mf. 2019. Karakteristik Fisik Bahan Pakan Sumber Protein Dan Sumber Energi. *Buletin Nutrisi Dan Makanan Ternak*. 13(2). Doi.Org/10.20956/Bnmt.V13i2.10930.

Latief, Mf, Syamsu, Ja, Jamila, . & Jamilah, J. 2019. Kinerja Teoritis, Kinerja Aktual Dan Efesensi Mesin Hummer Mill Pada Penggilingan Tongkol Jagung. *Buletin Nutrisi Dan Makanan Ternak*. 13(2). Doi.Org/10.20956/Bnmt.V13i2.10929.

Massuquetto, A, Durau, Jf, Schramm, Vg, Netto, Mvt, Krabbe, El & Maiorka, A. 2018. Influence Of Feed Form And Conditioning Time On Pellet Quality, Performance And Ileal Nutrient Digestibility In Broilers. *Journal Of Applied Poultry Research*. 27(1):51–58. Doi.Org/10.3382/Japr/Pfx039.

Muchlis, A, Sema, S, Syamsu, Ja & Asmuddin, A. 2023. Teknologi Pengolahan Pakan Di Daerah Tropis: Teknik Pengolahan Pakan Hijauan (Berserat). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Peternakan Terpadu*. 3(1):145–152. Doi.Org/10.56326/Jitpu.V3i1.2528.

Nalle, Cl, J Supit, Ma, Kurang Program Studi Teknologi Pakan Ternak, Kl, Peternakan, J & Pertanian Negeri Kupang, P. 2023. Starch And Aflatoxin B1 Content Of Corn Grain With Different Water Content Added With Synthetic Mold Inhibitor. *Jurnal Kajian Veteriner*. 11(1):86–92. Doi.Org/10.35508/Jkv.V11i1.11011.

Novotný, J, Horáková, L, Řiháček, M, Zálešáková, D, Šťastník, O, Mrkvicová, E, Kumbár, V, Pavlata, L, Et Al. 2023. Effect Of Different Feed Particle Size On Gastrointestinal Tract Morphology, Ileal Digesta Viscosity, And Blood Biochemical Parameters As Markers Of Health Status In Broiler Chickens. *Animals 2023, Vol. 13,*. 13(15). Doi.Org/10.3390/Ani13152532.

Palguna, Igpa, Sugiyono, S & Haryanto, B. 2013. Optimasi Rasio Pati Terhadap Air Dan Suhu Gelatinisasi Untuk Pembentukan Pati Resisten Tipe Iii Pada Pati Sagu (Metroxylon Sagu) . *Jurnal Pangan*. 22(3):253–262. Doi.Org/10.33964/Jp.V22i3.107.

Proses Pemanasan, A, Hermanto, S, Muawanah, A & Wardhani, P. 2010. Analisis Tingkat Kerusakan Lemak Nabati Dan Lemak Hewani Akibat Proses Pemanasan. *Jurnal Kimia Valensi*. 1(6). Doi.Org/10.15408/Jkv.V1i6.237.

Rashid, S, Rakha, A, Anjum, Fm, Ahmed, W & Sohail, M. 2015. Effects Of Extrusion Cooking On The Dietary Fibre Content And Water Solubility Index Of Wheat Bran Extrudates. *International Journal Of Food Science And Technology*. 50(7):1533–1537. Doi.Org/10.1111/Ijfs.12798.

Rozaqi, Mr, Haryuni, N, Alam, Y, Eksakta, Fi, Nahdlatul, U & Blitar, U. 2023. Pengaruh Suhu Pemanasan Metode Sangrai Terhadap Peningkatan Kualitas Fisik Dan Penurunan Konsentrasi Aflatoksin Pada Jagung. *Journal Of Science Nusantara*. 3(3):114–121. Doi.Org/10.28926/Jsnu.V3i3.1187.

Salam, A. 2008. Modifikasi Mesin Pencampur Pakan Ternak. *Jurnal Teknik Mesin Sinergi*. 6(2):105–113. Doi.Org/10.31963/Sinergi.V6i2.1024.

Dos Santos, Rof, Bassi, Ls, Schramm, Vg, Da Rocha, C, Dahlke, F, Krabbe, El & Maiorka, A. 2020. Effect Of Conditioning Temperature And Retention Time On Pellet Quality, Ileal Digestibility, And Growth Performance Of Broiler Chickens. *Livestock Science*. 240:104110. Doi.Org/10.1016/J.Livsci.2020.104110.

Septyani, Lv. 2021. Pengaruh Waktu Dan Suhu Pemanasan Terhadap Stabilitas Sediaan Vitamin C Diukur Dengan Metode Titrasi Iodometri. *Jurnal Dunia Farmasi*. 5(2):74–81. Doi.Org/10.33085/Jdf.V5i2.4840.

Sibanda, T. 2017. The Impact Of Feed Treatment On The Performance Of Broilers : A Review.

Svihus, B. 2011. The Gizzard: Function, Influence Of Diet Structure And Effects On Nutrient Availability. *World's Poultry Science Journal*. 67(2):207–223. Doi.Org/10.1017/S0043933911000249;Page:String:Article/Chapter.

Wecker, Hk, Kort, Rn, Fiehler, Cj, Ogles, Am, Froetschner, Jr, Stark, Cr & Paulk, Cb. 2020. Moisture Content Throughout The Pelleting Process And Subsequent Effects On Pellet Quality. *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports*. 6(10):29. Doi.Org/10.4148/2378-5977.8010.

Zaefarian, F, Abdollahi, Mr & Ravindran, V. 2016. Particle Size And Feed Form In Broiler Diets: Impact On Gastrointestinal Tract Development And Gut Health. *World's Poultry Science Journal*. 72(2):277–290. Doi.Org/10.1017/S0043933916000222;Page:String:Article/Chapter.

BAB 8
INOVASI NUTRISI: PAKAN FERMENTASI, HERBAL DAN ALTERNATIF

8.1 Tantangan Utama Pakan Unggas

Industri unggas menghadapi tekanan besar untuk meningkatkan efisiensi produksi sekaligus menjaga keberlanjutan usaha, dan titik paling menentukan ada pada pakan. Berbagai kajian menunjukkan pakan menyerap sekitar 60–70% dari total biaya produksi, sehingga fluktuasi harga bahan baku pakan langsung menekan keuntungan dan mengganggu stabilitas usaha—terutama peternak skala kecil (Buccaro et al., 2023; Prasetyo et al., 2020; Salami et al., 2019). Di Indonesia, tantangan biaya ini makin kompleks karena ketergantungan tinggi pada bahan baku impor, khususnya jagung dan soybean meal (bungkil kedelai); ketika harga global naik, kurs berfluktuasi, atau distribusi terganggu, harga pakan domestik ikut melonjak (Sumiati et al., 2025). Kondisi ini menegaskan risiko jika hanya mengandalkan pakan konvensional, sehingga inovasi pakan berbasis sumber daya lokal penting untuk pasokan yang lebih stabil, terjangkau, dan berkelanjutan.

Selain aspek ekonomi, pakan juga menjadi sumber tekanan lingkungan dalam sistem produksi unggas modern karena produksi, pengolahan, dan penggunaannya terkait emisi gas rumah kaca, pencemaran nutrien, serta limbah dari sisa pakan dan ekskresi. Karena itu, peningkatan efisiensi pemanfaatan nutrisi—misalnya memperbaiki kecernaan protein dan energi serta menurunkan nitrogen dan fosfor yang terbuang—dipandang sebagai strategi kunci untuk menekan emisi dan beban pencemaran (Albarki et al., 2025). Pada saat yang sama, perubahan preferensi konsumen dan regulasi mendorong produksi yang lebih aman dan minim residu: penggunaan *Antibiotic Growth Promoters* (AGP) dikaitkan dengan

resistensi antimikroba dan kekhawatiran residu, sehingga tren bergeser ke produksi AGP-free dengan alternatif alami seperti fitogenik, probiotik, dan produk fermentasi (Enshaie et al., 2025; Salim et al., 2018; Wickramasuriya et al., 2024). Di Indonesia, pelarangan AGP dalam pakan telah diterapkan, memperkuat kebutuhan inovasi nutrisi yang menjaga produktivitas tanpa antibiotik (Affandi et al., 2016.; Prasetyo et al., 2020).

Pakan konvensional juga menghadapi keterbatasan biologis dan risiko mutu bahan baku—seperti serat kompleks tinggi, anti-nutrisi (fitat, tanin, NSP), serta potensi kontaminasi mikotoksin—yang dapat menurunkan kecernaan dan mengganggu kesehatan usus. Karena itu, fermentasi bahan pakan, penggunaan herbal/fitogenik sebagai feed additive alami, dan pemanfaatan bahan pakan alternatif lokal menjadi solusi strategis untuk meningkatkan ketersediaan nutrien, memperbaiki mikrobiota usus, menekan patogen, sekaligus mengurangi ketergantungan pada bahan impor (Sampath & Kim, 2025; Wang et al., 2024). Dengan kerangka ini, tantangan utama pakan unggas dapat dirangkum dalam empat sumbu: biaya dan volatilitas, ketergantungan impor, tekanan lingkungan, serta tuntutan keamanan/AGP-free—yang semuanya menuntut inovasi pakan berbasis bukti dan realistis diterapkan di lapangan.

8.2 Peran Inovasi Nutrisi dalam Efisiensi Produksi

Inovasi nutrisi pakan memegang peran sentral dalam rantai pakan–kesehatan usus, sehingga berpengaruh langsung pada performa ternak sekaligus kualitas produk akhir (karkas/daging, telur, dan susu). Artinya, perbaikan komposisi dan fungsi pakan tidak hanya berdampak pada pertumbuhan, tetapi juga pada mutu hasil produksi yang diterima konsumen.

Formulasi pakan yang seimbang (energi, protein, asam amino, mineral, vitamin) disertai aditif fungsional—seperti probiotik, prebiotik, acidifier, enzim, maupun pakan terfermentasi—telah terbukti mendukung integritas mukosa usus, menstabilkan mikrobiota, dan meningkatkan kapasitas imun lokal saluran cerna pada unggas dan babi. Dampaknya adalah penyerapan nutrien lebih

efisien dan risiko gangguan pencernaan menurun (Atuahene et al., 2025; Ducatelle et al., 2023).

Kondisi usus yang lebih sehat kemudian tercermin pada parameter produksi, di mana perbaikan mikrobiota dan suplementasi aditif tertentu dikaitkan dengan FCR yang lebih baik, peningkatan ADG, produksi telur yang lebih tinggi, kualitas kerabang yang meningkat, serta perbaikan kualitas karkas dan daging pada ayam petelur maupun broiler (Zhang et al., 2024). Pada ruminansia, manajemen nutrisi yang mendukung kesehatan rumen juga berhubungan dengan peningkatan efisiensi penggunaan ransum dan produksi susu (termasuk komponen protein dan lemak), sehingga inovasi nutrisi berbasis kesehatan usus/mikrobiota memperkuat efisiensi sekaligus kualitas produk akhir.

8.3 Konsep Inovasi Nutrisi dan Pakan Fungsional Unggas

8.3.1 Definisi Nutrisi Unggas: modifikasi bahan, proses dan aditif untuk efisiensi dan Kesehatan

Inovasi nutrisi unggas dapat didefinisikan sebagai upaya rekayasa ransum yang tidak berhenti pada "memenuhi kebutuhan zat gizi", tetapi secara sengaja memodifikasi bahan baku, proses pengolahan, dan strategi formulasi agar pemanfaatan nutrien (*nutrient utilization*) makin efisien dan kesehatan saluran cerna (*gut health*) lebih stabil. Praktiknya mencakup, misalnya, fermentasi bahan/pakan untuk meningkatkan kecernaan, menurunkan faktor antinutrisi, dan menghasilkan metabolit bermanfaat (mis. asam lemak rantai pendek) yang mendukung ekosistem usus serta performa broiler (Katu et al., 2025). Contoh lain adalah intervensi enzimatik seperti fitase untuk mengurangi dampak fitat (yang mengikat mineral/protein dan menurunkan ketersediaannya) sekaligus menekan ekskresi fosfor—jadi inovasi nutrisi di sini bekerja lewat mekanisme "membuka" nutrien yang sebelumnya tidak termanfaatkan optimal (Singh, 2008).

Sementara itu, pakan fungsional unggas adalah pendekatan ransum yang menambahkan aditif fungsional dengan target fisiologis spesifik—terutama modulasi mikrobiota, integritas mukosa usus, respon imun, serta status inflamasi/oksidatif—sehingga efisiensi

pakan dan ketahanan kesehatan meningkat, terutama pada sistem AGP-free. Literatur menekankan peran fitogenik (*phytogenic feed additives*) sebagai alternatif alami yang dapat memperbaiki komposisi mikrobiota, membantu penyerapan nutrien lewat pengaruh pada morfologi usus/aktivitas enzim pencernaan, serta berkontribusi pada efisiensi konversi pakan; namun juga diingatkan isu pentingnya standardisasi, dosis, dan variasi kandungan bioaktif (Oni & Oke, 2025). Dari sisi aditif imunofungsional, β-glukan banyak dibahas sebagai kandidat pengganti promotor antibiotik karena efek imunomodulator dan dukungannya pada parameter usus serta performa (Purnamasari et al., 2022). Contoh aplikasi aditif alami juga terlihat pada penggunaan infusa daun pepaya pada broiler yang dilaporkan menurunkan FCR dibanding kontrol pada desain uji t sederhana, menunjukkan arah manfaat sebagai aditif berbasis fitobiotik—meski secara ilmiah tetap perlu dicatat: hasil lapangan sangat dipengaruhi dosis, bentuk sediaan, umur ayam, dan konsistensi formulasi (Rylian, et al. 2021).

