



INOVASI MANAJEMEN PAKAN TERNAK



SEBAGIAN KEUNTUNGAN PENJUALAN AKAN DIDONASIKAN UNTUK
MENDUKUNG KEGIATAN SOSIAL DI INDONESIA
www.intranspublishing.com



INOVASI MANAJEMEN PAKAN TERNAK

Dr. Desy Cahya Widianingrum, S.Pt.
Listya Purnamasari, S.Pt., M.Sc.
Melinda Erdya Krimaputri, S.Pt., M.Si.
Himmatul Khasanah, S.Pt., M.Si.

INOVASI MANAJEMEN PAKAN TERNAK

Penulis:

Dr. Desy Cahya Widianingrum, S.Pt.

Listya Purnamasari, S.Pt., M.Sc.

Melinda Erdy Krismaputri, S.Pt., M.Si.

Himmatul Khasanah, S.Pt., M.Si.

Cover: Dana Ari

Layout: Kamilia Sukmawati

Cetakan Pertama, November 2021

ISBN: 978-623-6813-09-6

Diterbitkan oleh:

Intimedia

Kelompok Intrans Publishing

Wisma Kalimetro

Jl. Joyosuko Metro 42 Malang, Jatim

Telp. 0341-573650, Fax. 0341-573650

Email Pernaskahan: redaksi.intrans@gmail.com

Website: www.intranspublishing.com

Anggota IKAPI No. 140/JTI/2012

Hak Cipta dilindungi oleh undang-undang. Dilarang mengutip atau memperbanyak baik sebagian ataupun keseluruhan isi buku dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

Perpustakaan Nasional: Katalog Dalam Terbitan (KDT)

**Desy Cahya Widianingrum, Listya Purnamasari, Melinda Erdy Krismaputri,
& Himmatul Khasanah**

Inovasi Manajemen Pakan Ternak/Penyusun, Desy Cahya Widianingrum, Listya Purnamasari, Melinda Erdy Krismaputri, & Himmatul Khasanah - Cet. 1 - Malang: Intimedia, 2021

xiv + 168 hlm.; 15,5 cm x 23 cm

1. Inovasi-Tanaman Pakan Ternak

I. Judul

II. Perpustakaan Nasional

633.2

Didistribusikan oleh:

PT. Cita Intrans Selaras (Citila)



Pengantar Ahli

Syukur *Alhamdulillah*, atas limpahan karunia dan rezeki kesehatan yang diberikan oleh Allah SWT. kepada tim penulis sehingga buku “*Inovasi Manajemen Pakan Ternak*” dapat diselesaikan dengan baik. Buku ini merupakan gabungan hasil riset penulis dari berbagai bidang ilmu yang disatukan dalam satu payung inovasi pakan.

Gaya bahasa yang runtut dan menyampaikan penelitian terbaru menjadikan buku ini sangat menarik untuk dibaca. Materi yang disajikan mencakup aspek dari hulu ke hilir meliputi peran umum pakan, senyawa toksik dan antinutrisi dalam pakan, cara peningkatan kualitas, manajemen pakan, inovasi-inovasi yang dapat diterapkan dalam pakan yang dapat menghasilkan produk berkualitas baik bagi kesehatannya, kualitas daging, hingga pengukuran kualitas daging.

Harapannya akan terbit kembali buku inovasi manajemen pakan yang lebih detail, untuk menerangkan bab-bab dalam buku ini yang masih disinggung secara umum. Semoga karya ini dapat bermanfaat bagi mahasiswa, dosen, peneliti, peternak, dan masyarakat yang menggeluti usaha peternakan.

Jember, 1 Oktober 2021

Dr. Nur Widodo, S.Pt, M. Sc.





Pengantar Penulis

Buku teks “*Inovasi Manajemen Pakan Ternak*” dapat diselesaikan dengan baik atas berkah Allah SWT. dan dukungan dari berbagai pihak. Tim penulis mengucapkan terima kasih kepada Dekan dan Pengelola Fakultas Pertanian, Universitas Jember atas kesempatan dan dukungannya; kepada LP2M UNEJ atas dana Hibah Penyusunan Buku Teks Tahun 2021; Ir. Wildan Jadmiko, M.P. selaku Koordinator Program Studi Peternakan; dan segenap dosen Program Studi Peternakan Fakultas Pertanian, Universitas Jember atas masukan yang berharga bagi penyempurnaan buku ini.

Buku gabungan hasil riset tim penulis ini disusun dengan tujuan menghasilkan karya di bidang pakan. Inovasi merupakan tren yang tengah dikembangkan di segala aspek bidang pengetahuan. Buku inovasi manajemen pakan ternak menjadi daya tarik untuk disusun karena pakan menjadi faktor terbesar dalam usaha peternakan. Kehadiran sentuhan manajemen yang baru dan inovatif diharapkan dapat meningkatkan profit usaha peternakan.

Kualitas pakan merupakan titik penting yang harus diketahui oleh pelaku usaha peternakan. Pakan yang berkualitas dapat diketahui berdasar kandungan nutrisinya termasuk kandungan senyawa metabolit sekunder. Pakan dengan kualitas rendah dapat ditingkatkan secara optimal dengan pengolahan pakan yang juga dibahas dalam buku ini.

Selain membahas peran pakan dalam mencukupi kebutuhan hidup, buku ini juga memaparkan beberapa riset mengenai

kegunaan pakan potensial yang dapat memicu imunitas tubuh ternak. Pakan dengan kandungan zat yang memiliki efek imunomodulator maupun antimikrobia sangat potensial dikembangkan untuk menghasilkan ternak yang sehat dan tentunya menghemat biaya pengobatan.

Terlepas dari poin di atas, manajemen pemberian pakan juga memberikan efek bagi penambah bobot badan dan kualitas daging yang dihasilkan. Bab 6 dan 7 dalam buku ini secara khusus membahas mengenai hal tersebut. Daging yang dihasilkan dalam budi daya peternakan dapat diinovasikan dengan memberikan *treatment* pakan pada ternak. Terakhir, pada Bab 8 disajikan cara pengukuran kualitas daging sebagai upaya penulis dalam memaparkan materi inovasi manajemen pakan dari tanaman asal hingga kualitas daging.

Penulis menyadari buku ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh sebab itu, kritik dan saran yang membangun sangat kami harapkan demi perbaikan buku-buku kami selanjutnya. Semoga karya ini dapat menjadi sumbangsih nyata dan bermanfaat.

Jember, 1 Oktober 2021

Penulis



Pengantar Penerbit

Perbincangan seputar komoditas populer di Indonesia akan semakin menarik saat beragam penulis yang memiliki bidang keilmuan berbeda hadir dalam satu bacaan utuh. Bacaan semacam itu semakin terasa dinamis saat beberapa penulis menonjolkan gaya bahasa populis, akrab, dan dialogis.

Tersimpan banyak kisah di balik teh. Dari sudut pandang sejarah, teh memiliki rekam historis yang akrab dengan penjajahan dan eksploitasi pekerja murah di Hindia Belanda. Dari segi manfaat kesehatan, teh herbal misalnya memiliki banyak manfaat kesehatan, terutama untuk meningkatkan imunitas tubuh yang sedang berada dalam penyakit kronis, seperti diabetes tipe dua, penyakit kardiovaskuler, obesitas, dan alzheimer. Sama halnya dengan teh yang membawa manfaat pada lingkungan hidup, limbah dari teh pun dapat dimanfaatkan sebagai kompos dan bahan batu bata.

Namun demikian, segudang manfaat tersebut tidak lantas membuat laju teh mulus di pasar komoditas. Teh harus bersaing secara terbuka dan bebas dengan komoditas kopi yang juga memiliki ruang tersendiri dalam kebudayaan nusantara. Dampaknya, penyaji teh, kedai-kedai teh dituntut untuk lebih kreatif dan inovatif dalam memopulerkan teh sebagai sebuah kebudayaan masyarakat nusantara. Fenomena tersebut diurai oleh Lais Abid, Bambang Laresolo, dan Prabang Setyono. Buku ini semakin menarik ketika seorang Kalawi Sita mencari titik persinggungan antara peran-peran pekerja perempuan dalam secangkir teh yang dihidangkan.

Digital Repository Universitas Jember

Buku ini merupakan karya multiperspektif dan ragam gagasan. Membaca buku ini tidaklah semonoton membaca seperangkat kajian teori, sebab para penulis menghadirkan buah pikiran mereka secara sederhana namun berbobot secara makna.

Selamat Membaca...