8.3.2 Fungsi Pakan Fungsional

Pakan fungsional unggas dapat dipahami sebagai formulasi pakan yang tidak hanya memenuhi kebutuhan zat gizi (energi–protein–mineral–vitamin), tetapi juga dirancang untuk memodulasi ekosistem saluran cerna agar lebih "menguntungkan" bagi inang—misalnya dengan menekan kolonisasi patogen (*Salmonella/Clostridium/E. coli*), memperkuat barier usus, dan menstimulasi respons imun. Secara ilmiah, pendekatan ini banyak menggunakan probiotik dan/atau fitogenik (herbal/essential oils/ekstrak tanaman): probiotik bekerja lewat modulasi mikrobiota, meningkatkan bakteri menguntungkan, menekan patogen, memperbaiki kesehatan usus dan penyerapan nutrien, serta memberi efek imunomodulator yang menurunkan kerentanan penyakit (Idowu et al., 2025). Sementara itu, fitogenik dilaporkan dapat meningkatkan efisiensi pakan melalui peningkatan sekresi pencernaan dan absorpsi, sekaligus menurunkan beban patogen serta "beban" pada sistem imun karena sifat antimikroba dan antioksidannya—yang pada akhirnya mendukung performa tanpa

bergantung pada antibiotik pemacu pertumbuhan (Abdelli et al., 2021)

Pakan fungsional juga ditargetkan untuk meningkatkan kualitas produk (daging dan telur), bukan sekadar mengejar pertumbuhan. Mekanismenya umumnya terkait pengendalian stres oksidatif dan inflamasi, perbaikan mikrobiota–fungsi usus, serta peningkatan pemanfaatan nutrien sehingga berdampak pada parameter mutu seperti stabilitas oksidatif lemak, profil asam lemak, hingga sifat fisik daging; pada telur, intervensi fitogenik dilaporkan dapat memengaruhi kualitas eksternal–internal (misalnya ketebalan kerabang) melalui perbaikan kesehatan reproduksi dan efisiensi pencernaan (Nhara et al., 2025). Penelitian fitobiotik bawang putih terfermentasi pada broiler mencakup performa, kualitas karkas, dan kualitas fisik daging—menunjukkan bahwa konsep "pakan sebagai agen fungsional" juga sudah diterapkan dalam riset unggas domestic (Siswantoro et al., 2021).

8.4 Pakan Fermentasi untuk Unggas Berbasis Bahan lokal

8.4.1 Mengapa Fermentasi pada Pakan Unggas ?

Fermentasi pada pakan unggas merupakan pendekatan teknologi pakan untuk meningkatkan nilai nutrisi dan efisiensi pemanfaatan bahan baku lokal maupun hasil ikutan agroindustri. Proses ini melibatkan aktivitas mikroorganisme terkontrol yang memodifikasi struktur kimia dan fisik bahan pakan, sehingga senyawa kompleks diuraikan menjadi bentuk yang lebih sederhana dan lebih mudah dicerna. Karena itu, fermentasi dipandang sebagai solusi strategis untuk meningkatkan kualitas pakan, menekan biaya produksi, dan mendukung performa broiler maupun layer secara berkelanjutan (Katu et al., 2025; Xu et al., 2025).

Salah satu manfaat utama fermentasi adalah menurunkan kandungan senyawa antinutrisi pada bahan seperti dedak padi, onggok, dan berbagai *by-product* lainnya. Senyawa seperti fitat, tanin, dan serat kasar kompleks dapat menghambat ketersediaan mineral serta menurunkan kecernaan nutrien; melalui fermentasi, mikroorganisme menghasilkan enzim (misalnya fitase dan selulase) yang mendegradasi antinutrisi tersebut sehingga meningkatkan

bioavailabilitas fosfor, protein, dan mineral lain yang sebelumnya terikat (Nalle et al., 2021). Fermentasi juga meningkatkan kecernaan energi dan protein dengan memecah polisakarida kompleks dan protein kasar menjadi gula sederhana, peptida, dan asam amino bebas yang lebih mudah diserap. Peningkatan kecernaan ini berdampak pada efisiensi penggunaan pakan, perbaikan *Feed Conversion Ratio* (FCR) pada broiler, serta optimalisasi produksi dan kualitas telur pada ayam layer (Predescu et al., 2024).

Selain itu, produk fermentasi menghasilkan asam organik dan metabolit bioaktif yang membantu menekan mikroorganisme patogen dan mendukung keseimbangan mikrobiota usus. Lingkungan usus yang lebih sehat meningkatkan penyerapan nutrien dan memperkuat respons imun, sehingga ternak lebih tahan terhadap gangguan kesehatan yang dapat menurunkan performa produksi (Manu et al., 2023).

Dari sisi konsumsi, fermentasi dapat memperbaiki aroma dan palatabilitas pakan melalui pembentukan senyawa volatil yang lebih disukai unggas serta pengurangan bau apek atau tengik pada bahan baku. Perubahan ini meningkatkan konsumsi pakan secara sukarela, terutama pada bahan pakan alternatif yang sebelumnya kurang diminati, sehingga bahan lokal dan *by-product* menjadi lebih layak sebagai komponen pakan unggas yang efisien, ekonomis, dan berkualitas (Abilio Dos Santos et al., 2024).

8.4.2 Prinsip Dasar Fermentasi Pakan Unggas

Prinsip dasar fermentasi pakan unggas adalah memperbaiki kualitas nutrisi bahan pakan melalui aktivitas mikroorganisme terkontrol tanpa menghasilkan senyawa yang merugikan bagi ternak. Fermentasi bertujuan menguraikan komponen kompleks, menurunkan antinutrisi, serta meningkatkan kecernaan nutrien—terutama energi dan protein—dengan desain yang sederhana, aman, dan konsisten karena sistem pencernaan unggas relatif pendek serta sensitif terhadap perubahan komposisi pakan (Olukomaiya et al., 2019).

Metode yang paling umum diterapkan adalah fermentasi padat sederhana (*solid state fermentation*) untuk bahan kering seperti dedak padi, ampas singkong, bungkil, dan berbagai hasil

ikutan agroindustri. Pada metode ini mikroorganisme bekerja pada substrat dengan kadar air terbatas sehingga tidak membutuhkan peralatan kompleks, relatif mudah diaplikasikan di tingkat peternak/industri kecil, dan efektif meningkatkan nilai guna bahan pakan alternatif (Katu et al., 2025).

Keberhasilan fermentasi padat sangat ditentukan oleh kontrol proses, terutama kadar air, kebersihan, suhu, dan waktu. Kadar air yang terlalu rendah menghambat aktivitas mikroba, sedangkan terlalu tinggi meningkatkan risiko pembusukan serta kontaminasi jamur; kondisi optimal umumnya cukup lembap untuk mendukung metabolisme mikroba namun tidak terlalu basah/anaerob berlebihan yang dapat memicu senyawa toksik (Shanmugasundaram, 2025). Suhu dan waktu fermentasi juga harus tepat: suhu terlalu rendah memperlambat proses, suhu terlalu tinggi dapat mematikan mikroba atau memicu mikroorganisme yang tidak diinginkan, sementara fermentasi terlalu singkat belum optimal dan fermentasi berlebihan dapat menurunkan kualitas nutrien serta menimbulkan bau menyengat (H. Li et al., 2025). Bahkan, jika kadar air, suhu, atau higiene tidak terjaga, fermentasi tetap berisiko memicu kontaminasi jamur dan mikotoksin meskipun bahan secara teknis "terfermentasi" (Shanmugasundaram, 2025).

Fermentasi pakan unggas juga berbeda dengan fermentasi pada pakan ruminansia. Unggas tidak memiliki rumen sehingga kapasitas mencerna serat kasar tinggi terbatas; karena itu fermentasi unggas lebih diarahkan pada bahan berserat sedang hingga rendah dan bertujuan mengurangi fraksi serat kompleks agar lebih mudah dicerna di usus (Nalle et al., 2021). Dengan memahami prinsip ini, pemanfaatan bahan lokal dan *by-product* dapat dilakukan secara lebih efektif dan aman.

Fermentasi yang tepat berpotensi meningkatkan kecernaan, palatabilitas, dan nilai nutrisi pakan tanpa membebani sistem pencernaan unggas, sehingga mendukung efisiensi produksi broiler dan layer. Namun, hasil lapangan tidak selalu menunjukkan peningkatan performa (misalnya FCR atau bobot badan); dalam banyak kasus fermentasi "hanya" memperbaiki kecernaan atau memungkinkan substitusi pakan komersial tanpa penurunan performa, karena efek akhir sangat bergantung pada bahan, strain

mikroba, kadar inklusi, serta manajemen pemeliharaan (Daud et al., 2024).

8.4.3 Mikroba Starter dan Perubahan Nutrisi

Mikroba starter memegang peranan penting dalam fermentasi pakan unggas karena menentukan arah perubahan nutrisi sekaligus keamanan hasil fermentasi. Starter yang tepat akan mendorong dominasi mikroorganisme menguntungkan sehingga degradasi nutrien berlangsung lebih terkendali dan konsisten; pemilihannya perlu mempertimbangkan kemampuan menghasilkan enzim, toleransi terhadap kondisi fermentasi, serta keamanan bagi ternak unggas (Sugiharto & Ranjitkar, 2019; L. Yang et al., 2021).

Starter yang umum digunakan meliputi *Lactobacillus* spp., *Saccharomyces* spp., serta kapang bermanfaat. *Lactobacillus* berperan dalam fermentasi karbohidrat dan produksi asam laktat, *Saccharomyces* mendukung aktivitas fermentatif serta penyediaan faktor pertumbuhan, sedangkan kapang menghasilkan enzim hidrolitik seperti protease, amilase, dan selulase; sinergi antar mikroba ini membantu proses fermentasi menjadi lebih efisien dan stabil (Palupi et al., 2023).

Fermentasi dapat meningkatkan fraksi protein terlarut dan ketersediaan asam amino melalui aktivitas protease yang memecah protein kompleks menjadi peptida dan asam amino bebas yang lebih mudah dicerna, sehingga mendukung efisiensi pakan dan performa unggas (Xiong et al., 2016). Pada saat yang sama, enzim seperti selulase/hemiselulase/xilanase dapat menurunkan serat tak larut dan NSP yang menghambat kecernaan, mengurangi viskositas digesta, dan meningkatkan pemanfaatan energi (L. Yang et al., 2021).

Selain itu, fermentasi menghasilkan asam organik (misalnya asam laktat, asetat, propionat) yang menurunkan pH bahan pakan dan saluran cerna, menciptakan lingkungan yang kurang mendukung bakteri patogen dan membantu stabilitas mikrobiota usus. Secara keseluruhan, starter yang tepat membuat pakan fermentasi lebih efisien, lebih aman, dan lebih selaras dengan kebutuhan fisiologis unggas (Palupi et al., 2023).

8.4.4 Bahan Lokal Unggas yang Umum di Fermentasi

Bahan lokal unggas yang umum difermentasi merupakan sumber pakan alternatif potensial untuk menekan biaya produksi sekaligus meningkatkan ketersediaan nutrien. Fermentasi terutama diterapkan pada bahan hasil samping agroindustri yang melimpah tetapi memiliki keterbatasan, seperti kecernaan rendah atau kandungan antinutrisi, sehingga proses ini membantu memperbaiki karakteristik fisik, kimia, dan biologis bahan agar lebih sesuai dengan kebutuhan fisiologis unggas.

Dedak padi menjadi salah satu bahan yang paling sering difermentasi karena ketersediaannya tinggi namun mengandung serat kasar dan fitat relatif tinggi. Fermentasi dapat menurunkan antinutrisi tersebut melalui aktivitas enzim mikroba, sekaligus meningkatkan protein terlarut dan kecernaan energi, sehingga dedak padi terfermentasi dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi dan protein pendukung dalam ransum broiler maupun layer dengan proporsi yang disesuaikan fase produksi (Attia et al., 2023).

Onggok singkong juga banyak dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif, tetapi terbatas oleh protein yang rendah dan serat relatif tinggi. Melalui fermentasi, nilai protein dapat meningkat melalui pertumbuhan biomassa mikroba dan kecernaan karbohidrat menjadi lebih baik, sehingga onggok terfermentasi lebih layak digunakan dalam ransum unggas, terutama sebagai sumber energi tambahan pada fase grower hingga finisher (Hidayat et al., 2021; Jumare et al., 2024). Formulasi ransum broiler dan layer, bahan lokal terfermentasi umumnya dikombinasikan sebagai campuran sumber energi dan protein yang disesuaikan dengan fase starter, grower, dan finisher. Pada fase starter, penggunaan difokuskan pada bahan terfermentasi dengan kecernaan tinggi dan serat rendah, sedangkan pada fase finisher proporsi dapat ditingkatkan bertahap untuk memaksimalkan pemanfaatan bahan lokal tanpa mengorbankan performa pertumbuhan, produksi telur, maupun kesehatan unggas (Nalle and Yowi, 2019).

8.4.5 Resiko dan Kontrol Mutu Khusus untuk Unggas

Risiko dan kontrol mutu pakan menjadi aspek yang sangat krusial pada ternak unggas karena unggas memiliki tingkat

sensitivitas tinggi terhadap kontaminan, terutama mikotoksin. Kontaminasi mikotoksin pada unggas sering bersifat *subklinis* namun tetap menurunkan performa dan memperlemah status kesehatan secara gradual, sehingga dampaknya mudah "tersembunyi" bila hanya mengandalkan gejala klinis. Paparan mikotoksin dalam jumlah relatif kecil sudah dapat menimbulkan dampak serius seperti penurunan konsumsi pakan, gangguan pertumbuhan, penurunan produksi telur, imunosupresi, dan peningkatan mortalitas (Gómez-Osorio et al., 2024). Oleh karena itu, manajemen risiko pada bahan baku dan pakan unggas harus dilakukan secara lebih ketat dibandingkan ternak lain, terutama karena multi-mikotoksin dapat memperberat efek total meskipun tiap toksin berada pada level "rendah" (Shanmugasundaram, 2025).

Mikotoksin merupakan risiko utama karena berasal dari pertumbuhan kapang pada bahan pakan, terutama pada kondisi lingkungan yang lembap dan penyimpanan yang kurang baik. Faktor pascapanen seperti metode pengeringan, kondisi gudang, kerusakan mekanis biji, infestasi serangga, serta kelembapan/temperatur merupakan determinan utama meningkatnya peluang kontaminasi mikotoksin pada biji-bijian. Bahan baku seperti dedak padi dan jagung tergolong rawan karena sering mengalami fluktuasi kadar air dan lama penyimpanan, sehingga peluang tumbuh kapang penghasil toksin meningkat; survei Indonesia juga menunjukkan cemaran aflatoksin pada pakan/bahan pakan dan potensi residu pada produk unggas. Bahan baku tersebut tergolong sangat rawan terkontaminasi aflatoksin, fumonisin, dan okratoksin. Pada unggas, senyawa-senyawa ini mudah terabsorpsi dan langsung memengaruhi fungsi hati, sistem imun, serta efisiensi metabolisme nutrient. (Sumantri et al., 2017).

Pengendalian kadar air menjadi langkah pencegahan paling fundamental dalam kontrol mutu pakan unggas. Secara ilmiah, risiko pertumbuhan kapang dan produksi mikotoksin sangat dipengaruhi oleh ketersediaan air (*water activity*) dan suhu; karena itu, pengeringan yang memadai dan kontrol kelembapan selama penyimpanan merupakan kontrol hulu yang paling efektif (Fleurat-Lessard, 2017). Kadar air yang tinggi pada bahan baku atau pakan terfermentasi akan mempercepat pertumbuhan kapang penghasil

mikotoksin. Oleh karena itu, kadar air harus dijaga pada tingkat aman sejak bahan diterima, selama proses fermentasi, hingga penyimpanan akhir melalui pengeringan yang memadai serta penggunaan kemasan yang melindungi dari kelembapan. Mengingat proses fermentasi dan penyimpanan dapat meningkatkan kelembaban lokal, sistem penyimpanan dan kemasan perlu dirancang untuk mencegah pakan menyerap kembali uap air.

Kebersihan wadah, peralatan, dan ruang fermentasi berperan besar dalam mencegah kontaminasi mikroba yang merugikan. Wadah yang kotor dan ruang fermentasi yang lembap dapat menjadi sumber inokulum kapang dan bakteri patogen. Penerapan sanitasi rutin, penggunaan wadah yang mudah dibersihkan, serta pengaturan ventilasi dan kebersihan lingkungan merupakan bagian penting dari sistem kontrol mutu pakan unggas. Langkah-langkah tersebut berfungsi sebagai penghalang sistemik yang mengurangi risiko kontaminasi pakan setelah proses produksi.

Pada kondisi tertentu, terutama ketika menggunakan bahan baku yang berisiko tinggi seperti dedak dan jagung, penggunaan adsorben mikotoksin menjadi langkah pengendalian tambahan yang dianjurkan. Adsorben berfungsi mengikat mikotoksin di saluran pencernaan unggas sehingga menurunkan tingkat penyerapan dan dampak toksiknya. Pemilihan adsorben harus mempertimbangkan spektrum ikatan mikotoksin, dosis yang tepat, serta tidak mengganggu ketersediaan nutrien esensial (Neme & Mohammed, 2017).

Secara keseluruhan, kontrol mutu pakan unggas harus dilakukan secara menyeluruh dan berlapis, mulai dari pemilihan bahan baku, pengendalian kadar air, kebersihan proses fermentasi, hingga strategi mitigasi mikotoksin. Pendekatan ini penting untuk menjamin keamanan pakan, melindungi kesehatan unggas, serta memastikan performa produksi yang optimal dan berkelanjutan. Kondisi di Indonesia juga menunjukkan pentingnya pemantauan cemaran aflatoksin pada pakan dan bahan pakan karena berdampak langsung pada kualitas dan keamanan produk ternak.

8.5 Herbal/Fitogenik dalam Pakan Unggas

8.5.1 Konsep Fitogenik untuk Broiler dan Layer

Fitogenik atau herbal dalam pakan unggas adalah aditif yang berasal dari tanaman—dalam bentuk tepung, ekstrak, maupun minyak atsiri—yang digunakan untuk meningkatkan kesehatan dan performa ternak. Pada broiler dan layer, fitogenik dikembangkan sebagai pendekatan nutrisi fungsional yang mendukung produktivitas sekaligus menjaga kesehatan saluran pencernaan dan sistem imun. Penggunaannya semakin relevan seiring pembatasan *Antibiotic Growth Promoter* (AGP) di berbagai negara, sehingga dibutuhkan alternatif aditif yang aman dan berkelanjutan (Montoya-Alonso et al., 2020).

Fitogenik mendukung pertumbuhan optimal, efisiensi pakan, dan menekan gangguan pencernaan pada broiler, serta membantu menjaga kestabilan produksi dan kualitas telur pada layer selama periode produksi yang panjang. Karena itu, fitogenik tidak hanya menargetkan performa jangka pendek, tetapi juga keberlanjutan sistem produksi unggas (Huyghebaert et al., 2011). Secara mekanistik, herbal dapat berperan sebagai antimikroba selektif yang menekan patogen tanpa residu dan tanpa risiko resistensi seperti pada antibiotik. Senyawa bioaktif—misalnya fenol, flavonoid, alkaloid, dan terpenoid—dapat bekerja terhadap bakteri patogen sambil mempertahankan atau mendukung mikroba menguntungkan, sehingga membantu menjaga keseimbangan mikrobiota usus (Abd El-Hack et al., 2022). Fitogenik juga memiliki aktivitas antioksidan yang membantu menekan stres oksidatif pada unggas akibat kepadatan tinggi, suhu lingkungan, dan tekanan metabolik, sekaligus mendukung integritas sel dan kualitas produk.

Selain itu, fitogenik dapat berfungsi sebagai imunomodulator dan mendukung efisiensi pencernaan. Beberapa senyawa herbal mampu menstimulasi respons imun serta meningkatkan ketahanan terhadap infeksi, sementara herbal tertentu merangsang sekresi enzim pencernaan dan empedu sehingga meningkatkan kecernaan protein, lemak, dan karbohidrat. Dampaknya terlihat pada perbaikan *Feed Conversion Ratio* (FCR) pada broiler dan efisiensi produksi telur pada layer (Hashemi & Davoodi, 2011). Secara keseluruhan, fitogenik merupakan strategi nutrisi komprehensif sebagai alternatif atau

pendamping AGP yang lebih aman dan selaras dengan tuntutan produksi unggas modern.

8.5.2 Herbal Kunci untuk Unggas dan Fungsinya

1. Kunyit, Jahe dan Temulawak

   Herbal kunci dalam pakan unggas banyak dimanfaatkan karena mengandung senyawa bioaktif yang dapat memengaruhi kesehatan usus, status antioksidan, respon imun, dan efisiensi pemanfaatan nutrien sehingga berdampak pada performa produksi (Abdelli et al., 2021a). Di antara berbagai jenis fitogenik, jahe, kunyit, dan temulawak termasuk herbal yang paling umum digunakan pada broiler dan layer karena memiliki efek fisiologis yang relatif luas, aman, dan mudah diaplikasikan dalam formulasi pakan maupun air minum.

   Jahe (*Zingiber officinale*) mengandung senyawa aktif seperti gingerol dan shogaol yang berfungsi merangsang nafsu makan dan meningkatkan aktivitas enzim pencernaan. Selain itu, jahe (*Zingiber officinale*) kaya senyawa fenolik (misalnya kelompok gingerol dan shogaol) yang secara umum dikaitkan dengan aktivitas antioksidan dan antimikroba (Mao et al., 2019). pada unggas, suplementasi jahe dilaporkan dapat mendukung performa dan parameter fisiologis/usus. Pada broiler, peningkatan nafsu makan yang diikuti perbaikan kecernaan nutrien berdampak langsung pada efisiensi penggunaan pakan dan perbaikan *Feed Conversion Ratio* (FCR). Selain itu, jahe memiliki sifat antimikroba dan antioksidan yang membantu menjaga kesehatan saluran pencernaan, sehingga mendukung pertumbuhan yang lebih optimal, serta (pada beberapa studi) berasosiasi dengan perbaikan respon imun dan mikroflora usus ketika dikombinasikan dengan pendekatan aditif lain seperti probiotik multi-strain (Qorbanpour et al., 2018).

   Kunyit (*Curcuma longa*) mengandung kurkumin yang memiliki aktivitas antioksidan, antimikroba, dan antiinflamasi sehingga banyak diteliti sebagai fitogenik. Pada ayam petelur, kurkumin dilaporkan berhubungan dengan perbaikan kualitas telur serta modulasi metabolisme lipid hati (C. Li et al., 2023).Konteks aplikasi praktis di lapangan, penggunaan

kombinasi fitogenik (misalnya kunyit–jahe) juga diteliti pada broiler dan dilaporkan memengaruhi karakteristik usus/microflora (Natsir, 2016). Pada broiler, kunyit berperan dalam meningkatkan kecernaan pakan dan efisiensi metabolisme energi serta protein. Sementara pada ayam layer, kunyit berfungsi mendukung kesehatan hati dengan membantu proses detoksifikasi, sehingga metabolisme nutrien dan sintesis komponen telur dapat berlangsung secara lebih efisien.

Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) mengandung xanthorrhizol dan kurkuminoid yang berperan penting dalam menstimulasi fungsi hati dan sistem pencernaan. Pada broiler, temulawak dapat meningkatkan nafsu makan dan mendukung konversi pakan yang lebih baik. Pada layer, temulawak berkontribusi dalam menjaga fungsi hati yang optimal, terutama pada fase produksi tinggi, sehingga membantu mencegah gangguan metabolik akibat beban produksi telur yang berat.

Penggunaan jahe, kunyit, dan temulawak sebagai herbal kunci dalam pakan unggas memberikan manfaat ganda, yaitu peningkatan performa broiler melalui perbaikan nafsu makan dan FCR, serta dukungan fungsi hati dan detoksifikasi pada ayam layer. Integrasi jahe, kunyit, dan temulawak dalam sistem nutrisi unggas dapat menjadi strategi pendukung untuk meningkatkan kesehatan, produktivitas, dan efisiensi produksi secara berkelanjutan. Namun, efektivitasnya sangat dipengaruhi oleh bentuk bahan (tepung atau ekstrak), dosis, dan lama pemberian. Selain itu, kondisi lingkungan, tingkat stres ternak, serta kualitas pakan dan manajemen kandang dasar juga menentukan hasil yang diperoleh.

2. Serai dan Kayu Manis

Serai (*Cymbopogon* spp.) dan kayu manis (*Cinnamomum* spp.) merupakan herbal kunci dalam pakan unggas yang dikenal memiliki aktivitas antimikroba dan efek positif terhadap lingkungan pemeliharaan. Kedua bahan ini mengandung minyak atsiri dan senyawa fenolik yang berfungsi sebagai aditif pakan alami untuk mendukung kesehatan saluran pencernaan serta meningkatkan kualitas pakan dan kondisi kendang. Penggunaannya relevan baik pada broiler maupun layer dalam

sistem produksi unggas modern, terutama sebagai bagian dari strategi pengurangan ketergantungan pada antibiotik pemacu pertumbuhan (Ayalew et al., 2022).

Serai mengandung senyawa aktif seperti sitral dan geraniol yang memiliki aktivitas antimikroba terhadap bakteri patogen usus, termasuk *Escherichia coli* dan *Salmonella* spp. Mekanisme kerjanya melibatkan gangguan pada membran sel bakteri sehingga menghambat pertumbuhan patogen tanpa merusak keseimbangan mikrobiota menguntungkan. Dengan menurunnya populasi bakteri patogen, kesehatan usus menjadi lebih stabil dan efisiensi pemanfaatan nutrien meningkat. Pada aplikasi unggas, suplementasi minyak atsiri/ekstrak serai pada broiler dilaporkan berasosiasi dengan perbaikan indikator performa dan/atau biomarker kesehatan usus dan imunitas pada kondisi pemeliharaan tertentu (El-Sahn et al., 2024). Penggunaan tepung serai wangi sebagai imbuhan pakan dapat memengaruhi performa unggas lokal tipe pedaging (Zaidan et al., 2024).

Kayu manis mengandung senyawa aktif seperti cinnamaldehyde dan eugenol yang berperan sebagai antimikroba dan antioksidan alami. Selain itu, komponen aromatik dan fenolik dalam kayu manis mendukung stabilitas saluran pencernaan serta membantu mengendalikan stres oksidatif pada unggas. Oleh karena itu, kayu manis sering dimanfaatkan sebagai bagian dari *phytogenic feed additive* dalam sistem nutrisi unggas (Kogut et al., 2025). Senyawa ini mampu menekan aktivitas mikroorganisme pembusuk di saluran pencernaan dan pakan, sehingga mengurangi pembentukan senyawa berbau tidak sedap seperti amonia dan sulfur. Dampak lanjutannya adalah perbaikan kualitas udara kandang yang berkontribusi terhadap kenyamanan ternak dan kesehatan sistem pernapasan unggas.

Selain pengaruhnya terhadap mikroba, serai dan kayu manis juga berperan dalam memperbaiki aroma dan palatabilitas pakan. Minyak atsiri yang dihasilkan memberikan aroma segar dan khas yang dapat meningkatkan penerimaan pakan oleh unggas. Pakan dengan aroma yang lebih baik cenderung

meningkatkan konsumsi pakan secara stabil, yang pada akhirnya mendukung performa pertumbuhan dan produksi telur. Pada level penerapan, produk berbasis minyak atsiri kayu manis/cinnamaldehyde yang dienkapsulasi dilaporkan dapat mendukung parameter kesehatan usus (mis. morfologi usus, indikator tantangan enteritis) pada broiler di kondisi lapang tertentu(Kang et al., 2024). Terkait lingkungan pemeliharaan, literatur tinjauan menyebutkan *phytogenic feed additives* (termasuk rempah/minyak atsiri) dapat berkontribusi pada penurunan emisi amonia dan bau melalui perbaikan pemanfaatan nutrien dan modulasi proses fermentasi/aktivitas mikroba pada ekskreta . Selain melalui pakan, pendekatan berbasis kayu manis juga muncul pada pengelolaan litter: penggunaan senyawa pengondisi litter yang mengandung minyak atsiri kayu manis dilaporkan memperbaiki beberapa indikator kualitas litter (mis. pH) dan menurunkan indikator risiko patogen tertentu pada kandang broiler (Marchioro et al., 2022).