Daftar Isi

v

Pengantar Ahli

vii

Pengantar Penulis

ix

Pengantar Penerbit

1

Peran Pakan dalam Usaha Peternakan

Daya Dukung Pakan per Wilayah __ 2

Prospek Pola Integrasi __ 3

Hasil Samping Potensial __ 4

Potensi Bahan Pakan Lokal __ 7

Biaya Produksi dan Evaluasi Nutrisi Pakan __ 7

Bahan Diskusi __ 9

Soal __ 10

Rujukan Lebih Lanjut __ 10

11

Toksitas Pakan

Mikotoksin __ 12

Aflatoksin __ 14

Penyebab Kontaminasi Mikotoksin __ 29

Upaya Pencegahan dan Pengendalian Mikotoksin __ 30

Bahan Diskusi __ 30

Soal __ 31

Rujukan Lebih Lanjut __ 31

33

Peningkatan Kualitas Pakan

Penambahan Enzim __ 34

Teknologi Silase __ 37

Teknologi Amoniasi __ 41

Fermentasi Mikroba __ 43

Penggunaan Probiotik __ 47

Bahan Diskusi __ 50

Soal __ 50

Rujukan Lebih Lanjut __ 50

53

Inovasi Pakan dalam Perbaikan Performa Ternak

Inovasi Pakan Asal Limbah Pertanian __ 54

Inovasi Pakan Asal Tanaman Herbal __ 65

Bahan Diskusi __ 67

Soal __ 68

Rujukan Lebih Lanjut __ 68

69

*Pakan Imunomodulator dan Agen Antimikrobia
Alami*

Virgin Coconut Oil (VCO) __ 70

Daun Binahong __ 76

Magot __ 78

Bahan Diskusi __ 80

Soal __ 80

Rujukan Lebih Lanjut __ 80

81

Manajemen Pemberian Pakan

Karakteristik Umum Pakan dan Nutrisi Unggas __ 82

Manajemen Pakan Unggas __ 83

Manajemen Pemberian Pakan Layer __ 88

Manajemen Pemberian Pakan Broiler __ 91

Manajemen Pemberian Pakan Ternak Domba __ 92

Bahan Diskusi __ 95

Soal __ 95

Rujukan Lebih Lanjut __ 96

97

Aditif Pakan dan Kualitas Daging

Penggunaan Prebiotik dan Probiotik __ 98

Penggunaan Fitobiotik __ 105

Bahan Diskusi __ 109

Soal __ 109

Rujukan Lebih Lanjut __ 109

111

Penentuan Kualitas Daging

Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kualitas Daging __ 115

Pengukuran Kualitas Daging __ 119

Bahan Diskusi __ 126

Soal __ 126

Rujukan Lebih Lanjut __ 127

129

Daftar Istilah

135

Indeks

137

Daftar Pustaka

165

Tentang Penulis



1

Peran Pakan
dalam Usaha
Pernakan



Pakan dalam usaha peternakan merupakan komponen krusial yang harus dipenuhi. Hal ini disebabkan oleh total biaya pakan mendominasi hingga 70% dari total biaya produksi. Di sisi lain, potensi genetik tidak akan optimal jika dalam proses pemeliharaan tidak didukung dengan pemenuhan kebutuhan pakan ternak sesuai status fisiologinya.

Daya Dukung Pakan per Wilayah

Daya dukung wilayah merupakan kemampuan wilayah untuk mendukung ketersediaan pakan bagi sejumlah ternak untuk mencukupi kebutuhan hidup pokoknya (Umela dan Bulontio, 2016). Daya dukung pakan dapat diketahui dengan menghitung total produksi bahan pakan dibagi dengan kebutuhan bahan pakan tersebut per satu satuan ternak (ST) pada suatu wilayah.

$$DDJJ = \frac{\text{Total Jerami Jagung Tersedia}}{\text{Jumlah Kebutuhan Hijauan Pakan}}$$

Indek daya dukung pakan (IDDP) digunakan untuk mengetahui ketersediaan pakan (hijauan, hasil samping, dan lainnya) untuk populasi ternak di suatu wilayah. Nilai IDDP dikategorikan menjadi tiga kelompok yaitu rendah, sedang, dan tinggi.

$$IDDP = \frac{\text{Daya dukung potensial (ST)}}{\text{Jumlah ternak ruminansia (ST)}}$$

Kategori dapat dilakukan dengan standar berikut:

Nilai IDDP : > nilai rata-rata + sdt = kategori tinggi

Nilai IDDP : nilai rata-rata ± sdt = kategori sedang

Nilai IDDP : < nilai rata-rata – std = kategori rendah

std = standar deviasi

Berikut disajikan tabel satuan ternak:

Tabel 1. Satuan Ternak

Jenis Ternak	ST/ekor	1 ST setara dengan (jumlah ternak)
Kuda	1	1
Sapi	1	1
Sapi Pejantan	1	1
Sapi Muda umur >1 tahun	0.5	2
Pedet (anak sapi)	0.25	4
Colt (anak kuda)	0.5	2
Babi induk/pejantan	0.4	2.5
Babi BB 90 kg	0.2	5
Domba induk/pejantan	0.14	7.142857143
Cempe (anak domba)	0.07	14.28571429
Ayam	0.01	100
Anak ayam	0.005	200

Sumber: Ensminger, 1961

Prospek Pola Integrasi

Integrasi dalam dunia peternakan dapat digambarkan sebagai sistem yang menyediakan fasilitas usaha dari hulu ke hilir. Mulai dari penyediaan lahan pakan yang memanfaatkan potensi wilayah, hasil samping yang ada di sekitar dan belum dimanfaatkan dengan baik, pembibitan, dan pemeliharaan yang dapat memaksimalkan potensi lingkungan kandang, optimalisasi, hingga tercapai *zero waste* (memaksimalkan seluruh hasil samping atau limbah yang dihasilkan untuk digunakan dalam rantai proses usaha), dan pengelolaan produk dengan melakukan penyembelihan sendiri dan pengolahan produk. Pada sistem ini, marketing pasar juga masuk dalam siklus manajemen usaha baik ternak, produk mentah, maupun hasil olahan. Pada perusahaan yang menerapkan ini, dapat kita temui kafe yang

menyajikan produk olahan hasil peternakannya. Toko yang memiliki aneka produk hasil integrasi juga tersedia di antaranya menyediakan pupuk kompos, biogas, litter, pakan, bibit tanaman, dan lain-lain.

Perusahaan besar di Indonesia yang menjalankan sistem ini, salah satunya adalah Charoen Pokphand. Meskipun terdiri dari beberapa cabang dengan fokus pengembangan usaha tertentu, perusahaan ini memiliki satu induk dengan cabang dari hulu ke hilir. Usaha sektor hulu ke hilir dalam naungannya di antaranya obat, vaksin, peralatan, pabrik pakan ayam, *doc*, kemitraan, pemasok ayam, serta produk olahan seperti sosis, nuget, bakso. Pola integrasi ini dapat diterapkan dalam usaha peternakan untuk memaksimalkan sumber daya dan keuntungan yang menjanjikan jika semua aspek berjalan dengan baik.

Hasil Samping Potensial

Hasil samping potensial digunakan sebagai pakan di Indonesia di antaranya berasal dari bidang pertanian, industri, perikanan, dan lain-lain. Dalam bab ini akan diuraikan beberapa bahan pakan yang memiliki jumlah berlimpah skala nasional.

1. Jerami Padi

Produksi total padi, baik ladang maupun sawah nasional, mencapai 28.5 juta ton dengan luas panen 10.6 juta ha pada 2020 (Badan Pusat Statistik/BPS, 2021). Perkiraan jumlah limbah jerami kurang lebih 1.4 kali dari hasil panen padi (Ninja dan Santoso, 2012). Jumlah ini dapat menggambarkan limbah jerami yang dapat digunakan sebagai pakan ternak. Kandungan nutrisi jerami padi di antaranya serat kasar (SK) 31.38%, protein kasar (PK) 5.61%, lemak kasar (LK) 1.72%, bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) 29.14%, dan abu 18.44% (Agustono et al., 2017).

2. Hasil Samping Jagung

Produksi jagung nasional tercatat meningkat dari tahun ke tahun. Berdasar data BPS (2021) diketahui bahwa produksi

jagung pada 2015 mencapai 19 juta ton dan belum ada *update* data tahun-tahun berikutnya. Persebaran tanaman jagung di Indonesia disajikan pada gambar berikut.



Gambar 1. Persebaran Tanaman Jagung di Indonesia

Sumber: Badan Pusat Statistik, 2021

Hasil samping tanaman jagung dapat berupa jerami, tongkol, klobot, dan bungkil jagung. Kandungan jerami jagung, di antaranya SK 30.53%, PK 4.77%, LK 1.06%, BETN 55.82%, abu 8.42%. Kandungan klobot jagung, di antaranya SK 28.08%, PK 3.78%, LK 4.43%, BETN 26.34%, abu 5.86%. Tongkol jagung memiliki kandungan SK 22.97%, PK 6.23%, LK 2.84%, BETN 43.11%, abu 2.74%. Kandungan bungkil jagung, di antaranya SK 34.05%, PK 6.70%, LK 5.76%, BETN 31.45%, abu 10.22% (Agustono et al., 2017).

3. Bungkil Kelapa

Kandungan bungkil kelapa, di antaranya SK 15.38%, PK 18.58%, LK 12.55%, BETN 37.26%, abu 6.36% (Agustono et al., 2017).

4. Hasil Samping Perikanan

Hasil samping perikanan sebagai contoh adalah limbah ikan (SK 5.32%, PK 59%, LK 10.5%, BETN 0.12%, abu 10.43%), tepung ikan (SK 3.16%, PK 53.51%, LK 4.44%, BETN 7.37%, abu 16.54%), kepala udang (SK 10.82%, PK 43.48%, LK 0.29%, BETN 19.03%, abu 23.28%) (Agustono et al., 2017).

Hasil samping tanaman hortikultura dan limbah tanaman tahunan masih menjadi limbah dan potensial digunakan sebagai pakan. Tanaman hortikultura biasanya dibudidayakan hingga beberapa kali pemanenan hasil utamanya. Hasil samping potensial dapat berupa jerami maupun kulit hasil utamanya. Contoh potensi pakan dari sumber ini di antaranya daun dan kulit ubi kayu, kulit dan jerami ubi jalar, jerami tomat, daun dan kulit alpukat, daun nangka, daun jambu biji, dan daun tanaman tahunan (randu, mahoni, sono, residi, jati, pring, dan lain-lain).

Tabel 2. Kandungan Nutrisi Hasil Samping dan Limbah Potensial

Bahan	PK	LK	SK	Abu	BETN
Daun ubi kayu	8.39	5.58	14.93	14.75	45.86
Kulit ubi kayu	7.59	3.70	16.77	6.79	56.33
Kulit ubi jalar	6.77	5.84	12.20	12.41	46.52
Jerami ubi jalar	19.20	2.6	16.20	16.10	45.90
Jerami tomat	7.23	5.15	20.67	29.24	25.03
Daun alpukat	4.72	6.13	28.14	13.24	38.16
Kulit alpukat	8.22	3.82	29.01	7.35	37.81
Daun nangka	6.52	4.06	27.20	11.57	38.83
Daun jambu biji	4.18	5.69	21.6	6.96	51.20
Daun randu	9.83	3.12	10.97	5.26	15.98
Daun mahoni	6.77	5.24	10.84	5.24	29.25
Daun sono	7.74	1.61	7.18	3.27	7.06
Daun residi	6.49	3.83	1.32	2.04	3.86
Daun jati	5.05	0.6	31.02	20.74	37.56
Daun pring	4.16	0.85	29.46	17.57	39.63

Sumber: Agustono et al. (2017)

Hasil samping produk peternakan juga dapat digunakan sebagai pakan (Williams, 2013), contohnya tepung bulu ayam, tulang, jeroan, darah, rumen sebagai bahan starter, dan lain-lain.