Selain memengaruhi mikroba, serai dan kayu manis juga berperan dalam memperbaiki aroma dan palatabilitas pakan melalui kandungan minyak atsiri yang memberikan aroma khas. Senyawa fitogenik seperti cinnamaldehyde, eugenol, dan minyak atsiri herbal dilaporkan dapat menstimulasi fungsi pencernaan unggas sehingga berpotensi menjaga kestabilan konsumsi dan meningkatkan efisiensi pakan. Pakan dengan aroma yang lebih baik cenderung dikonsumsi lebih stabil, yang pada akhirnya dapat mendukung pertumbuhan dan/atau produksi telur apabila dosis, bentuk bahan, dan kondisi pemeliharaan sesuai.

Pemanfaatan serai dan kayu manis sebagai herbal dalam pakan unggas berpotensi memberikan manfaat ganda, yaitu menekan mikroba yang tidak diinginkan di saluran pencernaan serta memperbaiki kualitas pakan dan lingkungan kandang. Integrasi kedua bahan ini mendukung kesehatan ternak, efisiensi produksi, dan pengelolaan kandang yang lebih ramah lingkungan. Namun, penerapannya paling efektif bila menjadi bagian dari strategi *phytogenic feed additive* berbasis bukti, dengan memperhatikan jenis bahan, bentuk sediaan, dosis, dan

fase produksi karena respons dapat berbeda antar kondisi pemeliharaan.

3. Bawang Putih dan Meniran

Bawang putih (*Allium sativum*) dan meniran (*Phyllanthus niruri*) merupakan herbal kunci dalam nutrisi unggas yang banyak dimanfaatkan karena efek imunostimulan dan perannya dalam menekan tingkat mortalitas. Kedua bahan ini mengandung senyawa bioaktif yang bekerja secara sistemik dalam meningkatkan daya tahan tubuh unggas, sehingga mendukung kesehatan dan keberlanjutan performa produksi pada broiler maupun layer. Kedua bahan ini mengandung senyawa bioaktif yang bekerja melalui beberapa jalur—antimikroba, antioksidan, serta modulasi imun—yang relevan dalam sistem produksi unggas modern yang berupaya mengurangi ketergantungan pada AGP/antibiotik (Obianwuna et al., 2024).

Bawang putih mengandung senyawa sulfur aktif, terutama allicin, yang memiliki aktivitas antimikroba dan imunomodulator pada unggas (Abd El-Ghany, 2024). Allicin berperan dalam menekan pertumbuhan bakteri, virus, dan parasit, sekaligus merangsang respon imun non-spesifik. Pada unggas, penggunaan bawang putih dalam pakan atau air minum dapat meningkatkan aktivitas sel imun dan menurunkan beban patogen, sehingga risiko penyakit infeksi dan kematian dapat ditekan. Pada level aplikasi di broiler, suplementasi bawang putih dalam pakan telah dilaporkan meningkatkan beberapa indikator imun (misalnya peningkatan IgG dan IgM serta bobot relatif organ imun) dan memperbaiki status antioksidan/parameter darah tertentu, yang secara biologis konsisten dengan penurunan beban patogen serta perbaikan ketahanan tubuh (Ismail et al., 2021).

Meniran (*Phyllanthus niruri*) merupakan tanaman herbal kaya lignan, flavonoid, dan senyawa fenolik yang berperan sebagai imunostimulan dengan meningkatkan respons imun humoral dan seluler. Pada unggas, meniran dipelajari sebagai fitogenik pendukung kesehatan usus dan sistem imun, serta berpotensi menjadi alternatif pengganti antibiotik terutama

pada kondisi stres atau risiko penyakit tinggi. Pemberian ekstrak meniran pada ayam yang divaksin Newcastle disease dilaporkan meningkatkan titer antibodi, sehingga mendukung pemanfaatannya sebagai pendukung imun selama program vaksinasi atau fase kritis pemeliharaan (Rahmahani et al., 2021).

Kombinasi bawang putih dan meniran memberikan efek sinergis dalam meningkatkan status kesehatan unggas. Bawang putih berperan menurunkan tekanan patogen, sementara meniran memperkuat kemampuan tubuh dalam merespon infeksi. Sinergi ini membantu menjaga kestabilan kesehatan flok, mengurangi kejadian penyakit klinis, dan pada akhirnya menurunkan tingkat mortalitas pada broiler dan layer. Kombinasi bawang putih dan meniran secara konseptual dapat saling melengkapi: bawang putih berperan pada kontrol tekanan mikroba/dukungan imunitas umum, sementara meniran berpotensi memperkuat respons imun spesifik pascavaksin. Namun, klaim "sinergi" sebaiknya dinyatakan hati-hati kecuali ada uji kombinasi langsung (misalnya desain faktorial) yang membuktikan interaksi positif dan dampaknya pada parameter klinis (misalnya morbiditas/mortalitas).(Abd El-Ghany, 2024).

Penggunaan bawang putih dan meniran sebagai herbal kunci dalam pakan unggas merupakan strategi nutrisi fungsional yang efektif untuk meningkatkan imunitas dan menekan mortalitas. Pendekatan ini mendukung produksi unggas yang lebih sehat, aman, dan berkelanjutan, sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap obat-obatan sintetis. Secara keseluruhan, penggunaan bawang putih dan meniran sebagai herbal dalam nutrisi unggas merupakan strategi nutrisi fungsional yang menjanjikan untuk mendukung status imun dan kesehatan flok, serta membantu mengarahkan produksi unggas yang lebih aman dan berkelanjutan dengan pengurangan ketergantungan pada antibiotik, dengan catatan dosis, bentuk sediaan, dan fase pemeliharaan perlu disesuaikan agar manfaatnya konsisten (Rahmahani et al., 2021)

8.5.3 Bentuk Penyajian yang Realistis di Lapangan

Dalam praktik di lapangan, bentuk penyajian herbal yang paling realistis dan mudah diterapkan pada pakan unggas adalah dalam bentuk tepung simplisia yang dicampurkan langsung ke dalam ransum. Simplisia diperoleh melalui proses pengeringan bahan herbal segar hingga kadar air rendah, kemudian digiling menjadi tepung halus. Bentuk ini relatif stabil, mudah ditangani, dan umum digunakan sebagai bentuk *phytogenic feed additives* (herbal/rempah kering dan digiling) pada skala peternak maupun industri kecil karena tidak membutuhkan teknologi ekstraksi khusus (Abdelli et al., 2021)

Penggunaan tepung simplisia dalam ransum memungkinkan peternak memanfaatkan bahan herbal lokal seperti jahe, kunyit, temulawak, serai, bawang putih, atau meniran secara ekonomis. Secara nutrisi, tepung simplisia atau herbal kering menyediakan senyawa bioaktif pada konsentrasi moderat yang dilepaskan secara bertahap dan telah banyak diuji sebagai aditif pakan berbasis tanaman yang relatif aman bagi unggas (Khan et al., 2025). Namun, homogenitas pencampuran menjadi faktor penting agar distribusi dosis dalam ransum merata dan tidak menimbulkan variasi respon pada ternak. evaluasi kinerja pencampuran (misalnya melalui marker dan/atau pendekatan analitik) terbukti memengaruhi nilai koefisien variasi (CV) dan interpretasi "keseragaman campuran". (Knarr et al., 2025).

Untuk meningkatkan kepraktisan dan konsistensi penggunaan, herbal dapat diformulasikan dalam bentuk premix sederhana yang dicampurkan ke pakan. Premix herbal biasanya terdiri dari beberapa jenis tepung simplisia yang dikombinasikan dengan bahan pembawa seperti dedak halus atau mineral inert. Bentuk ini memudahkan aplikasi pada broiler maupun layer, karena peternak cukup menambahkan premix pada level tertentu tanpa perlu menimbang masing-masing herbal secara terpisah. Konsistensi mutu premix tetap sangat ditentukan oleh proses pencampuran dan verifikasi keseragaman (Knarr et al., 2025)

Pada broiler, premix herbal sederhana umumnya difokuskan pada peningkatan nafsu makan, efisiensi pakan, dan kesehatan usus, sedangkan pada layer diarahkan untuk mendukung imunitas, fungsi

hati, dan kestabilan produksi telur. Formulasi premix harus disesuaikan dengan fase produksi agar tidak mengganggu keseimbangan nutrisi ransum utama. Dengan pendekatan ini, herbal berfungsi sebagai aditif pakan fungsional, bukan sebagai pengganti bahan nutrisi utama. Karena respons *phytogenic* dapat bervariasi antar fase, formulasi dan level inklusi perlu disesuaikan (Abdelli et al., 2021).

Selain bentuk tepung dan premix sederhana, industri pakan mulai banyak memanfaatkan herbal dalam bentuk ekstrak dan minyak atsiri. Ekstrak dan minyak atsiri memiliki konsentrasi senyawa aktif yang lebih tinggi dan konsisten dibandingkan simplisia, sehingga dapat digunakan pada dosis yang lebih rendah. Bentuk ini lebih sesuai untuk aplikasi industri karena mudah distandardisasi dan dicampurkan secara presisi ke dalam pakan komersial. Oleh karena itu, ekstrak dan minyak atsiri banyak dikaji sebagai alternatif aditif pakan non-antibiotik pada unggas (Knarr et al., 2025)

Meskipun lebih efektif, penggunaan ekstrak dan minyak atsiri memerlukan kontrol formulasi yang ketat karena sifatnya yang mudah menguap, sensitif terhadap lingkungan, dan berpotensi menimbulkan efek iritatif pada dosis berlebih. Oleh karena itu, penerapannya sering dikombinasikan dengan teknologi enkapsulasi atau sistem penghantaran khusus untuk meningkatkan stabilitas, ketersediaan hayati, dan keamanan. Dengan demikian, pemilihan bentuk herbal—baik tepung simplisia, premix sederhana, maupun ekstrak industri—perlu disesuaikan dengan skala usaha, tujuan penggunaan, dan kemampuan manajemen pakan di lapangan. (Movahedi et al., 2024)

8.5.4 Tantangan Penggunaan Herbal pada Unggas

Penggunaan herbal sebagai aditif pakan unggas menawarkan banyak manfaat, namun juga menghadapi sejumlah tantangan teknis yang perlu dipahami secara mendalam agar aplikasinya efektif dan aman. Tantangan ini berkaitan dengan sifat alami bahan herbal yang variabel, sensitif terhadap proses pengolahan, serta berpotensi memengaruhi perilaku konsumsi pakan. Tanpa manajemen yang tepat, manfaat fitogenik dapat berkurang atau bahkan menimbulkan dampak negatif terhadap performa unggas (Movahedi et al., 2024).

Salah satu tantangan utama adalah variasi kandungan senyawa bioaktif antar batch bahan herbal. Kandungan zat aktif sangat dipengaruhi oleh jenis tanaman, umur panen, bagian tanaman yang digunakan, kondisi agroklimat, serta metode pengeringan dan penyimpanan. Variasi ini menyebabkan respon ternak terhadap herbal menjadi kurang konsisten, sehingga menyulitkan penentuan dosis yang tepat dan replikasi hasil di lapangan(Ganosi et al., 2023).

Stabilitas senyawa bioaktif herbal terhadap proses pengolahan pakan, khususnya pelleting, juga menjadi perhatian penting. Proses pelleting melibatkan suhu dan tekanan tinggi yang dapat merusak atau menguapkan senyawa volatil seperti minyak atsiri dan komponen fenolik tertentu, sehingga efektivitas herbal dapat turun bila tidak ada strategi proteksi (misalnya enkapsulasi, atau desain aplikasi yang meminimalkan paparan panas). Akibatnya, efektivitas herbal dapat menurun secara signifikan apabila tidak dilindungi dengan teknologi yang sesuai, seperti penggunaan bentuk ekstrak terenkapsulasi atau penambahan pasca-pelleting.

Selain proses produksi, stabilitas herbal selama penyimpanan ransum turut memengaruhi efektivitasnya. Paparan panas, kelembapan, dan oksigen dapat mempercepat degradasi senyawa aktif serta meningkatkan risiko oksidasi. Kondisi penyimpanan yang tidak optimal dapat menurunkan potensi biologis herbal serta mengubah aroma dan rasa pakan, sehingga berdampak pada penerimaan pakan oleh unggas dan karakter organoleptik bahan pakan (Qaisrani et al., 2021).

Palatabilitas merupakan tantangan lain yang tidak kalah penting dalam penggunaan herbal pada pakan unggas. Banyak bahan herbal/fitogenik memiliki rasa pahit, pedas, atau aroma kuat yang, pada dosis tinggi, dapat menurunkan konsumsi pakan. Penurunan intake pakan secara langsung berdampak negatif pada pertumbuhan broiler dan produksi telur pada layer, sehingga keseimbangan antara dosis efektif dan toleransi palatabilitas harus diperhatikan dengan cermat.

Risiko penurunan intake akibat penggunaan herbal berlebih menegaskan pentingnya formulasi yang presisi dan uji coba bertahap sebelum aplikasi luas. Pendekatan kombinasi beberapa herbal dengan dosis moderat seringkali lebih efektif dan lebih dapat

diterima dibandingkan penggunaan satu jenis herbal dengan dosis tinggi. Dengan memahami dan mengelola tantangan-tantangan tersebut, penggunaan herbal pada unggas dapat dioptimalkan sebagai aditif pakan yang aman, stabil, dan berkontribusi nyata terhadap performa produksi (Abdelli et al., 2021).