Potensi Bahan Pakan Lokal

Pemanfaatan pakan lokal menjadi alternatif bagi peternak selain memaksimalkan potensi lokal juga dapat mengurangi biaya pakan. Pakan lokal lebih efisien disebabkan karena pemotongan rantai distribusi yang memakan biaya tersendiri. Bahan lokal juga biasanya belum banyak dimanfaatkan dengan baik sebelumnya sehingga nilai jual dari bahan lokal relatif murah.

Pemanfaatan bahan pakan lokal dalam praktik usaha peternakan, yakni peternak lebih memilih untuk membuat pakannya sendiri dibanding pakan impor. Kualitas dari pakan yang dibuat oleh peternak tentunya tergantung dari komposisi bahan yang digunakan dan kandungan nutrisi masing-masing bahan. Optimalisasi pakan lokal tentu harus dilakukan dengan memperhatikan kualitas nutrisi bahan tersebut untuk mencapai target produksi. Faktor lain yang perlu diperhatikan di antaranya kondisi pakan (bebas jamur), menjaga kebersihan gudang, lingkungan, dan peralatan, dan fasilitas gudang penyimpanan yang harus dapat melindungi pakan dari cuaca dan hama (tikus) (Glatz, 2013). Dijelaskan lebih lanjut bahwa ukuran pakan menjadi faktor penentu perkembangan ternak. Ternak ayam harus diberikan pakan dengan ukuran sesuai fase pertumbuhannya untuk memaksimalkan asupan konsumsi khususnya pada minggu pertama (Glatz, 2013).

Biaya Produksi dan Evaluasi Nutrisi Pakan

Efisiensi biaya produksi dapat didasarkan dari pendapatan di atas biaya pakan atau *income over feed cost* (IOFC) (Bozic et al., 2012). Patokan ini jauh lebih baik dibanding menghitung jumlah pakan per ternak. Berdasarkan penelitian Buza et al. (2014) diketahui bahwa meminimalkan biaya pakan per sapi per hari tidak memaksimalkan IOFC; peningkatan biaya

hijauan dan total pakan meningkatkan total produksi susu dan IOFC. Hal tersebut memberikan gambaran bahwa kualitas pakan adalah penentu peran pakan dalam meningkatkan produktivitas dan memaksimalkan keuntungan peternak.

Harga pakan yang fluktuatif, baik untuk bahan pakan siap pakai maupun bibitnya, menjadikan harga pakan tidak dapat digunakan sebagai patokan tunggal pada perhitungan total keuntungan usaha peternakan. Perhitungan keuntungan harus dilakukan berdasar pemasukan dari produk yang dihasilkan sehingga IOFC dapat diketahui dengan mengurangi total pendapatan dari produk yang dihasilkan (misal susu pada ternak perah) dengan total biaya pengeluaran pakan. Hasil perhitungan ini dapat digunakan sebagai bahan evaluasi nutrisi dan manajemen yang diterapkan.

Unggas, khususnya broiler, memerlukan 1.7 kg pakan untuk menghasilkan 1 kg daging (Farell, 2013^a). Pemberian pakan dengan kandungan esensial seperti omega 3, PUFA, maupun asam lemak lain yang baik untuk kesehatan akan menghasilkan daging dengan kandungan tersebut. Persentasi konsentrasi kandungan esensial bervariasi tergantung cara pemberian. Pemberian dari doc akan menghasilkan kandungan PUFA yang lebih tinggi dibanding pemberian yang hanya diberikan saat ayam dewasa. Umumnya daging dengan kandungan PUFA tinggi akan berwarna lebih gelap (Farell, 2013^b). Kandungan esensial lain yang dapat ditingkatkan dalam produk ayam yaitu asam folat pada daging dan telur ayam yang diberi pakan tinggi akan asam folat. Produk ini sangat baik untuk wanita hamil dan anak-anak yang ingin mendapatkan asam folat secara alami dari makanannya sehari-hari (Farell, 2013^c). Penjelasan lebih mendalam mengenai inovasi pakan terhadap daging dapat dilihat pada Bab 7 buku ini.

Evaluasi nutrisi pada ternak dapat dilihat dari hasil produksi. Sebagai contoh, telur dengan ukuran kecil dapat disebabkan oleh ayam kekurangan gizi atau sebaliknya telur yang terlalu besar dapat disebabkan oleh konsumsi pakan yang terlalu

banyak (Glatz, 2013). Kelebihan nutrisi pakan tidak hanya berdampak pada pemborosan, tetapi nutrisi tersebut akan keluar bersama feses dan menjadi polusi lingkungan (Ravindran, 2013^a). Nutrisi lengkap dan seimbang serta mudah dicerna sangat dibutuhkan oleh unggas dengan produktivitas tinggi. Hal ini disebabkan oleh organ pencernaan unggas lebih kompleks namun dengan ukuran dan panjang saluran lebih kecil dibanding ruminansia. Proses pencernaan makanan yang singkat ini menjadi alasan pokok pentingnya nutrisi pakan unggas. Laju pakan pada broiler dari mulut hingga kloaka kurang dari tiga jam. Keseimbangan nutrisi yang dibutuhkan di antaranya energi, protein, asam amino esensial, lemak esensial, mineral, vitamin, dan air (Ravindran, 2013^b).

Analisis biaya produksi pakan dengan bahan dasar pakan lokal diteliti oleh Rustandi, *et al.* (2012). Berdasarkan penelitian tersebut diketahui bahwa formula pakan komplit fermentasi dengan komposisi rumput gajah, daun kopi, dedak padi, polard, molases, EM4 membutuhkan biaya produksi Rp1.629,00 sudah termasuk biaya pembelian peralatan yang dibutuhkan.

Penelitian nutrisi berkonsentrasi pada hambatan pencernaan dan pemanfaatan pakan dalam tubuh ternak, ketersediaan pakan, dan biaya terendah pakan dengan tetap menjaga pemenuhan kebutuhan dan keseimbangan nutrisi (Ravindran, 2013^c). Kolaborasi bidang ahli nutrisi pakan dengan ilmu biologi lainnya, termasuk imunologi, mikrobiologi, histologi, dan biologi molekuler telah banyak dilakukan untuk menghasilkan inovasi pakan dan pemecahan masalah (Ravindran, 2013^a).

Bahan Diskusi

Bagaimana menurut pendapat anda, jika manajemen pakan di suatu peternakan sangat buruk. Tuliskan segala kemungkinan yang terjadi serta solusi dan strategi yang dapat dilakukan baik jangka pendek, menengah, maupun panjang.

Soal

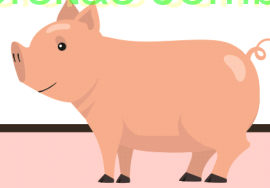
Bagaimana cara menghitung keuntungan usaha peternakan berdasar harga pakan?

Rujukan Lebih Lanjut

Berikut adalah sumber buku lain yang dapat dijadikan rujukan lebih lanjut terkait materi bab ini:

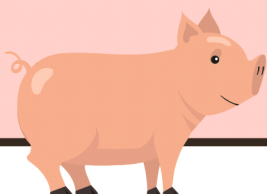
Poultry Development Review. FAO. 2013.

National Research Council. 1994. *Nutrient Requirements of Poultry*, 9th revised edition. Washington, DC: National Academy Press.



2

Toksisitas Pakan



Negara Indonesia beriklim tropis dengan suhu dan kelembapan yang optimal untuk pertumbuhan kapang dalam bahan pakan, menyebabkan akumulasi racun atau biasa disebut mikotoksin. Perlunya pengetahuan mengenai kandungan toksik/racun yang terdapat dalam pakan merupakan salah satu cara untuk meminimalkan efek toksik pada ternak yang berakibat pada penurunan produktivitas ternak dan merugikan peternak. Penurunan dan eliminasi toksik dengan berbagai metode, baik fisik, kimia, maupun biologi, pada pakan telah banyak diteliti dan dikembangkan. Salah satu toksik yang banyak mengontaminasi pakan di Indonesia yaitu aflatoksin. Ternak yang mengonsumsi pakan terkontaminasi aflatoksin dapat menurun produktivitasnya hingga meninggalkan residu dalam produk pangan hasil ternak.

Mikotoksin

Mikotoksin merupakan metabolit sekunder dari spesies cendawan toksigenik, yang dapat mencemari tanaman sebelum dan sesudah panen. Mikotoksin dapat ditemukan di berbagai jenis makanan termasuk kacang-kacangan/sereal, rempah-rempah dan buah-buahan. Mikotoksin juga ditemukan pada produk hasil ternak seperti daging, susu, dan produk olahannya akibat konsumsi pakan ternak berjamur.

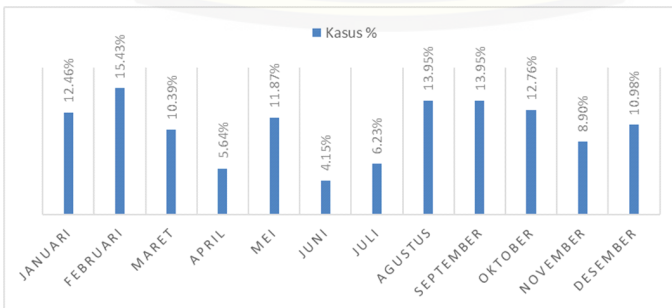
Aspergillus, *Fusarium*, *Penicillium*, dan *Alternaria* merupakan contoh kapang/jamur/cendawan penghasil mikotoksin. Jenis mikotoksin yang dikenal mencapai 300 jenis (Cole dan Cox, 1981) dan lima di antaranya memiliki potensi penyakit pada hewan maupun manusia yaitu aflatoksin, okratoksin, zearalenone, trikotsena/deoksinivalenol/T2 Toksin, dan fumonisin (Noveriza, 2008). Efek mikotoksin di antaranya menyebabkan *nephropathies*, *gynecomastia*, kanker esofagus, karsinoma hepatoselular, hepatitis B, kanker hati, meningkatkan mortalitas dan morbiditas, dan menurunkan level dari *immunoglobulin* (IgA). Toksin yang dibentuk oleh beberapa kapang dapat berpengaruh pada ternak (Tabel 3).

Tabel 3. Jenis Cendawan, Toksin dan Pengaruhnya pada Ternak

Jenis Cendawan	Jenis Toksin	Pengaruh pada Ternak
<i>Aspergillus flavus</i>	AFB1, AFB2	mutagenik, hepatoksik, karsinogenik, immunosupresif
<i>A. ochraceus</i> <i>Fusarium proliferatum</i>	Okratoksin	karsinogenik, neurotoksik, immunosupresif, hepatoksik
<i>A. parasiticus</i>	AFB1, AFB2, AFG1, AFG2	hepatoksik, mutagenik, karsinogenik, immunosupresif
<i>F. sporotrichioides</i>	Trikotesena	neurotoksik, immunosupresif
<i>F. verticilliodes</i> <i>F. subglutinans</i>	Fumonisin	karsinogenik, neprotoksik, hepatoksik,
<i>Penicillium verrucosum</i>	Okratoksin	karsinogenik, neprotoksik, immunosupresif
<i>F. graminearum</i>	Trikotesena Zearalenon	Imunosupresif, anabolic, neurotoksik, estrogenic,
<i>P. Expansium</i>	Patulin	Mutagenic, neurotoksik
<i>P. Citrinum</i>	Citrinin	neprotoksik

Sumber: Lee (2004)

Kasus mikotoksikosis pada ternak jumlahnya bervariasi setiap bulannya. Pada awal dan akhir tahun dengan kondisi curah hujan cenderung tinggi (musim penghujan) menunjukkan peningkatan kejadian, yakni ketika kondisi lingkungan lebih lembap dan hangat sehingga perkembangan cendawan penghasil mikotoksin meningkat. Cendawan ini optimal tumbuh dan berkembang pada kelembapan relatif 85% dan suhu 27–40°C.

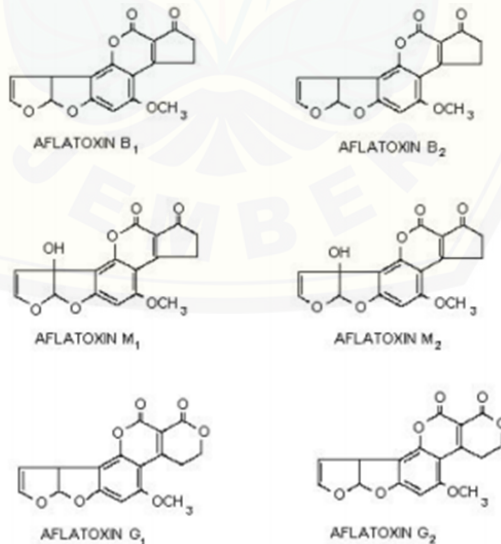


Gambar 2. Kasus Mikotoksikosis Unggas 2019

Sumber: Medion, 2019

Aflatoksin

Aflatoksin merupakan salah satu jenis mikotoksin dalam produk pangan maupun pakan yang diproduksi oleh cendawan *Aspergillus flavus*, *A. nomius*, dan *A. parasiticus*. Cendawan ini dapat tumbuh optimal pada suhu 37° dengan rentang 12–48° dan aktivitas air (Aw) 0,86–0,96 (Vujanovic *et al.* 2001). Terdapat beberapa jenis kimia aflatoksin yang dibedakan berdasar tingkatan toksisitasnya, yaitu aflatoksin B1, B2, G1, G2, M1, dan M2. Penamaan B (Blue) dan G (Green) berasal dari sinar *fluorescents* yang dihasilkan oleh cendawan pada plat *thin layer chromatography* di bawah lampu UV. Adapun, perbedaan antara senyawa utama dan minor ditunjukkan dengan angka (1 dan 2) (Chen *et al.*, 2013). Rumus kimia dapat dilihat pada Gambar 2. Jenis aflatoksin yang bersifat paling toksik adalah aflatoksin B1 (AFB1). Metabolit dari aflatoksin B1 dan B2 yang terhidroksilasi dan ditemukan pada produk susu sapi disebut Aflatoksin M1 dan M2 yang disebabkan oleh kontaminasi pakan AFB1 dan AFB2 yang dikonsumsi ternak (Tenkinsen dan Eken 2008).



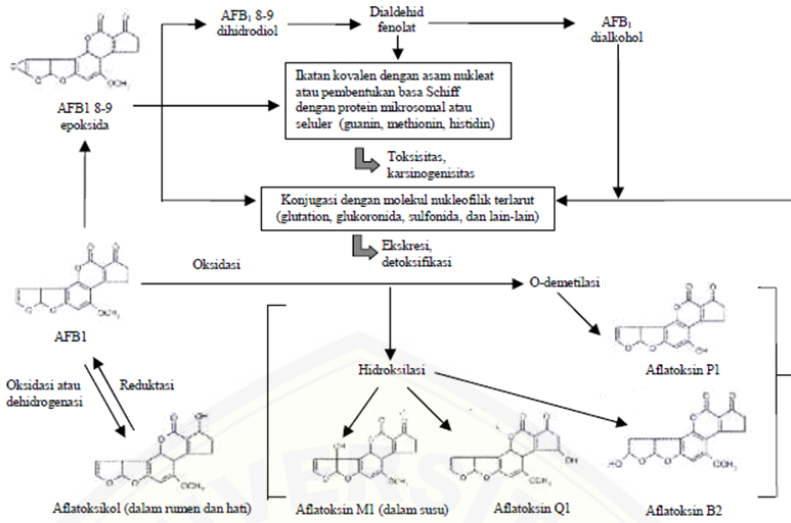
Gambar 3. Struktur Kima Aflatoxin B1, B2, G1, G2, M1, dan M2

Sumber: Dhanasekaran *et al.*, 2011

Aflatoksin B1 (AFB1) bersifat paling patogen, sangat karsinogenik, mutagenik, dan teratogenik sehingga oleh IARC (*International Agency for Research on Cancer*) diklasifikasikan sebagai karsinogen kelas I (Badan Penelitian Internasional tentang Kanker, 2002). Badan pengawas obat dan makanan (FDA) menetapkan tingkat aksi untuk total aflatoksin dalam pakan ternak yaitu 100 ppb (National Grain and Feed Association, 2011). Adapun, Menurut SNI, toleransi level aflatoksin dalam pakan ternak adalah 50 ppb (BSN, 1998).

Konsumsi AFB1 kadar rendah dalam jangka waktu lama berakibat pada aflatoksikosis dan karsinoma hati primer (kerusakan hati). Dampak lainnya yaitu vaksinasi gagal, produksi enzim empedu menurun sehingga daya cerna lemak menurun, anoreksia, dan rendahnya produktivitas (Lesson dan Summers, 2005) bahkan dapat meninggalkan residu pada produk turunannya (daging, susu, telur) sehingga akan berdampak negatif bagi kesehatan manusia.

Proses detoksifikasi dalam metabolisme Aflatoksin B1 yang masuk di saluran pencernaan ternak berlangsung di hati dan dikendalikan oleh sitokrom P-450 setelah terjadi proses penyerapan di usus (*digestive tract*), dan diubah menjadi bentuk yang kurang/tidak toksik seperti aflatoksin P1, M1 (AFM1), aflatoksin Q1, aflatoksikol, dan aflatoksin B2a (Gambar 4). Tahapan fase metabolisme aflatoksin, yaitu bioaktivasi dilanjutkan konjugasi dan yang terakhir adalah dekonjugasi (Biomin, 2009).



Gambar 4. Metabolisme Aflatoksin di Dalam Hati

Sumber: Widiastuti, 2014

Metabolisme fase bioaktivasi mengubah aflatoxin menjadi beberapa metabolit hidroksilasi. Jalur metaboliknya meliputi proses o-demetalisasi menjadi bentuk AFP1, dilanjutkan proses reduksi menjadi aflatoksikol dan terakhir proses hidroksilasi menjadi AFB1-8,9 epoksida yang bersifat mutagenik, toksik akut, dan karsinogenik, AFQ1 atau AFB2 yang bersifat relatif tidak toksik dan AFM1. Sifat AFB1-8,9 epoksida sangat tidak stabil sehingga beberapa reaksi terjadi bergantung pada molekul kedua yang ada. Mekanisme toksik aflatoxin diawali dari keberadaan molekul air yang menghidrolisa AFB1-8,9 epoksida menjadi aflatoxin B1 1-8,9-dihidrodiol dan akan berikatan dengan serum protein (albumin dan lisin). Proses detoksifikasi terjadi pada fase konjugasi menghasilkan ekskresi AFB1-glukuronida dan AFB1-sulfat di dalam urin dan ekskresi AFB1-glutation di empedu (Widiastuti, 2014).

Aflatoksin dapat dikendalikan, baik secara fisik, kimia, maupun biologis, mulai dari penanaman bibit, pengendalian selama pertumbuhan, proses pemanenan, penyimpanan, hingga penggilingan menjadi pakan. Apabila kadar aflatoxin pada

pakan melebihi ambang batas yang telah ditetapkan, diperlukan adanya dekontaminasi atau detoksifikasi pada pakan tersebut. Pengendalian aflatoxin setelah menjadi pakan dapat dilakukan dengan menambah bahan pengikat aflatoxin pada pakan. Penambahan suplemen antioksidan, selenium, lemak, asam amino bersulfur, vitamin, tripeptida glutation, antibiotik, enzim, serta peningkatan protein pakan dapat menurunkan efek aflatoxin yang menyebabkan kerugian pada ternak (Leeson dan Summers, 2005). Beberapa langkah pengendalian kontaminasi aflatoxin pada bahan pakan ternak tersaji pada Tabel 4.