8.6 Bahan Pakan Alternatif Lokal untuk Unggas dan Strategi Formulasi

8.6.1 Pentingnya Bahan Lokal untuk Pakan Unggas

Pemanfaatan bahan pakan alternatif lokal untuk unggas merupakan strategi penting dalam meningkatkan kemandirian dan keberlanjutan sistem produksi unggas. Ketergantungan tinggi terhadap jagung dan soybean meal (SBM) impor menjadikan biaya pakan sangat rentan terhadap fluktuasi harga global dan gangguan pasokan. Dengan mengoptimalkan bahan pakan lokal, formulasi ransum broiler dan layer dapat lebih stabil secara ekonomi tanpa mengorbankan performa produksi, selama pendekatan formulasi dilakukan berbasis nutrien dan kendali mutu bahan baku dijaga (Pesti & Choct, 2023)

Bahan pakan lokal memiliki potensi besar karena ketersediaannya yang melimpah dan beragam, terutama dari hasil samping dan limbah agroindustry yang tidak bersaing langsung dengan pangan manusia (Georganas et al., 2023). Dedak padi sebagai contoh dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi dan nutrien, namun perlu dievaluasi karakteristik kimia–nutrisi serta dampaknya pada performa (Attia et al., 2023), bungkil kelapa Bungkil kelapa/copro meal juga banyak tersedia di wilayah tropis sebagai hasil samping industri minyak kelapa dan berpotensi menjadi sumber protein/energi alternatif, meski kualitasnya dapat bervariasi menurut proses produksi (Punzalan & Rosentrater, 2024). Selain itu, hasil samping seperti okara (ampas produksi susu kedelai/tahu) dapat dimanfaatkan sebagai bahan pakan bernilai tambah bila diproses dengan tepat (Wicaksono & Yamamoto, 2025). Limbah roti, dan hasil samping industri pertanian lainnya dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi dan protein alternatif. Pemanfaatan bahan ini tidak hanya menekan biaya ransum, tetapi juga mengurangi limbah dan meningkatkan efisiensi sistem pertanian secara keseluruhan.

Strategi formulasi pakan berbasis bahan lokal harus mempertimbangkan karakteristik nutrisi dan keterbatasan masing-masing bahan. Banyak bahan lokal memiliki kandungan serat kasar atau antinutrisi yang relatif tinggi, sehingga penggunaannya perlu dibatasi atau diolah terlebih dahulu. Teknologi pengolahan seperti fermentasi, pengeringan, dan penambahan enzim menjadi pendekatan penting untuk meningkatkan kecernaan dan nilai nutrisi bahan pakan alternatif tersebut.

Formulasi ransum berbahan lokal harus disesuaikan dengan fase produksi dan kebutuhan fisiologis ternak. Pada fase starter, prioritas biasanya pada kecernaan dan kepadatan nutrien agar pertumbuhan awal tidak "terkunci" oleh keterbatasan serat/antinutrisi, sedangkan pada fase grower–finisher atau fase produksi pada layer, proporsi bahan alternatif dapat ditingkatkan bertahap dengan tetap menjaga kecukupan energi, asam amino, mineral, dan vitamin (Pesti & Choct, 2023). Pada fase starter, bahan alternatif digunakan secara terbatas dengan prioritas pada kecernaan dan keseimbangan asam amino. Pada fase grower hingga finisher, proporsi bahan lokal dapat ditingkatkan secara bertahap untuk menekan biaya pakan tanpa menurunkan performa pertumbuhan atau produksi telur. Prinsipnya, bahan alternatif diposisikan sebagai komponen ransum yang dioptimasi, bukan sekadar "pengganti" satu-per-satu bahan impor.

Pengurangan penggunaan jagung dan SBM impor melalui bahan lokal memerlukan pendekatan formulasi berbasis nutrien, bukan sekadar substitusi bahan. Penerapan *least-cost formulation* dengan matriks nutrien yang akurat (energi, protein/asam amino, mineral, dan vitamin) memastikan kombinasi bahan lokal tetap memenuhi kebutuhan unggas secara efisien serta meminimalkan risiko kesenjangan nutrisi tersembunyi (Pesti & Choct, 2023). Selain itu, evaluasi kualitas bahan baku dan variabilitas antar-batch perlu menjadi bagian dari manajemen formulasi agar performa di lapangan tetap konsisten (Georganas et al., 2023).

Selain manfaat nutrisi dan ekonomi, pemanfaatan bahan pakan alternatif lokal juga memberikan dampak positif bagi lingkungan dan sosial. Penggunaan hasil samping atau limbah agroindustri dapat mengurangi beban pencemaran, menekan

kompetisi pangan–pakan, serta meningkatkan nilai tambah bahan yang sebelumnya kurang dimanfaatkan. Dengan formulasi yang tepat dan memperhatikan aspek stabilitas, keamanan, serta standardisasi, bahan pakan lokal dapat menjadi dasar sistem pakan unggas yang lebih mandiri, ekonomis, dan berkelanjutan.

8.6.2 Kriteria Bahan Lokal untuk Ransum Unggas

Pemilihan bahan pakan alternatif lokal untuk unggas harus didasarkan pada kriteria teknis yang jelas agar dapat mendukung performa produksi secara optimal dan berkelanjutan. Penggunaan bahan lokal tidak hanya bertujuan menekan biaya ransum, tetapi juga menjamin kontinuitas pasokan dan keamanan pakan. Oleh karena itu, strategi formulasi ransum berbasis bahan lokal perlu diawali dengan evaluasi menyeluruh terhadap ketersediaan, nilai nutrisi, dan risiko keamanan bahan pakan (Akintan et al., 2024).

Ketersediaan bahan lokal yang stabil sepanjang tahun merupakan kriteria utama dalam formulasi ransum unggas. Bahan yang bersifat musiman atau volumenya fluktuatif berisiko mengganggu konsistensi formulasi dan kualitas pakan. Bahan pakan alternatif yang ideal adalah bahan yang tersedia secara kontinu di wilayah setempat, memiliki rantai pasok yang jelas, dan dapat disimpan dengan baik tanpa penurunan mutu yang signifikan.

Dari aspek nutrisi, bahan lokal harus memiliki profil nutrien yang sesuai dengan kebutuhan fisiologis unggas. Unggas sangat sensitif terhadap serat kasar dan komponen *non-starch polysaccharides* (NSP) karena dapat meningkatkan viskositas digesta, menurunkan penyerapan nutrien, dan berdampak pada kesehatan usus; karena itu, bahan dengan NSP/serat tinggi perlu dibatasi penggunaannya atau dioptimalkan dengan teknologi seperti suplementasi enzim (*mis. carbohydrases*) (Raza et al., 2019), selain itu, keberadaan antinutrisi tertentu seperti fitat (phytate) juga perlu diperhatikan karena dapat mengganggu pemanfaatan mineral, sehingga penggunaan enzim (mis. fitase) sering dipakai untuk memperbaiki kinerja dan mineralisasi tulang pada broiler (Nuamah et al., 2024). Bahan dengan kandungan serat tinggi perlu dibatasi penggunaannya atau diolah terlebih dahulu. Selain itu, keberadaan antinutrisi seperti fitat, tanin, dan senyawa penghambat enzim harus

diperhatikan karena dapat menurunkan kecernaan dan efisiensi pemanfaatan nutrien.

Strategi formulasi pakan berbasis bahan lokal harus menerapkan pendekatan berbasis nutrien, bukan sekadar penggantian bahan baku konvensional. Formulasi perlu memperhitungkan energi metabolis, protein dan asam amino tercerna, serta keseimbangan mineral dan vitamin; di sisi lain, variabilitas mutu bahan baku (antar sumber/batch) tetap harus diantisipasi melalui kontrol mutu dan penetapan spesifikasi bahan. Teknologi pendukung seperti fermentasi, penambahan enzim, dan penggunaan aditif pakan menjadi bagian penting untuk mengoptimalkan pemanfaatan bahan lokal dalam ransum unggas.

Keamanan pakan merupakan aspek krusial dalam pemanfaatan bahan pakan alternatif lokal. Bahan seperti dedak padi, jagung, dan hasil samping agroindustri rentan mengalami penurunan mutu akibat kelembapan dan suhu selama penanganan serta penyimpanan, sehingga meningkatkan risiko kontaminasi mikotoksin (Neme & Mohammed, 2017b). Mengingat unggas sangat sensitif terhadap mikotoksin, evaluasi risiko dan pengendalian kontaminasi harus menjadi bagian integral dari sistem kontrol mutu pakan.

Selain mikotoksin, potensi cemaran residu pestisida dan logam berat juga perlu mendapat perhatian serius. Pemantauan residu pestisida pada bahan pakan berbasis serealia dan bahan pakan lain menunjukkan bahwa kontaminan semacam ini dapat ditemukan pada pakan, sehingga seleksi sumber bahan dan monitoring rutin menjadi penting dalam sistem keamanan pakan (Giugliano et al., 2024). Pada sisi lain, paparan logam berat seperti As, Pb, Cd, dan Hg dapat terakumulasi pada jaringan unggas dan menurunkan performa, sehingga risiko cemaran logam berat pada pakan/bahan pakan harus dikendalikan melalui standar dan pengujian berkala Bahan pakan yang berasal dari limbah pertanian atau industri berisiko membawa residu kimia yang dapat terakumulasi dalam tubuh unggas dan produk ternak. Oleh karena itu, seleksi sumber bahan, pengujian berkala, serta penerapan standar keamanan pakan sangat diperlukan untuk menjamin pakan yang aman dan layak digunakan (Aljohani, 2023)

Secara keseluruhan, bahan pakan alternatif lokal yang ideal untuk unggas adalah bahan yang tersedia stabil, memiliki nilai nutrisi yang sesuai, dan memenuhi persyaratan keamanan pakan. Dengan penerapan kriteria yang ketat dan strategi formulasi yang tepat, bahan lokal dapat dimanfaatkan secara optimal untuk mendukung produksi unggas yang efisien, aman, dan berkelanjutan. pada praktiknya, kebutuhan data mutu lokal juga penting karena beberapa bahan menunjukkan variasi kualitas nutrien sehingga perlu pengujian/standarisasi (misalnya dedak padi antar musim) (Wibowo et al., 2024) serta evaluasi mutu bahan kunci (misalnya SBM) untuk memastikan konsistensi (Dwinarto et al., 2024)

8.6.3 Contoh Bahan Alternatif Lokal untuk Unggas

Pemanfaatan bahan pakan alternatif lokal untuk unggas merupakan strategi formulasi yang penting dalam menghadapi tingginya biaya pakan dan ketergantungan terhadap bahan impor. Bahan lokal yang tersedia di sekitar wilayah produksi memiliki potensi besar sebagai sumber energi dan protein, asalkan digunakan dengan pendekatan nutrisi yang tepat dan terkontrol (Sugiharto & Ranjitkar, 2019; Truong et al., 2019). Strategi formulasi harus menekankan efisiensi biaya, kecukupan nutrisi, serta keamanan dan kecernaan bagi unggas, termasuk kontrol cemaran seperti mikotoksin yang umum terkait bahan berbasis jagung dan hasil sampingnya.

Sebagai sumber energi, singkong dan hasil sampingnya seperti onggok merupakan bahan lokal yang banyak dimanfaatkan karena kandungan karbohidratnya tinggi, tetapi umumnya terbatas oleh protein yang rendah dan fraksi serat yang relatif tinggi (Almeida et al., 2020). Pengolahan (misalnya fermentasi atau dukungan enzim karbohidrase) dilaporkan dapat membantu meningkatkan pemanfaatan residu singkong dalam ransum unggas dan mengurangi keterbatasan terkait serat, sehingga penggunaannya dapat lebih aman pada level tertentu. Namun, singkong dan onggok memiliki kandungan protein rendah dan serat relatif tinggi, sehingga penggunaannya perlu dibatasi dan dikombinasikan dengan sumber protein lain. Pengolahan seperti fermentasi dapat meningkatkan

kecernaan dan nilai guna onggok dalam ransum broiler maupun layer.

Limbah roti merupakan sumber energi alternatif yang sangat potensial karena kaya pati dan gula sederhana. Bahan ini mudah dicerna oleh unggas dan memiliki palatabilitas yang baik apabila ditangani dengan benar. Tantangan utamanya adalah kadar air yang tinggi dan risiko penurunan mutu (mis. pertumbuhan mikroba) bila pengeringan dan penyimpanan kurang baik; karena itu, proses stabilisasi (pengeringan hingga kadar air rendah) menjadi prasyarat sebelum masuk ke formulasi pakan

Jagung lokal juga dapat digunakan sebagai sumber energi utama atau pendamping jagung impor, meskipun kualitasnya sering kali bervariasi. Variasi kadar air, kerusakan fisik, dan risiko mikotoksin menjadi faktor pembatas utama, sehingga diperlukan kontrol mutu bahan baku dan strategi mitigasi di pakan (mis. praktik penyimpanan yang baik, monitoring, serta intervensi berbasis adsorben/binder yang tepat sasaran). Oleh karena itu, penggunaan jagung lokal harus disertai dengan kontrol mutu yang ketat dan, bila perlu, penggunaan adsorben mikotoksin dalam ransum unggas.

Sagu merupakan sumber karbohidrat lokal yang potensial di wilayah tertentu, namun penggunaannya dalam ransum unggas perlu dibatasi karena kandungan serat dan pati resisten yang tinggi serta protein yang rendah dapat menurunkan kecernaan dan meningkatkan viskositas digesta, sehingga memerlukan pengolahan untuk memperbaiki kualitas nutrisinya. Oleh sebab itu, sagu lebih sesuai digunakan dalam jumlah kecil dan dikombinasikan dengan bahan energi lain yang lebih mudah dicerna. Studi pada unggas lokal menunjukkan ampas sagu fermentasi dapat dimanfaatkan pada level tertentu dalam ransum, dengan catatan formulasi tetap menjaga keseimbangan nutrien dan batas serat yang aman (Rianza, 2019; Zulkarnain et al., 2017)

Maggot *Black Soldier Fly* (BSF) merupakan sumber protein alternatif lokal yang prospektif karena kandungan protein dan asam aminonya relatif baik serta dapat diproduksi dari limbah organik dalam konsep ekonomi sirkular. Bahan ini berpotensi menggantikan sebagian tepung ikan atau *meat bone meal* (MBM) dalam ransum unggas. Namun, penggunaannya lebih aman sebagai substitusi

parsial dan bertahap karena penggantian penuh bahan protein konvensional dapat menurunkan performa apabila tidak disertai penyesuaian formulasi, kecernaan, dan teknologi pengolahan. Namun demikian, penggunaan maggot BSF perlu memperhatikan kandungan lemak dan kitin yang dapat memengaruhi kecernaan jika digunakan berlebihan. Pengolahan seperti pengeringan, penggilingan, atau defatting dapat meningkatkan kualitas dan konsistensi bahan ini. Dalam formulasi, maggot BSF umumnya digunakan sebagai substitusi parsial sumber protein hewani konvensional.