Tabel 4. Langkah Pengendalian Kontaminasi Aflatoxin pada Bahan Pakan Ternak

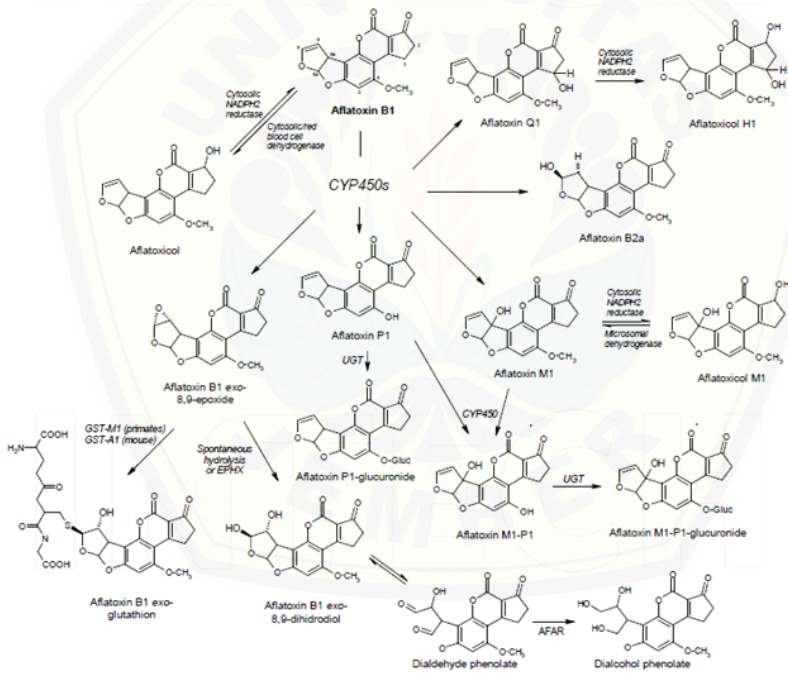
Langkah Pengendalian	Tindakan	Sumber
Fisik		
Iradiasi sinay Gamma (γ)	Dosis irradiasi sinar γ 5kGy menghambat produksi AFB1 pada biji kedelai penyimpanan lebih dari 60 hari tidak mengalami perubahan komposisi kimiawi. Irradiasi sinar γ 10 kGy mereduksi kandungan AFB1 pada level aman dikonsumsi dan sesuai standar kesehatan manusia pada biji jagung.	Mahrous, 2007 Markov <i>et al</i> , 2015
Pulse light (PL)	Pulse light pada 0,52J/cm ² dalam waktu 80 detik dapat menurunkan AFB1 75% dan AFB2 39,2% pada beras.	Bei Wang <i>et al</i> , 2016
Irradiasi UV-C	Penyinaran UV-C selama 45 menit pada panjang gelombang 265 nm menurunkan efek AFB1 pada kacang tanah sebesar 97%.	Jubeen <i>et al</i> 2012
	Ekstruksi pada kecepatan putaran 152 nm pada suhu 150°C selama 17 menit mereduksi AFB1 sebesar 77,6% pada kacang tanah.	Zheng <i>et al</i> 2015

Kimiawi		
Minyak esensial	Perlakuan minyak esensial <i>Thymus daenensia</i> pada konsentrasi 2000mg/l menurunkan cemaran AFB1 97%. Perlakuan minyak esensial dari <i>Hedeoma multiflora Benth</i> , <i>Peumus boldus Mol.</i> dan <i>Pimpinella nisum L.</i> , dengan konsentrasi 2000--3000 µg/g dengan inkubasi selama 11 hari juga dapat menurunkan konsentasi AFB1.	Goran <i>et al</i> 2013 Bluma dan Etcheverry 2008
Biologis		
Penggunaan khamir (<i>yeast antagonist</i>)	Khamir <i>S. cerevisiae</i> ATCC 9376 menghambat pertumbuhan <i>A. Flavus</i> BIO 2237 sebesar 47% pada media jagung dan 45% pada media kedelai	Rahayu <i>et al</i> 2015
Penggunaan asam amino (Metionin Sistein)	Asam amino metionin sistein yang diberikan 25-50% lebih tinggi dari kebutuhan normal dapat menurunkan dampak aflatoksikosis pada ternak ayam yang mengonsumsi pakan terkontaminasi AFB1 sebesar 400ppb	Purnamasari, <i>et al</i> 2019; Purnamasari <i>et al</i> , 2020

Proses terpaparnya aflatoksin pada tubuh diawali dengan inhalasi melalui saluran pencernaan maupun pernapasan. Setelah tertelan, usus AFB1 diserap oleh usus bersama pakan utamanya di dalam usus dua belas jari melalui difusi pasif. Hati merupakan organ utama tempat metabolisme aflatoksin. Metabolisme juga berlangsung di dalam darah dan organ lainnya sebagai upaya tubuh dalam mengurangi efek racun dari aflatoksin (Ahmad, 2009).

Aflatoksin B1 merupakan senyawa asing bagi tubuh yang akan ditransformasikan menjadi bentuk turunannya di hati. Aflatoksin B1 oleh enzim sitokrom P-450 yang terdapat di sel hepatik tidak hanya mengubah AFB1 menjadi turunan yang tidak bersifat toksik, tetapi juga membentuk senyawa yang lebih toksik dan reaktif, yaitu *aflatoxin 8,9 epoxide* yang dapat mengikat komponen *particular cellular* yaitu protein, DNA, dan RNA yang dapat mengakibatkan terjadinya karsinogenik

dan mutagenik (Murcia *et al.*, 2011; Chen *et al.*, 2013). Basa N guanine pada DNA akan diikat oleh AFB1 dan mengganggu kinerja gen dan menyebabkan efek karsinogenik karena terjadi penghambatan sintesa DNA memungkinkan untuk mengganggu semua sintesis protein. Hal ini dapat berpengaruh pada semua fungsi biologis unggas. Terbentuknya *aflatoxin 8,9 epoxide* dapat didetoksifikasi melalui konjugasi dengan glutation tereduksi yang dikatalis enzim *glutathion S-transferase* (GST) (Yunianta, 2013). Glutation merupakan sistem pertahanan dan perlindungan tubuh terhadap senyawa toksik. Adanya toksin yang berlebihan menyebabkan peningkatan aktivitas konjugasi glutation dan menurunkan kapasitas reduksi.

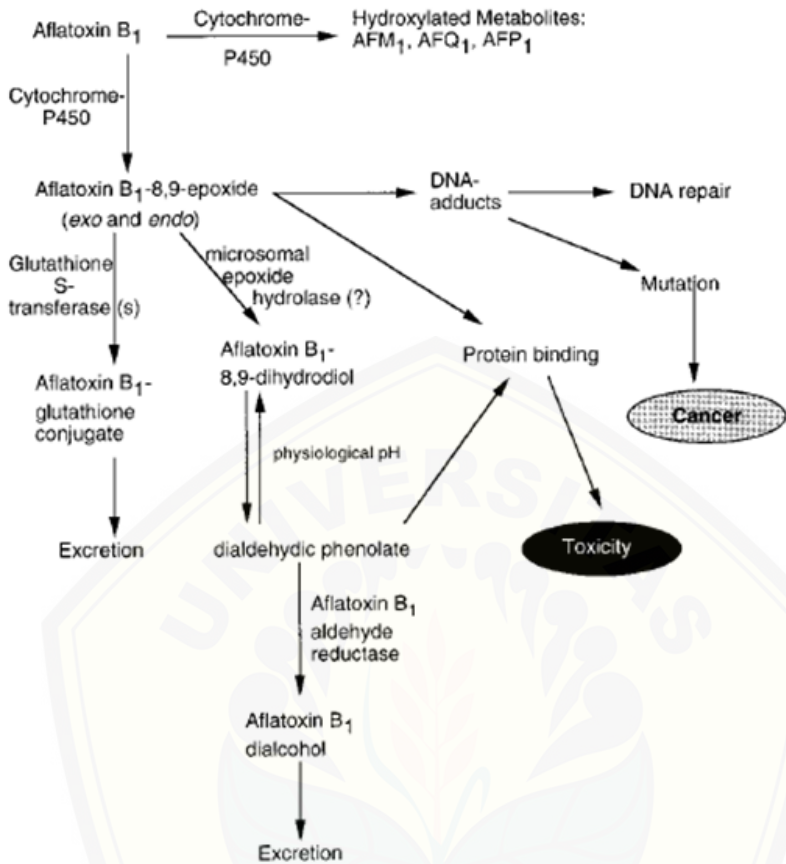


Gambar 5. Proses Biotransformasi AFB1 pada Unggas dan Mamalia

Sumber: Diaz and Murcia, 2011

Kandungan glutathion dalam sel yang terbatas mengakibatkan kapasitas penetralan juga terbatas (Donatus, 2001). Metionin dan sistin merupakan asam amino bersulfur yang juga *precursor glutathion* yang berperan penting pada konjugasi AFB1-epoksidase. Sistein adalah *precursor intermediet glutathion* dan metionin *precursor distal* (Nahm, 1995). Kadar glutathion dalam sel jumlahnya terbatas sehingga untuk perlindungan terhadap toksik juga terbatas (Donatus, 2001). Adanya glutathion merupakan mekanisme pertahanan tubuh terhadap senyawa toksik dan karsinogenik. Glutathion merupakan tripeptida (*L-glutamil-Lsistenil-glisin*) yang mampu melakukan biotransformasi dan ekskresi xenobiotika sebagai upaya pertahanan sel terhadap *stress oxidative*. Glutathion berperan penting pada konjugasi AFB1 epoksida. Konjugasinya membutuhkan bahan awal yaitu asam amino metionin dan sistein yang menghasilkan N-acetyl cystein yang mampu meningkatkan level *glutathion S-transferase* (GST).

Enzim GST merupakan enzim multifungsi berperan penting terhadap perlindungan sel dari kerusakan oleh bahan kimia toksik. Enzim GST mengatalis reaksi konjugasi antara berbagai senyawa toksik elektrofilik endogen dan eksogen termasuk beberapa karsinogen dengan glutathion. Enzim GST sebagai media konjugasi AFB1 8,9 epokside dengan menghambat aktivitas cytochrom P450 1A2 sebagai kunci enzyme yang mengubah AFB1 aktif menjadi reaktif epokside. Gambar 4 menunjukkan skema proses biotransformasi dan bioaktivasi AFB1.



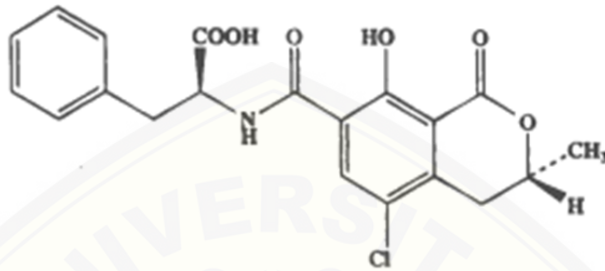
Gambar 6. Skema Fungsi Proses Biotransformasi dan Bioaktivasi AFB1

Sumber: Bammler et al., 2000

Okratoksin

Okratoksin merupakan salah satu mikotoksin turunan dari klorinat isokumarin yang berikatan melalui ikatan amino dari L-β fenilalanin yang diproduksi oleh kapang seperti *Aspergillus* (*A. ochraceus*) dan *Penicillium* (*P. verrucosum*) (Rodríguez et al. 2014). Cendawan ini dapat tumbuh optimal pada suhu 8–37°, pH optimum 6–7 (Pitt, 1987) dan aktivitas air (Aw) 0.83–0.85 (Taoukis and Giannakourou, 2004). Okratoksin terbagi menjadi tiga jenis, yaitu okratoksin A (OTA), okratoksin

B (OTB), dan Okratoksin C (OTC) (Abbas *et al.*, 2009). Okratoksin A bersifat lebih stabil, paling toksik, dan sering ditemukan di alam (Koszegi T dan Poor N, 2016). Secara kimia, OTA memperlihatkan fluoresensi biru di bawah sinar UV dan merupakan campuran dari kristal jernih yang pucat/ tidak berwarna (Tsubouchi *et al.*, 1985).

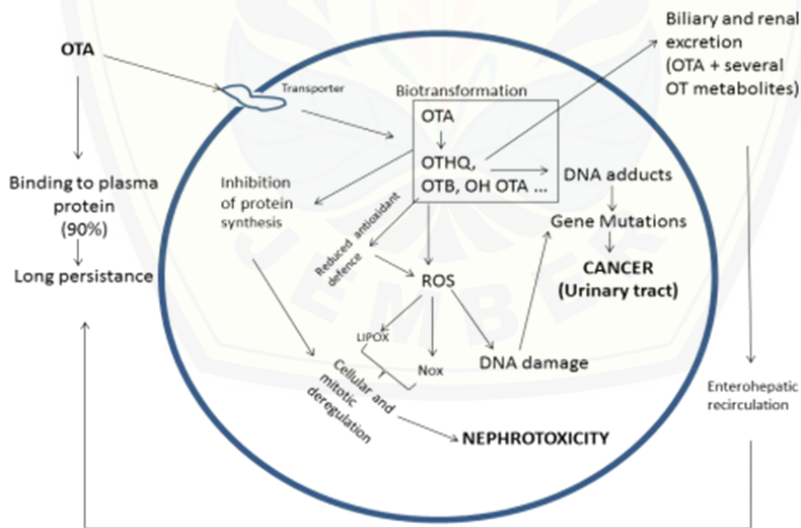


Gambar 7. Struktur Kimia Okratoksin A

Atom C-5 yang mengikat klor memengaruhi tingkat toksisitas dari OTA (Heydt *et al.*, 2012). Penghilangan OTA tidak dapat dilakukan dengan pemanasan pada suhu sterilisasi 121°C dan hanya sebagian terdegradasi pada suhu 250°C (Van der Stegen *et al.* 2001; Vidal *et al.*, 2015). Beberapa produk pertanian dan pakan seperti serelia yang tersimpan di gudang terkontaminasi oleh kapang penghasil OTA (Repeckiene *et al.*, 2013). Ternak ruminansia lebih tahan terhadap ancaman OTA karena ruminansia mampu mengubah OTA menjadi tidak toksik dengan bantuan mikroba rumen. Aktivitas mikroorganisme rumen akan menghidrolisis ikatan peptida fenilalanin OTA menjadi α OTA yang tidak bersifat toksik Bataccone *et al.* (2010). Pada ternak monogastrik, OTA dapat dijumpai pada ginjal dan hati yang lama kelamaan menimbulkan penyakit bahkan dapat juga meninggalkan residu pada produk ternak. OTA juga diakui nefrotoksisitasnya dan sampai saat ini telah diidentifikasi sebagai salah satu ginjal yang paling kuat karsinogen pada hewan pengerat yang pernah dipelajari oleh *National Cancer Institute/National Toxicological Program* (NCI/NTP).

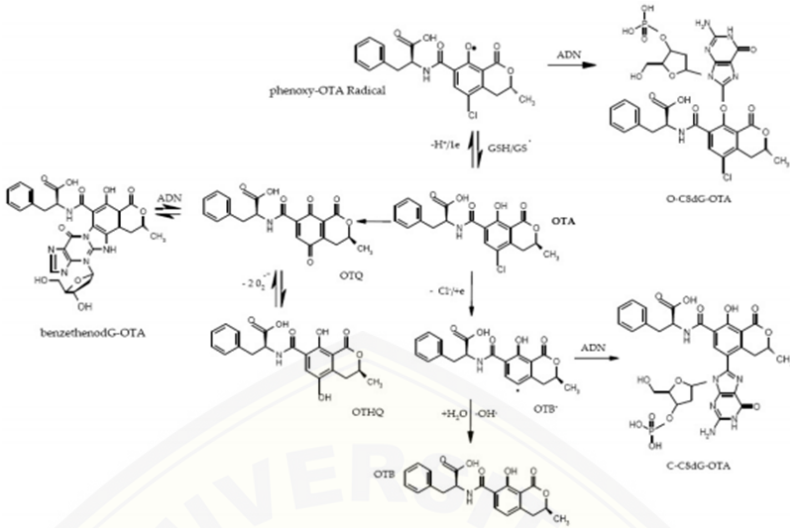
Tubuh ternak masih dapat mendetoksifikasi paparan OTA secara alami apabila tingkat kontaminan okratoksin masih berada di bawah batas yang ditetapkan. Metabolisme ini terjadi di hati, ginjal, ataupun organ lainnya dengan mengeluarkan efek okratoksin. Okratoksin yang tidak mampu didetoksifikasi akan menyebabkan penurunan nafsu makan, diare, poliuria, dan penurunan berat badan. Efek dari kegagalan detoksifikasi pada ternak dapat mengakibatkan cacat pada keturunan yang baru lahir sampai dengan kematian (Wang *et al.*, 2016).

Efek toksik OTA yaitu penghambatan sintesis protein, genotoksisitas langsung, dan penghentian siklus sel. Mekanisme sifat nefrotoksisitas, hepatotoksisitasnya dan imunotoksisitas OTA erat kaitannya dengan penghambatan sintesis protein, lipoperoksidasi, dan modulasi kaskade MAP kinase (gambar 8), sedangkan karsinogenisitasnya muncul setelah aktivasi metabolik OTA dengan cara yang mirip dengan turunan pentaklorofenol (Gambar 9).



Gambar 8. Mekanisme Penghambatan Sintesis Protein, Lipoperoksidasi, dan Modulasi Kaskade MAP Kinase

Sumber: Malir *et al.*, 2016



Gambar 9. Aktivasi Metabolik OTA dengan Cara yang Mirip dengan Turunan Pentaklorofenol

Sumber: Malir et al., 2016

Okratoksin yang masuk ke dalam tubuh ternak melalui transporter akan berubah menjadi beberapa molekul yang kemudian berikatan dengan DNA, menyebabkan kerusakan DNA, mutasi gen, hingga memicu kanker pada saluran urin. Penghambatan okratoksin pada proses sintesis protein menyebabkan gangguan metabolisme yang berlanjut pada nefrotoksik (gangguan ginjal) bahkan juga dapat mengganggu kinerja liver.

OTA membentuk adisi DNA kovalen melalui intermediet radikal dan benzokuinon. OTHQ metabolit OTA dapat menjalani proses autooksidatif untuk menghasilkan elektrofil kuinon OTQ yang bereaksi dengan DNA. Selain itu, pembentukan OTQ atau fenoksi dan radikal aril dapat menyebabkan peningkatan produksi ROS yang menyebabkan sitotoksitas. Spesies radikal menghasilkan adisi C8-dG terikat-C, sedangkan adisi DNA tipe benzetheno diharapkan dari elektrofil kuinon. Tipe kuinon adisi terbentuk lebih cepat dalam sel dan berasal dari aktivasi P450 OTA. Aditif C8-OTA terikat-C terbentuk pada tingkat

yang lebih lambat dan diperkirakan berasal dari dehalogenasi reduktif OTA (melalui GSH dan siklooksigenase atau lipoksigenase). Atom C5-Cl sangat penting untuk adduksi DNA (genotoksisitas) tetapi tidak untuk sitotoksisitas (OTB bersifat sitotoksik tetapi tidak genot. Beberapa turunan kuinon telah diisolasi dari darah dan urin dan juga pada manusia atau hewan jaringan yang terpapar OTA. Hasil adisi OTB-dG secara konsisten ditemukan oleh pelabelan ^{32}P dalam DNA ginjal dari tikus, babi, dan manusia yang diberi perlakuan OTA. Metabolit ini dan produk tambahan ini dapat berfungsi sebagai biomarker untuk paparan OTA.