Bungkil kelapa dan bungkil sawit merupakan sumber protein nabati lokal yang melimpah, tetapi memiliki keterbatasan berupa serat kasar dan antinutrisi yang relatif tinggi. Pada unggas, penggunaan bungkil perlu dibatasi atau didahului dengan pengolahan seperti fermentasi, pretreatment, atau penambahan enzim karena kandungan fraksi NSP tertentu dapat menurunkan kecernaan apabila digunakan tanpa dukungan teknologi yang tepat. Pengolahan tersebut bertujuan menurunkan serat, meningkatkan kecernaan protein, dan memperbaiki nilai nutrisi bahan (Punzalan & Rosentrater, 2024).

Azolla dan duckweed merupakan sumber protein hijauan lokal yang berpotensi dimanfaatkan, terutama pada itik dan ayam kampung atau ternak yang diplihara secara semi-intensif Namun, variasi komposisi serta keterbatasan kecernaan membuat penggunaannya cenderung lebih aman pada level terbatas dan memerlukan formulasi yang disiplin (Demann et al., 2022). Kedua bahan ini mengandung protein, mineral, dan pigmen alami yang cukup tinggi, tetapi juga memiliki serat dan faktor pembatas kecernaan sehingga penggunaannya perlu dibatasi. Bahan tersebut lebih sesuai untuk unggas lokal atau sistem semi-intensif dibandingkan broiler komersial. Pada azolla, beberapa studi pada ayam menunjukkan potensi penggunaan pada level inklusi rendah hingga moderat (sekitar 5%) dengan tetap menjaga keseimbangan nutrien ransum. (Abdelatty et al., 2021).

Selain itu, penerapan teknologi pengolahan seperti fermentasi, penambahan enzim, dan kontrol mutu bahan menjadi kunci keberhasilan pemanfaatan bahan lokal. Tanpa pengolahan dan

pengawasan yang memadai, risiko penurunan kecernaan dan gangguan kesehatan unggas akan meningkat, termasuk dari sisi keamanan pakan (mis. mikotoksin) yang memerlukan strategi mitigasi terintegrasi. Oleh karena itu, strategi formulasi harus selalu diintegrasikan dengan manajemen bahan baku yang baik.

Bahan pakan alternatif lokal seperti singkong, onggok, limbah roti, jagung lokal, sagu, maggot BSF, bungkil nabati, azolla, dan duckweed memiliki peran strategis dalam sistem pakan unggas. Dengan penggunaan yang terkontrol dan formulasi yang tepat, bahan-bahan tersebut dapat menekan biaya ransum, mengurangi ketergantungan impor, serta mendukung produksi unggas yang lebih mandiri dan berkelanjutan.

8.6.4 Pengolahan untuk Meningkatkan Kecernaan Unggas

Pemanfaatan bahan pakan alternatif lokal untuk unggas memerlukan strategi pengolahan yang tepat agar keterbatasan nutrisi bahan dapat diatasi dan kecernaannya meningkat. Unggas memiliki sistem pencernaan yang relatif singkat dan sensitif terhadap serat kasar, antinutrisi, serta kontaminan, sehingga bahan lokal tidak dapat digunakan secara langsung tanpa perlakuan tertentu. Oleh karena itu, pengolahan menjadi bagian integral dalam strategi formulasi ransum berbasis bahan lokal (Olariu et al., 2025).

Bahan lokal seperti bungkil kelapa, bungkil sawit, dan berbagai by-product agroindustri umumnya memiliki kandungan serat kasar dan *non-starch polysaccharides* (NSP) yang tinggi. Serat dan NSP ini dapat menurunkan kecernaan nutrien serta meningkatkan viskositas digesta pada unggas (Chen et al., 2023). Tanpa pengolahan, penggunaan bahan tersebut dalam ransum broiler dan layer harus sangat dibatasi untuk mencegah penurunan performa.

Fermentasi merupakan salah satu metode pengolahan yang paling efektif untuk meningkatkan kecernaan bahan tinggi serat. Melalui aktivitas mikroorganisme, struktur serat kompleks dapat diuraikan menjadi fraksi yang lebih sederhana, sementara antinutrisi seperti fitat dan tanin dapat ditekan, pada saat yang sama, kualitas nutrien (misalnya fraksi yang lebih mudah dimanfaatkan) dapat meningkat sehingga bahan bungkil dan by-product menjadi lebih

sesuai untuk ransum unggas. Namun, efektivitas fermentasi sangat bergantung pada strain mikroba, kadar air, suhu, dan lama fermentasi sehingga hasilnya perlu distandardisasi agar konsistenFermentasi juga meningkatkan protein terlarut dan ketersediaan asam amino, sehingga bahan bungkil dan by-product menjadi lebih sesuai untuk ransum unggas.

Penggunaan enzim pakan menjadi strategi penting dalam formulasi ransum berbahan lokal. Enzim NSP-ase seperti xilanase, β-glukanase, dan selulase berperan dalam menghidrolisis komponen NSP yang menghambat pencernaan. Dengan berkurangnya NSP, viskositas digesta menurun dan penyerapan energi serta protein menjadi lebih efisien (Chen et al., 2023; Raza et al., 2019). Fitase merupakan enzim kunci dalam ransum unggas berbasis bahan lokal yang tinggi fitat, seperti dedak padi dan bungkil nabati. Fitat mengikat fosfor, protein, dan mineral penting sehingga menurunkan ketersediaannya bagi unggas. Penambahan fitase akan meningkatkan pelepasan fosfor dan mineral lain, memperbaiki kecernaan nutrien, serta mengurangi ekskresi fosfor ke lingkungan(Nuamah et al., 2024).

Strategi pengolahan bahan lokal juga harus memperhatikan aspek keamanan pakan, khususnya risiko aflatoksin pada jagung dan dedak. Aflatoksin dapat terbentuk akibat pertumbuhan kapang pada kondisi penyimpanan yang lembap dan hangat. Mengingat unggas sangat sensitif terhadap mikotoksin, pengendalian risiko ini menjadi prioritas utama dalam formulasi ransum (Opoku et al., 2023).

Penurunan risiko aflatoksin dapat dilakukan melalui beberapa pendekatan, dimulai dari seleksi bahan baku yang berkualitas dan pengendalian kadar air selama penyimpanan. Pengeringan jagung hingga kadar air aman, penggunaan gudang dengan ventilasi baik, serta rotasi stok yang tepat dapat menghambat pertumbuhan kapang. Pendekatan preventif ini merupakan langkah paling efektif dan ekonomis.

Selain pencegahan, strategi mitigasi aflatoksin dapat dilakukan melalui penggunaan adsorben mikotoksin dalam ransum unggas. Adsorben berfungsi mengikat aflatoksin di saluran pencernaan sehingga mengurangi absorpsi dan dampak toksiknya. Adsorben ditujukan untuk menurunkan bioavailabilitas mikotoksin

di saluran pencernaan, tetapi kinerja adsorben tidak selalu setara antar-produk dan dapat berbeda tergantung jenis mikotoksin, kondisi pH saluran cerna, serta dosis; karena itu, pemilihan adsorben sebaiknya berbasis bukti uji efektivitas yang relevan.

Bahan lokal yang telah difermentasi atau dikombinasikan dengan enzim dan adsorben harus tetap disusun berdasarkan kebutuhan nutrien unggas. Pendekatan formulasi berbasis nutrien memastikan bahwa energi metabolis, protein, asam amino tercerna, serta mineral dan vitamin tetap seimbang. Strategi ini mencegah penurunan performa akibat ketidakseimbangan nutrisi meskipun bahan baku yang digunakan bervariasi.

Integrasi fermentasi, penggunaan enzim, dan kontrol aflatoksin memungkinkan peningkatan tingkat penggunaan bahan pakan alternatif lokal dalam ransum unggas. Pendekatan terpadu ini tidak hanya meningkatkan kecernaan dan keamanan pakan, tetapi juga menekan biaya ransum dan mengurangi ketergantungan terhadap bahan impor.

Secara keseluruhan, strategi pengolahan bahan pakan alternatif lokal merupakan kunci keberhasilan formulasi ransum unggas yang efisien dan berkelanjutan. Dengan pengolahan yang tepat dan manajemen mutu yang ketat, bahan lokal dapat dimanfaatkan secara optimal tanpa mengorbankan kesehatan dan performa unggas, sekaligus mendukung kemandirian pakan nasional.

DAFTAR PUSTAKA

Abd El-Ghany, W. A. (2024). Potential Effects of Garlic (Allium sativum L.) on the Performance, Immunity, Gut Health, Anti-Oxidant Status, Blood Parameters, and Intestinal Microbiota of Poultry: An Updated Comprehensive Review. *Animals*, *14*(3), 498. https://doi.org/10.3390/ani14030498

Abd El-Hack, M. E., El-Saadony, M. T., Saad, A. M., Salem, H. M., Ashry, N. M., Abo Ghanima, M. M., Shukry, M., Swelum, A. A., Taha, A. E., El-Tahan, A. M., AbuQamar, S. F., & El-Tarabily, K. A. (2022). Essential oils and their nanoemulsions as green alternatives to antibiotics in poultry nutrition: A comprehensive review. *Poultry Science*, *101*(2), 101584. https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101584

Abdelatty, A. M., Mandouh, M. I., Mohamed, S. A., Busato, S., Badr, O. A. M., Bionaz, M., Elolimy, A. A., Moustafa, M. M. A., Farid, O. A. A., & Al-Mokaddem, A. K. (2021). Azolla leaf meal at 5% of the diet improves growth performance, intestinal morphology and p70S6K1 activation, and affects cecal microbiota in broiler chicken. *Animal*, *15*(10), 100362. https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100362

Abdelli, N., Solà-Oriol, D., & Pérez, J. F. (2021a). Phytogenic Feed Additives in Poultry: Achievements, Prospective and Challenges. *Animals*, *11*(12), 3471. https://doi.org/10.3390/ani11123471

Abilio Dos Santos, Gaspar Ferreira Vicente, Acacio Cardoso Amaral, Claudio Filipe Ximenes, Domingos Cruz Pinto, Jacinto De Araujo, Danina Nunes, & Julio Vicente. (2024a). Effect of Fermented Rice Bran and Corn Meal in Commercial Feed on The Production Performance of Broiler. *JURNAL TRITON*, *15*(2), 379–387. https://doi.org/10.47687/jt.v15i2.831

Affandi, A., Nahrowi, & Mutia, R. (2016). Dampak Pelarangan Antibiotic Growth Promoters (Agp) Dalam Pakan Terhadap Produksi Dan Mortalitas Ayam Pedaging: Studi Kasus Di Farm Peternak Ayam Ras Pedaging Di Kabupaten Kuningan. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis Dan Ilmu Pakan*, *6*(1), 35–48.

Akintan, O., Gebremedhin, K. G., & Uyeh, D. D. (2024). Animal Feed Formulation—Connecting Technologies to Build a Resilient and Sustainable System. *Animals*, *14*(10), 1497. https://doi.org/10.3390/ani14101497

Albarki, H. R., Suntara, C., Wongtangtintharn, S., Iwai, C. B., Jayanegara, A., & Cherdthong, A. (2025). Sustainable Animal Nutrition and Feeding Strategies for Reducing Methane Emissions and Enhancing Feed Digestibility with Encapsulated Black Soldier Fly Larvae Oil. *Sustainability*, *17*(7), 3155. https://doi.org/10.3390/su17073155

Aljohani, A. S. M. (2023). Heavy metal toxicity in poultry: A comprehensive review. *Frontiers in Veterinary Science*, *10*, 1161354. https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1161354

Almeida, A. Z., Eyng, C., Nunes, R. V., Broch, J., De Souza, C., Sangalli, G. G., & Tenório, K. I. (2020). Carcass characteristics and meat quality of slow-growing broilers fed diets containing dry residue of cassava, with or without the addition of carbohydrases. *Tropical Animal Health and Production*, *52*(5), 2677–2685. https://doi.org/10.1007/s11250-020-02308-4

Attia, Y. A., Ashour, E. A., Nagadi, S. A., Farag, M. R., Bovera, F., & Alagawany, M. (2023). Rice Bran as an Alternative Feedstuff in Broiler Nutrition and Impact of Liposorb® and Vitamin E-Se on Sustainability of Performance, Carcass Traits, Blood Biochemistry, and Antioxidant Indices. *Veterinary Sciences*, *10*(4), 299. https://doi.org/10.3390/vetsci10040299

Atuahene, D., Sam, B. A., Idan, F., Sana, S. S., Knop, R., Suthar, T., Kumar, H., & Shaikh, A. M. (2025). Probiotics, Prebiotics, and Synbiotics in Pigs and Poultry: A Review of Gut Health, Performance, and Environmental Outcomes. *Veterinary Sciences*, *12*(11), 1054. https://doi.org/10.3390/vetsci12111054

Ayalew, H., Zhang, H., Wang, J., Wu, S., Qiu, K., Qi, G., Tekeste, A., Wassie, T., & Chanie, D. (2022). Potential Feed Additives as Antibiotic Alternatives in Broiler Production. *Frontiers in Veterinary Science*, *9*, 916473. https://doi.org/10.3389/fvets.2022.916473

Buccaro, M., Toscano, A., Balzarotti, M., Re, I., Bosco, D., & Bettiga, M. (2023). Techno-Economic Assessment of APS-Based Poultry Feed Production with a Circular Biorefinery Process. *Sustainability*, *15*(3), 2195. https://doi.org/10.3390/su15032195

Chen, X., Zhang, G., Wang, W., Liu, G., Cai, H., Purba, A., & Zheng, A. (2023). Compound non-starch polysaccharide enzymes improve growth performance, slaughter performance, immune function, and apparent utilization rate of nutrients in broiler chickens fed a low-metabolizable energy diet. *Frontiers in Veterinary Science*, *10*, 1162811. https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1162811

Daud, M., Yaman, M. A., Fuadi, Z., & Mulyadi, M. (2024). Populasi Mikroba Pada Saluran Cerna Ayam Pedaging yang diberi Probiotik dan Fitogenik sebagai Feed Additive dalam Ransum. *Jurnal Sain Veteriner*, *42*(3), 327. https://doi.org/10.22146/jsv.78131

Demann, J., Petersen, F., Dusel, G., Bog, M., Devlamynck, R., Ulbrich, A., Olfs, H.-W., & Westendarp, H. (2022). Nutritional Value of Duckweed as Protein Feed for Broiler Chickens—Digestibility of Crude Protein, Amino Acids and Phosphorus. *Animals*, *13*(1), 130. https://doi.org/10.3390/ani13010130

Ducatelle, R., Goossens, E., Eeckhaut, V., & Van Immerseel, F. (2023). Poultry gut health and beyond. *Animal Nutrition*, *13*, 240–248. https://doi.org/10.1016/j.aninu.2023.03.005

Dwinarto, B., Laconi, E. B., & Jayanegara, A. (2024). Uji Homogenitas dan Stabilitas Bungkil Kedelai Sebagai Bahan Standar pada Pengujian Nutrien di Laboratorium Pakan: Assessing Homogeneity and Stability of Soybean Meal for Nutrient Testing Standards in Feed Laboratories. *Jurnal Ilmu Nutrisi Dan Teknologi Pakan*, *22*(3), 159–165. https://doi.org/10.29244/jintp.22.3.159-165

El-Sahn, A. A., Manaa, E. A., EL-Barbary, A. M., Khalifah, A. M., Fayez, S., Abdel-Daim, A. S. A., Albadrani, G. M., Abdel-Daim, M. M., & Abdel-Latif, M. A. (2024). Lemongrass extract enhances productive performance, blood biomarkers, immunity, and

gut health of broilers. *Heliyon*, *10*(18), e37783. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e37783

Enshaie, E., Nigam, S., Patel, S., & Rai, V. (2025). Livestock Antibiotics Use and Antimicrobial Resistance. *Antibiotics*, *14*(6), 621. https://doi.org/10.3390/antibiotics14060621

Fleurat-Lessard, F. (2017). Integrated management of the risks of stored grain spoilage by seedborne fungi and contamination by storage mould mycotoxins – An update. *Journal of Stored Products Research*, *71*, 22–40. https://doi.org/10.1016/j.jspr.2016.10.002

Ganosi, E., Barda, C., Grafakou, M.-E., Rallis, M. Ch., & Skaltsa, H. (2023). An In-Depth Stability Study of the Essential Oils from Mentha × piperita, Mentha spicata, Origanum vulgare, and Thymus vulgaris: The Impact of Thermal and Storage Conditions. *Separations*, *10*(9), 488. https://doi.org/10.3390/separations10090488

Georganas, A., Giamouri, E., Pappas, A. C., Zoidis, E., Goliomytis, M., & Simitzis, P. (2023). Utilization of Agro-Industrial By-Products for Sustainable Poultry Production. *Sustainability*, *15*(4), 3679. https://doi.org/10.3390/su15043679

Giugliano, R., Armenio, V., Savio, V., Vaccaro, E., Ciccotelli, V., & Vivaldi, B. (2024). Monitoring of Non-Maximum-Residue-Level Pesticides in Animal Feed: A Study from 2019 to 2023. *Toxics*, *12*(9), 680. https://doi.org/10.3390/toxics12090680

Gómez-Osorio, L.-M., Vasiljevic, M., Raj, J., Chaparro-Gutierréz, J. J., & López-Osorio, S. (2024). Mycotoxins and coccidiosis in poultry – co-occurrence, interaction, and effects. *Frontiers in Veterinary Science*, *11*, 1387856. https://doi.org/10.3389/fvets.2024.1387856

Hashemi, S. R., & Davoodi, H. (2011). Herbal plants and their derivatives as growth and health promoters in animal nutrition. *Veterinary Research Communications*, *35*(3), 169–180. https://doi.org/10.1007/s11259-010-9458-2

Hidayat, B., Hasanudin, U., Muslihudin, M., Akmal, S., Nurdjanah, S., & Yuliana, N. (2021). Optimasi Proses Fermentasi Semi Padat Onggok Singkong Menggunakan Metode Response Surface

Methodology (RSM). *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, *21*(2), 118–128.

Huyghebaert, G., Ducatelle, R., & Immerseel, F. V. (2011). An update on alternatives to antimicrobial growth promoters for broilers. *The Veterinary Journal*, *187*(2), 182–188. https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2010.03.003

Idowu, P. A., Mpofu, T. J., Magoro, A. M., Modiba, M. C., Nephawe, K. A., & Mtileni, B. (2025). Impact of probiotics on chicken gut microbiota, immunity, behavior, and productive performance—A systematic review. *Frontiers in Animal Science*, *6*, 1562527.

Ismail, I. E., Alagawany, M., Taha, A. E., Puvača, N., Laudadio, V., & Tufarelli, V. (2021). Effect of dietary supplementation of garlic powder and phenyl acetic acid on productive performance, blood haematology, immunity and antioxidant status of broiler chickens. *Animal Bioscience*,

Jumare, F. I., Salleh, M. Md., Ihsan, N., & Hussin, H. (2024). Cassava waste as an animal feed treatment: Past and future. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, *23*(3), 839–868. https://doi.org/10.1007/s11157-024-09701-7

Katu, J. K., Tóth, T., Ásványi, B., Hatvan, Z., & Varga, L. (2025a). Effect of Fermented Feed on Growth Performance and Gut Health of Broilers: A Review. *Animals*, *15*(13), 1957. https://doi.org/10.3390/ani15131957

Khan, K., Al-Khalaifah, H., Ahmad, N., Khan, M. T., Alonaizan, R., Khan, R. U., Naz, S., Abudabos, A., & Alhidary, I. A. (2025). Dietary supplementation of cinnamon and turmeric powder enhances growth performance, nutrient digestibility, immune response, and renal function in broiler chickens. *Poultry Science*, *104*(10), 105556. https://doi.org/10.1016/j.psj.2025.105556

Knarr, L. E., Bowen, K. M., Estanich, E. B., & Moritz, J. S. (2025a). A horizontal mixer and a batch-to-horizontal mixer system increased the mix uniformity of free methionine in complete diets relative to a vertical mixer. *Journal of Applied Poultry Research*, *34*(3), 100554. https://doi.org/10.1016/j.japr.2025.100554

Kogut, M. H., Byrd, J. A., Genovese, K., Swaggerty, C. L., & Lyte, M. (2025). Effect of diet-induced low-grade, chronic inflammation on susceptibility of broilers to Salmonella colonization and pathogenicity. *Poultry Science*, *104*(8), 105303. https://doi.org/10.1016/j.psj.2025.105303

Li, C., Gao, J., Guo, S., He, B., & Ma, W. (2023). Effects of Curcumin on the Egg Quality and Hepatic Lipid Metabolism of Laying Hens. *Animals*, *14*(1), 138. https://doi.org/10.3390/ani14010138

Li, H., Kang, Y., Sun, Y., Bian, C., Fan, M., Zhang, H., Zhao, S., Song, X., & Qiao, H. (2025). The role of Lactobacterium plantarum in solid-state fermentation of Astragalus membranaceus for broiler chicken feed. *AMB Express*, *15*(1), 26. https://doi.org/10.1186/s13568-025-01823-7

Manu, K. R., Mulyantini, N. G. A., Kallau, N. H. G., Telupere, F. M. S., & Detha, A. I. R. (2023). The Pakan Fermentasi Berbasis Bahan Lokal Berbentuk Pellet dan Tepung Terhadap Performa, Karkas dan Organ Intestinal Ayam Broiler. *JURNAL KAJIAN VETERINER*, *11*(2), 198–217. https://doi.org/10.35508/jkv.v11i2.12596

Mao, Q.-Q., Xu, X.-Y., Cao, S.-Y., Gan, R.-Y., Corke, H., Beta, T., & Li, H.-B. (2019). Bioactive Compounds and Bioactivities of Ginger (Zingiber officinale Roscoe). *Foods*, *8*(6), 185. https://doi.org/10.3390/foods8060185

Marchioro, T., Stefani, L., Zampar, A., Strapazzon, J., Araújo, D., & Boiago, M. (2022). The Use of A Compound Based on Phyllosilicates and Cinnamon Essential Oil for Chicken Broiler's Litter. *Brazilian Journal of Poultry Science*, *24*(4), eRBCA-2022-1652. https://doi.org/10.1590/1806-9061-2022-1652

Montoya-Alonso, J. A., Morchón, R., Matos, J. I., Falcón-Cordón, Y., Costa-Rodriguez, N., & Carretón, E. (2020). Dirofilaria immitis Could Be a Risk Factor for the Development of Allergic Diseases in Humans. *Animals*, *10*(10), 1847. https://doi.org/10.3390/ani10101847

Movahedi, F., Nirmal, N., Wang, P., Jin, H., Grøndahl, L., & Li, L. (2024a). Recent advances in essential oils and their nanoformulations

for poultry feed. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, *15*(1), 110. https://doi.org/10.1186/s40104-024-01067-8

Nalle, C. L., & Yowi, M. R. K. (2019). Nutritional Value of Fermented Rice Bran for Broiler Chickens: Apparent Metabolizable Energy and Growth Performance. *International Journal of Poultry Science*, *18*(12), 618–625. https://doi.org/10.3923/ijps.2019.618.625

Nalle, C. L., Helda, H., Toelle, N., & Mawaddah, U. (2021). Growth performance and nutrient digestibility of broilers fed different type of diets and feed additives. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, *46*(4), 304–324. https://doi.org/10.14710/jitaa.46.4.304-324

Natsir, M. H. (2016). Penggunaan Kombinasi Kunyit (Curcuma Domestica) Dan Jahe (Zingiber Officinale) Bentuk Enkapsulasi Dan Tanpa Enkapsulasi Terhadap Karakteristik Usus Dan Mikroflora Usus Ayam Pedaging. *Buletin Peternakan*, *40*(1), 1. https://doi.org/10.21059/buletinpeternak.v40i1.8890

Neme, K., & Mohammed, A. (2017). Mycotoxin occurrence in grains and the role of postharvest management as a mitigation strategies. A review. *Food Control*, *78*, 412–425. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.03.012

Nhara, R. B., Musara, C., Charambira, T., Mujati, T., Nhovoro, T., Hodzi, P., Chigede, N., & Ruzengwe, F. M. (2025). Role of phytogenic feed additives on animal product quality and acceptance—A review. *Tropical Animal Health and Production*, *57*(5), 226. https://doi.org/10.1007/s11250-025-04474-9

Nuamah, E., Okon, U. M., Jeong, E., Mun, Y., Cheon, I., Chae, B., Odoi, F. N. A., Kim, D., & Choi, N.-J. (2024). Unlocking Phytate with Phytase: A Meta-Analytic View of Meat-Type Chicken Muscle Growth and Bone Mineralization Potential. *Animals*, *14*(14), 2090. https://doi.org/10.3390/ani14142090

Obianwuna, U. E., Huang, L., Zhang, H., Wang, J., Qi, G., Qiu, K., & Wu, S. (2024). Fermented soybean meal improved laying performance and egg quality of laying hens by modulating cecal microbiota, nutrient digestibility, intestinal health, antioxidant and immunological functions. *Animal Nutrition*, *18*, 309–321. https://doi.org/10.1016/j.aninu.2024.03.015

Olariu, R. M., Fiţ, N. I., Bouari, C. M., & Nadăş, G. C. (2025). Mycotoxins in Broiler Production: Impacts on Growth, Immunity, Vaccine Efficacy, and Food Safety. *Toxins*, *17*(6), 261. https://doi.org/10.3390/toxins17060261

Olukomaiya, O., Fernando, C., Mereddy, R., Li, X., & Sultanbawa, Y. (2019). Solid-state fermented plant protein sources in the diets of broiler chickens: A review. *Animal Nutrition*, *5*(4), 319–330. https://doi.org/10.1016/j.aninu.2019.05.005

Oni, A. I., & Oke, O. E. (2025). Gut health modulation through phytogenics in poultry: Mechanisms, benefits, and applications. *Frontiers in Veterinary Science*, *12*, 1616734. https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1616734

Opoku, B., Osekre, E. A., Opit, G., Bosomtwe, A., & Bingham, G. V. (2023). Evaluation of Hermetic Storage Bags for the Preservation of Yellow Maize in Poultry Farms in Dormaa Ahenkro, Ghana. *Insects*, *14*(2), 141. https://doi.org/10.3390/insects14020141

Palupi, R., Lubis, F. N. L., & Pratama, A. N. T. (2023). Effects of Lactobacillus-Fermented Feed on Production Performance and Carcass Quality of Broiler Chickens. *Journal of World's Poultry Research*, 1. https://doi.org/10.36380/jwpr.2023.14

Pesti, G. M., & Choct, M. (2023). The future of feed formulation for poultry: Toward more sustainable production of meat and eggs. *Animal Nutrition*, *15*, 71–87. https://doi.org/10.1016/j.aninu.2023.02.013

Prasetyo, A. F., Ulum, M. Y. M., Prasetyo, B., & Sanyoto, J. I. (2020). Performa Pertumbuhan Broiler Pasca Penghentian Antibiotic Growth Promoters (AGP) dalam Pakan Ternak Pola Kemitraan di Kabupaten Jember. *Jurnal Peternakan*, *17*(1), 25–30. http://dx.doi.org/10.24014/jupet.v17i1:7536

Predescu, N. C., Stefan, G., Rosu, M. P., & Papuc, C. (2024). Fermented Feed in Broiler Diets Reduces the Antinutritional Factors, Improves Productive Performances and Modulates Gut Microbiome—A Review. *Agriculture*, *14*(10), 1752. https://doi.org/10.3390/agriculture14101752

Punzalan, J. K. M., & Rosentrater, K. A. (2024a). Copra Meal: A Review of Its Production, Properties, and Prospects. *Animals*, *14*(11), 1689. https://doi.org/10.3390/ani14111689

Purnamasari, L., Dela Cruz, J. F., & Dela Cruz, K. J. V. (2022). The Potential of beta-glucan as feed additives in broiler chickens: A review. *Jurnal Ilmu Peternakan Terapan*, *6*(1), 18–28. https://doi.org/10.25047/jipt.v6i1.3297

Qaisrani, S. N., Rizwan, M., Yaseen, G., Bibi, F., Sarfraz, M. A., Khan, N. A., Naveed, S., & Pasha, T. N. (2021). Effects of dietary oxidized oil on growth performance, meat quality and biochemical indices in poultry – a review. *Annals of Animal Science*, *21*(1), 29–46. https://doi.org/10.2478/aoas-2020-0043

Qorbanpour, M., Fahim, T., Javandel, F., Nosrati, M., Paz, E., Seidavi, A.,Ragni, M., Laudadio, V., & Tufarelli, V. (2018). Effect of Dietary Ginger (Zingiber officinale Roscoe) and Multi-Strain Probiotic on Growth and Carcass Traits, Blood Biochemistry, Immune Responses and Intestinal Microflora in Broiler Chickens. *Animals*, *8*(7), 117. https://doi.org/10.3390/ani8070117

Rahmahani, J., Ernawati, R., & Handijatno, D. (2021). Effect Of Phyllanthus Niruri L. Extract As Immunostimulator On Chicken Vaccinated By Newcastle Disease. *Jurnal Veteriner*, *22*(1), 125–132. https://doi.org/10.19087/jveteriner.2021.22.1.125

Raza, A., Bashir, S., & Tabassum, R. (2019). An update on carbohydrases: Growth performance and intestinal health of poultry. *Heliyon*, *5*(4), e01437. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01437

Rianza, R. (2019). The use of fermented sago pulp as feed for super-native chicken for 1-5 weeks. *Jurnal Ilmu Ternak Universitas Padjadjaran*, *19*(1), 36. https://doi.org/10.24198/jit.v19i1.20012

Rylian,A, K., N Irwani, & Y Sukaryana. (2016). Produktivitas Broiler yang Diberikan Infusa Daun Pepaya (Carica papaya L.). *Jurnal Peternakan Terapan*, *3*(2), 53–56.