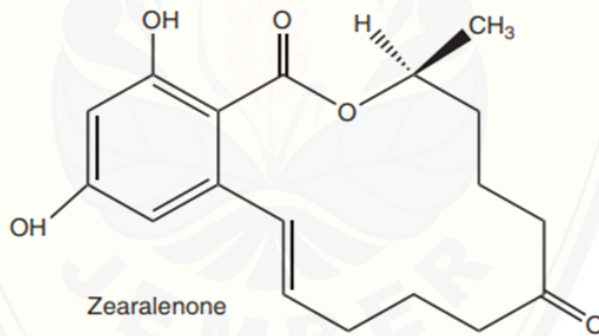
Peningkatan karsinogenisitas dan genotoksisitas selama paparan bersama dengan citrinin (CIT), fumonisin (FB), atau keduanya dapat dijelaskan oleh kedua faktor tersebut. FB dan CIT menginduksi COX2 sehingga mendukung biotransformasi OTA menjadi senyawa genotoksik. Selain itu, struktur kuinon metida CIT dapat dengan mudah menjelaskan generasi adisi DNA. Ini mungkin mampu mengoksidasi OTA menjadi radikal fenoksil untuk mempromosikan pembentukan aduk C-C8. Temuan baru tentang mutagenisitas OTA mendukung genotoksisitas langsung dan mengesampingkan kerusakan DNA oksidatif sebagai kontributor induksi penghapusan mutasi atau karsinogenesis ginjal. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut harus fokus pada co-exposure oksik (Malir *et al.*, 2016).

Zearalenon

Zearalenone (ZON) atau yang juga dikenal sebagai toksin F-2, merupakan mikotoksin dari cendawan *Fusarium verticillioides*, *F. sporotrichioides*, *F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. semitectum*, *F. equiseti*, dan *F. oxysporum* yang memiliki sifat *estrogenic* karena beberapa metabolitnya dapat mengikat reseptor estrogen, dan dapat mengakibatkan gangguan sistem reproduksi, embrio telur mati, dan titer antibodi menurun pada ayam broiler (Yegani *et al.*, 2006). Zearalenon juga tergolong mikotoksin peringkat ketiga paling sering terdeteksi pada jaringan hewan dan tumbuhan (Golinski *et al.*, 2010b) dan salah satu aksi

terkuat, nonsteroid zat yang bersifat estrogenik, terdapat di alam baik dalam makanan manusia dan pakan hewan. Zearalenon mampu membentuk hormon alami zearanol (Sundolf dan Strickland, 1986; Kennedy *et al.*, 1998) serta menimbulkan residu zearalenol dalam susu (Palsuyik *et al.*, 1980).

Komoditas pangan maupun pakan sering terkontaminasi zearalenone, yaitu produk sereal (barley, gandum, jagung, sorghum dan beras). Jagung merupakan komoditas yang paling sering tercemar. Mikotoksin zearalenon optimal dihasilkan pada lingkungan dengan kelembapan tinggi, yaitu kelembapan sekitar 16% dan suhu yang rendah di bawah 25! (Wa skiewicz *et al.*, 2008). Zearalenone cukup stabil selama proses pemanenan hingga pengolahan bahkan tidak dapat terdegradasi pada temperatur tinggi serta penyimpanan. Batas ambang untuk zearalenon adalah 1-200 ppm. Ternak babi merupakan yang paling sensitif terhadap cemaran zearalenone.



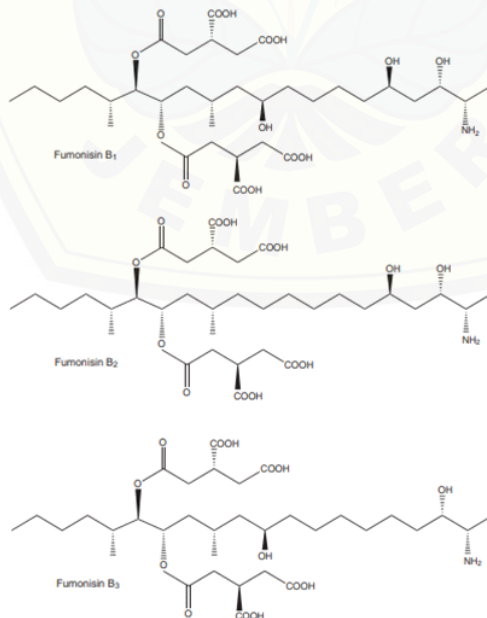
Gambar 10. Struktur Kimia Zearalenon

Fumonisin

Fumonisin merupakan jenis mikotoksin selain aflatoksin yang sering ditemukan pada jagung impor yang juga tergolong toksin yang dikenal luas oleh para peternak Indonesia. Mikotoksin ini dapat dihasilkan oleh cendawan *Fusarium verticillioides*, *F. moniliforme*, *F. proliferatum*, *F. napiforme*, *F. oxysporum*, *F. dlamini*, dan *F. nygamai* (Marin *et al.*, 2004; WHO-IPCS,

2000). Fumonisin terbagi menjadi fumonisin B1, B2, B3, B4, dan bersifat karsinogenik bagi manusia *International Agency for Research on Cancer* (IARC). Fumonisin B1 bagi ternak unggas menjadi jenis fumonisin yang paling sering ditemukan (Devreese *et al.*, 2013). Fumonisin pada dasarnya memiliki efek toksik yang rendah dibandingkan mikotoksin lainnya dengan batas ambang maksimum 5-100 ppm. Tingkat toksisitas fumonisin pada ayam tergolong rendah (Lesson *et al.*, 1995) dan efek fumonisin dengan konsentrasi tinggi dalam jangka yang panjang pada ayam layer/petelur tidak berpengaruh pada performa dan kesehatan ayam tersebut (Henry dan Wyatt, 2001).

Sebagian besar proses pengolahan pakan tidak memiliki efek yang signifikan pada pengurangan kandungan fumonisin. Senyawa ini relatif tahan terhadap suhu, sedangkan jumlahnya berkurang secara nyata hanya selama proses di mana suhu melebihi 150°. Kontaminasi fumonisin produk jagung sangat tergantung pada kondisi iklim dan lokasi geografis. Faktor lain mungkin signifikan, seperti asal tanaman, cekaman kekeringan, dan kerusakan yang disebabkan oleh serangga.



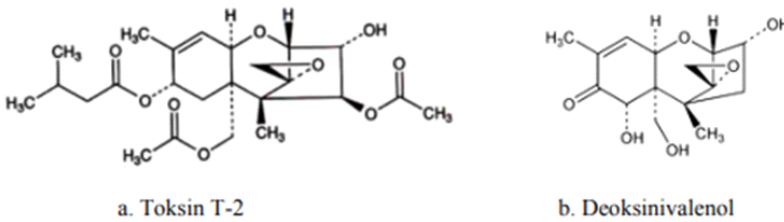
Gambar 11. Struktur Kimia Fumonisin

Trikotesena/deoksinivalenol/T2 Toksin

Trichothecenes atau trikosesena merupakan jenis mikotoksin yang diproduksi cendawan *Fusarium*, *Cephalosporium*, *Myrothecium*, *Trichothecium*, *Trichoderma*, *Stachybotrys*, dan *Verticimonosporium*. Tipe mikotoksin lain yaitu tipe B seperti deoxynivalenol (DON) dan nivalenol yang diproduksi oleh cendawan *Fusarium graminearum*. Efek mikotoksin ini pada ternak dapat menyebabkan mual, muntah, pendarahan, emesis, dermatitis, hingga leukopenia, immunosupresif dan berat badan menurun hingga penurunan produksi susu, iritasi kulit, gangguan sistem imunitas, bahkan kematian (Osweiler *et al.*, 1985; Bahri *et al.*, 1990, Charmley, *et al.*, 1993; Dacasto *et al.* 1995). Pengaruh lainnya adalah terbentuknya residu pada produk telur yang dihasilkan ternak unggas (Sypecka *et al.*, 2004), daging (Prelusky dan Trenholm, 1991), serta organ hati (Pandey *et al.*, 2005).

Trikotesena tipe A seperti Toksin T-2 trikotesena tipe B seperti DON memiliki perbedaan utama pada gugus fungsional R5 yaitu $\text{OCOH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ untuk toksin T-2 dan O untuk DON seperti yang terlihat pada Gambar 12. Ternak babi sangat peka terhadap DON dan toksin T-2, sedangkan unggas paling tidak peka.

Penelitian mengenai kontaminasi mikotoksin trikotesena di Indonesia pernah dilakukan oleh Ali *et al.* (1998) dan Widiastuti dan Firmansyah (2005). Monitoring mikotoksin ini dalam pakan perlu dilakukan karena dampaknya bagi kesehatan ternak maupun manusia, dengan mengacu pada ketentuan ambang batas maksimum yang diizinkan yaitu fumonisin trikotesena (deoksinivalenol) untuk jagung adalah 5-10 ppm. Ternak tertentu juga menjadi faktor penentu ambang aman kontaminasi mikotoksin ini



Gambar 12. Struktur Kimia Oksin T-2 dan Deoksinivalenon

Penyebab Kontaminasi Mikotoksin

Anomali cuaca di seluruh dunia dan arus globalisasi pasar pertanian menghasilkan situasi di mana konsumen mungkin tidak yakin bahwa makanan yang mereka konsumsi bebas dari kandungan mikotoksin. Kontaminasi mikotoksin pada biji-bijian sereal adalah masalah serius pada bidang pertanian. Metode terbaik dan paling efektif untuk menghilangkan mikotoksin dari makanan dan pakan adalah mencegah pembentukannya dengan langkah-langkah budi daya yang tepat dari masa tanam hingga panen dan diakhiri dengan kondisi penyimpanan yang sesuai.