Salami, S. A., Luciano, G., O'Grady, M. N., Biondi, L., Newbold, C. J., Kerry, J. P., & Priolo, A. (2019). Sustainability of feeding plant

by-products: A review of the implications for ruminant meat production. *Animal Feed Science and Technology*, *251*, 37–55. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2019.02.006

Salim, H. Md., Huque, K. S., Kamaruddin, K. M., & Haque Beg, A. (2018). Global Restriction of Using Antibiotic Growth Promoters and Alternative Strategies in Poultry Production. *Science Progress*, *101*(1), 52–75. https://doi.org/10.3184/003685018X15173975498947

Sampath, V., & Kim, I. H. (2025). Glimpse of functional feed additives for sustainable broiler production—A Review. *Journal of Animal and Feed Sciences*. https://doi.org/10.22358/jafs/202264/2025

Shanmugasundaram, R. (2025). Current approaches to the ongoing challenges of mycotoxins in poultry diets: Understanding and combating mycotoxins for sustainable poultry production. *Journal of Applied Poultry Research*, *34*(4), 100586. https://doi.org/10.1016/j.japr.2025.100586

Singh, P. K. (2008). Significance of phytic acid and supplemental phytase in chicken nutrition: A review. *World's Poultry Science Journal*, *64*(4), 553–580. https://doi.org/10.1017/S0043933908000202

Siswantoro, D., Prasetyo, A. F., & Kusuma, S. B. (2021). Efektivitas Fitobiotik Bawang Putih Terfermentasi terhadap Produktivitas Ayam Broiler. *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*, *23*(1), 74–81. https://doi.org/10.25077/jpi.23.1.74-81.2021

Sugiharto, S., & Ranjitkar, S. (2019). Recent advances in fermented feeds towards improved broiler chicken performance, gastrointestinal tract microecology and immune responses: A review. *Animal Nutrition*, *5*(1), 1–10. https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.11.001

Sumantri, I., Agus, A., Irawan, B., Habibah, H., Faizah, N., & Wulandari, K. J. (2017). AFLATOXINS CONTAMINATION IN FEED AND PRODUCTS OF ALABIO DUCK (Anas platyrinchos borneo) COLLECTED FROM SOUTH KALIMANTAN, INDONESIA. *Buletin Peternakan*, *41*(2), 163. https://doi.org/10.21059/buletinpeternak.v41i2.15514

Sumiati, Fadilah, R., Darmawan, A., & Nadia, R. (2025). —Invited Review—Challenges and constraints to the sustainability of poultry farming in Indonesia. *Animal Bioscience*, *38*(4), 802–817. https://doi.org/10.5713/ab.24.0678

Truong, L., Morash, D., Liu, Y., & King, A. (2019). Food waste in animal feed with a focus on use for broilers. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, *8*(4), 417–429. https://doi.org/10.1007/s40093-019-0276-4

Wang, J., Deng, L., Chen, M., Che, Y., Li, L., Zhu, L., Chen, G., & Feng, T. (2024). Phytogenic feed additives as natural antibiotic alternatives in animal health and production: A review of the literature of the last decade. *Animal Nutrition*, *17*, 244–264. https://doi.org/10.1016/j.aninu.2024.01.012

Wibowo, I. B., Permana, I. G., & Nahrowi. (2024). Evaluasi Kualitas Nutrien Dedak Padi di Provinsi Jawa Barat Berdasarkan Perbedaan Musim terhadap Standar Nasional Indonesia: The Nutrient Quality Evaluation of Rice Bran in West Java Province Based on Seasonal Differences Against Indonesian National Standards. *Jurnal Ilmu Nutrisi Dan Teknologi Pakan*, *22*(1), 1–8. https://doi.org/10.29244/jintp.22.1.1-8

Wicaksono, B. H., & Yamamoto, A. (2025). Utilization of Okara as a Sustainable Feed Ingredient in Broiler Chicken Nutrition. *Reviews in Agricultural Science*, *13*(3), 76–91. https://doi.org/10.7831/ras.13.3_76

Wickramasuriya, S. S., Ault, J., Ritchie, S., Gay, C. G., & Lillehoj, H. S. (2024a). Alternatives to antibiotic growth promoters for poultry: A bibliometric analysis of the research journals. *Poultry Science*, *103*(9), 103987. https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.103987

Xiong, J. L., Wang, Z. J., Miao, L. H., Meng, F. T., & Wu, L. Y. (2016). Growth performance and toxic response of broilersfed diets containing fermented or unfermented cottonseed meal. *Journal of Animal and Feed Sciences*, *25*(4), 348–353. https://doi.org/10.22358/jafs/67667/2016

Xu, X., Zhan, C., Li, P., Wen, X., & Zhang, X. (2025). Advances in enzyme-assisted microbial fermented feed forlivestock and poultry

production: A review. *Journal of Animal and Feed Sciences*. https://doi.org/10.22358/jafs/202261/2025

Yang, L., Zeng, X., & Qiao, S. (2021). Advances in research on solid-state fermented feed and its utilization: The pioneer of private customization for intestinal microorganisms. *Animal Nutrition*, *7*(4), 905–916. https://doi.org/10.1016/j.aninu.2021.06.002

Zaidan, M. N., Sudrajat, D., & Kardaya, D. (2024). Pengaruh Penambahan Tepung Serai Wangi (Cymbopogon nardus L.) sebagai Imbuhan Pakan dalam Ransum terhadap Performa Ayam Jowo Super (Joper). *Jurnal Pertanian*, *15*(2), 95–107. https://doi.org/10.30997/jp.v15i2.13905

Zhang, W., Lan, F., Zhou, Q., Gu, S., Li, X., Wen, C., Yang, N., & Sun, C. (2024a). Host genetics and gut microbiota synergistically regulate feed utilization in egg-type chickens. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, *15*(1), 123. https://doi.org/10.1186/s40104-024-01076-7

Zulkarnain, D., . Z., . W., & . S. (2017). Utilization of Sago Waste with Cellulase Enzyme Fermentation as a Local Feed for Broilers in Southeast Sulawesi. *International Journal of Poultry Science*, *16*(7), 266–273. https://doi.org/10.3923/ijps.2017.266.273

BIODATA PENULIS



Wa Laili Salido, S.Pt., M.Si
Dosen Program Studi Petenakan
Fakultas Pertanian, Perikanan dan Petenakan
Universitas Sembilanbelas November Kolaka

Penulis lahir di Kendari tanggal 28 Mei 1990. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Petenakan Fakultas Pertanian, Perikanan dan PetenakanUniversitas Sembilanbelas November Kolaka. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Nutrisi dan Makana Ternak Universitas Hasanuddin Makassar dan melanjutkan S2 pada Magister Ilmu Ternak Universitas Diponegoro Semarang. Saat ini aktif melaksanakan Tri Dharma Perguruan Tinggi, meliputi pendidikan dan pengajaran, penelitian, serta pengabdian kepada masyarakat. Aktif menulis Jurnal dan publikasi. Beberapa karya ilmiah penulis telah dipublikasikan dalam jurnal nasional serta prosiding seminar ilmiah, dan aktif menyusun bahan ajar serta modul pendukung pembelajaran di perguruan tinggi. Buku ini disusun sebagai bagian dari komitmen penulis dalam menyediakan sumber referensi yang aplikatif dan mudah dipahami bagi mahasiswa, praktisi, serta masyarakat peternakan.

BIODATA PENULIS



M. Dzikri Hudiatma, S.Pt., M.Pt.
Dosen Program Studi D4 Teknologi Pakan Ternak
Politeknik Negeri Tanah Laut

Penulis lahir di Surabaya tanggal 03 juni 1995. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi D4 Teknologi Pakan Ternak di Politeknik Negeri Tanah Laut. Menyelesaikan pendidikan S1 Peternakan di Universitas Brawijaya tahun 2017 dan S2 Ilmu Ternak di Universitas Brawijaya tahun 2020. Penulis menekuni bidang Peternakan.

BIODATA PENULIS



Etha 'Azizah Hasiib, S.Pt., M.Sc.
Dosen Program Studi Nutrisi dan Teknologi Pakan Ternak
Fakultas Pertanian Universitas Lampung

Penulis lahir di Lampung Timur tanggal 18 April 1993. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Nutrisi dan Teknologi Pakan Ternak Fakultas Pertanian Universitas Lampung sejak 2018-sekarang. Penulis menyelsaikan S1-Peternakan Universitas Lampung (2010) dan melanjutkan studi S2 pada S2-Ilmu Peternakan Universitas Gadjah Mada (2014). Penulis menekuni bidang nutrisi unggas terutama berkaitan dengan *feed additive* dan penggunaan bahan pakan alternatif untuk ayam.

BIODATA PENULIS



Dustan, S.Pd., M.Si.
Dosen Program Studi D3 Keperawatan
Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan Institut Teknologi dan Kesehtan Avicenna

Penulis lahir di Laiworu tanggal 09 Mei 1989. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Dosen Program Studi D3 Keperawatan, Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan Institut Teknologi dan Kesehtan Avicenna. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan pendidikan Biologi Universitas Haluoleo dan melanjutkan studi di Program Pasca Sarjana IPB Program Studi Ilmu-Ilmu Faal dan Khasiat Obat dengan judul tesis Khasiat Berbagai Sediaan Daun Katuk Terhadap Penampilan Produksi, Kualitas Telur dan Profil Hematologi Ayam Petelur Fase Pertumbuhan.

BIODATA PENULIS



Bunga Putri Febrina, S.Pt., M.Si.
Dosen Program Studi Teknologi Pakan Ternak, jurusan Teknologi Industri Pertanian Politeknik Negeri Tanah laut

Dosen Program Studi Teknologi Pakan Ternak, jurusan Teknologi Industri Pertanian Politeknik Negeri Tanah laut. Penulis lahir di Solok tanggal 07 Februari 1993. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknologi Pakan Ternak Jurusan Teknologi Industri Pertanian Politeknik Negeri Tanah laut

Menyelesaikan pendidikan S1 pada Fakultas Peternakan Universitas Andalas dan melanjutkan S2 pada Jurusan Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan Institut Pertanian Bogor. Aktivitas akademiknya meliputi pengajaran, penelitian, serta pengembangan bahan ajar di bidang nutrisi ternak, mikrobiologi pakan, dan teknologi pengolahan pakan. Dalam kegiatan pembelajaran, ia membimbing mahasiswa melalui pendekatan ilmiah yang menekankan pemahaman konsep dasar, evaluasi kritis, serta penerapan praktis pada industri peternakan.

Fokus penelitian Bunga mencakup evaluasi nilai nutrisi bahan pakan, pemanfaatan bahan baku alternatif, proses fermentasi dan pengolahan pakan, toksikologi pakan, serta kajian terkait peningkatan efisiensi produksi unggas. Selain mengajar dan meneliti, Bunga aktif menjalankan kegiatan pengabdian kepada masyarakat, terutama dalam penyuluhan dan pelatihan mengenai manajemen pakan dan kesehatan ternak. Perannya dalam transfer ilmu kepada peternak dan masyarakat luas menjadi bagian dari komitmennya untuk memperkuat kapasitas sumber daya manusia di sektor peternakan.

BIODATA PENULIS



Ryzal Satria Aditama, S.Pt., M.Si.
Dosen Program Studi Teknologi Pakan Ternak
Jurusan Teknologi Industri Pertanian Politeknik Negeri Tanah Laut

Penulis lahir di Nganjuk tanggal 06 April 1995. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknologi Pakan Ternak Jurusan Teknologi Industri Pertanian Politeknik Negeri Tanah Laut. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya dan melanjutkan S2 pada Program Studi Nutrisi dan Teknologi Pakan Institut Pertanian Bogor. Penulis menekuni bidang Nutrisi Pakan.

BIODATA PENULIS



Alief Rahmania Safitri, S.Pt., M.Pt
Dosen Program Studi Teknologi Pakan Ternak
Jurusan Teknologi Industri Pertanian
Politeknik Negeri Tanah Laut

Penulis lahir di Bandung tanggal 8 Maret 1995. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknologi Pakan Ternak, Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Politeknik Negeri Tanah Laut. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Program Studi Peternakan dan melanjutkan S2 pada Program Studi Ilmu Ternak, Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya Malang.