Beberapa negara berkembang telah mengadakan upaya meningkatkan kualitas tanaman dan metode penyimpanannya, pengenalan peningkatan kontrol bahan makanan untuk mendeteksi keberadaan mikotoksin, dan penerapan teknologi pengolahan makanan yang tepat untuk mengeliminasi produk yang terkontaminasi. Teknik panen yang tepat dan perlindungan produk pertanian sampai tingkat tertentu akan membantu dalam pengendalian masalah mikotoksin, namun mereka tidak akan menghilangkannya. Oleh karena itu, sangat penting untuk memastikan tingkat mikotoksin, standar, dan peraturan hukum yang diterapkan sehingga tidak menimbulkan bahaya bagi kesehatan manusia atau hewan.

Upaya Pencegahan dan Pengendalian Mikotoksin

Tindakan pengendalian dan pencegahan mikotoksin dapat dilalui dari tiga level, yaitu secara primer, sekunder, dan tersier. Pencegahan primer dilakukan sebagai upaya pertahanan awal agar cendawan tidak tumbuh pada produk pertanian. Kegagalan pencegahan ini akan berakibat pada infeksi cendawan di dalam tanaman dan menghasilkan mikotoksin pada produk pertanian. Tindakan pencegahan sekunder dilakukan saat cendawan sudah mulai menginfeksi pada tahap awal dengan upaya penghambatan dan mematikan cendawan tersebut. Adapun, pencegahan tersier dilakukan ketika produk sudah terinfeksi. Pencegahan tersier diharapkan supaya toksin yang sudah menginfeksi tidak menyebar ke produk lainnya. Tindakan yang dilakukan yakni sebagai berikut:

1. Penggunaan varietas yang tahan terhadap cendawan penyebab mikotoksin;
2. Adopsi prosedur budidaya, panen, dan pascapanen yang baik;
3. Pengendalian lingkungan dengan penurunan kadar air benih tanaman, setelah panen dan saat penyimpanan;
4. Pengendalian fisik, kimia, dan biologi.

Bahan Diskusi

Bagaimana proses penyimpanan pakan yang baik sehingga mengurangi dampak adanya kontaminasi cendawan dalam pakan? Jelaskan dampak kerugian yang dapat didapatkan dari adanya kasus kontaminasi cendawan pada pakan ternak!

Soal

1. Jelaskan apa yang dimaksud mikotoksin dan sebutkan contohnya!
2. Bagaimana mekanisme aflatoksin menyerang ternak dan apa akibat yang akan ditimbulkan?
3. Bagaimana mekanisme okratoksin menyerang ternak dan apa akibat yang akan ditimbulkan?
4. Bagaimana mekanisme zearalenon menyerang ternak dan apa akibat yang akan ditimbulkan?
5. Bagaimana mekanisme fumonisin menyerang ternak dan apa akibat yang akan ditimbulkan?
6. Bagaimana mekanisme trikosena/deoksinivalenon menyerang ternak dan apa akibat yang akan ditimbulkan?
7. Bagaimana langkah pencegahan yang dapat dilakukan dalam mengurangi dampak kontaminasi cendawan?

Rujukan Lebih Lanjut

Sumber buku dari negara lain mengenai toksisitas pakan berikut dapat menjadi rujukan lebih lanjut materi bab ini:

Abbas, Hamed K. 2005. *Aflatoxin and Food Safety*. Amerika Serikat: CRC Press.

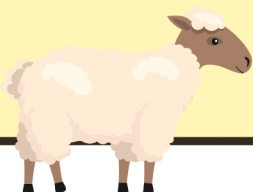
Food Science and Technology, A Series of Monograph. 1969. London: Academic Press, INC.





3

Peningkatan
Kualitas Pakan



Peningkatan produktivitas ternak ruminansia dan non-ruminansia sangat dipengaruhi oleh ketersediaan pakan. Ketersediaan pakan harus bisa dipenuhi secara berkelanjutan, baik kualitas maupun kuantitasnya. Sering kali bila ketersediaan pakan berkurang dan harga bahan pakan komersil sedang melonjak, peternak memanfaatkan limbah pertanian (misalnya jerami jagung, jerami padi, dan lain-lain), limbah perkebunan (misalnya kulit kopi, kulit kakao, dan lain sebagainya), maupun hasil samping industri pangan (bungkil inti sawit, bungkil kedelai, dan lain sebagainya) guna dimanfaatkan untuk bahan pakan ternak. Usaha pemanfaatan bahan pakan alternatif dilakukan dengan menggunakan bahan pakan lokal yang mudah didapat, biasanya berupa limbah yang belum dimanfaatkan secara optimal. Namun demikian, upaya pemanfaatan bahan pakan lokal masih mengalami beberapa kendala, yaitu rendahnya kandungan protein kasar, tingginya kandungan serat kasar, adanya zat antinutrisi, dan keseimbangan asam amino yang rendah. Dengan demikian, perlu adanya pengolahan bahan pakan lokal tersebut sebelum dipakai sebagai pakan ternak. Pada bab ini akan dijelaskan cara-cara dalam meningkatkan kualitas bahan pakan ternak berdasarkan kajian beberapa hasil penelitian.

Penambahan Enzim

Peningkatan kualitas pakan ayam dengan penambahan enzim ditujukan untuk memperbaiki kemampuan ternak mencerna nutrisi yang terkandung pada ransum yang dikonsumsinya. Penambahan enzim diharapkan membantu zat sekresi pencernaan di usus halus untuk menghasilkan asam amino, monosakarida, gliserida, dan asam-asam lemak dengan merombak nutrisi utama pakan (protein, lemak, dan karbohidrat). Proses perombakan didahului dengan terjadinya pengasaman di dalam lambung dengan HCl (pH 4–5) guna mendenaturasi molekul makro, sedangkan pada ternak non-ruminansia terjadi aktivasi pepsinogen menjadi pepsin (Siagian, 1998).

Perombakan nutrisi protein terjadi dalam beberapa tahap. Pepsin akan memecah ikatan peptida yang berasal dari asam amino tyrosin dan phenylalanin, demikian pula ikatan antara asam glutamat dan leucin. Trypsin akan memecah arginin dan padalysin, sedangkan chymotrypsin pada tyrosin dan phenylalanin. Selanjutnya perombakan dilakukan exopeptidase yang akan memecah asam amino pada ujung karboksil (oleh karboksipeptidase) dan ujung amina (oleh aminopeptidase). Dipeptida yang masih ada selanjutnya diurai menjadi asam amino tunggal.

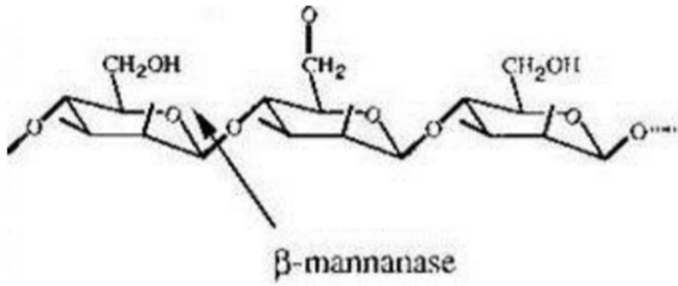
Perombakan nutrisi lemak baru akan terjadi di dalam usus halus, namun sebenarnya di lambung sudah terdapat lipase. Lemak mulanya diemulsi oleh zat yang ada pada cairan empedu (asam desoksikhol, asam glikokhol, asam taraukhol, dan lecithin), selanjutnya dipecah oleh lipase dari lambung, dinding usus halus, dan pankreas menjadi gliserin dan asam lemak.

Perombakan sebagian nutrisi karbohidrat sudah dimulai dalam mulut dan lambung. Setelah proses netralisasi bubur pakan di duodenum dan tersekresinya amilase dari pankreas, perombakan pati bisa berlangsung lebih cepat. Potongan isomaltosa dan maltosa yang terbentuk lalu dipecah oleh α -glukosidase dari cairan usus dan sel ephitel menjadi glukosa. β -galaktosidase lebih berperan pada ternak muda karena mampu merombak laktosa menjadi galaktosa dan glukosa.

Ternak tidak bisa menyintesis enzim untuk merombak selulosa. Selulosa merupakan polisakarida yang adalah bagian utama penopang tanaman, seperti dinding sel. Akibat dari ketidakmampuan ternak dalam menyintesis misalnya α -glukosidase, adalah perombakan selobiosa dan selulosa hanya dapat terjadi jika dibantu α -glukosidase yang dihasilkan mikroba saluran pencernaan. Lewat perombakan selulosa dinding sel pakan dengan bantuan β -glukosidase mikrobial tersebut, ternak mendapat tambahan sumber energi dan bersamaan dengan itu nutrisi pada sel bahan pakan bisa bereaksi dengan enzim pencernaan. Selain aktivitas enzim, struktur dinding sel (selulosa, hemiselulosa, dan lignin) juga memengaruhi intensitas hidrolisis.

Pasaribu (2018) melakukan penelitian pada bungkil inti sawit (BIS). Kendala pemanfaatan BIS untuk pakan unggas adalah komponen karbohidrat utama yang terkandung di dalamnya, yaitu galaktomanan, manan, dan glukomanan (kelompok NSPs). Solusi lain untuk menurunkan komponen tersebut selain metode fermentasi adalah dengan menambahkan enzim dalam ransum yang di dalamnya mengandung BIS. Enzim yang dapat digunakan adalah xilanase, mananase, selulase, dan hemiselulase. Enzim perombak manan dapat berasal dari kapang *Aspergillus niger*, *Eupenicillium javanicum*, *Sclerotium rolfsii*, *Trichoderma harzianum*, *T. koningi*, dan *T. longibrachiatum*. Jika membandingkan dua jenis mikroorganisme dalam memproduksi manase, *A. niger* lebih unggul dibandingkan *S. rolfsii*. *E. javanicum* menghasilkan enzim BS4 yang memiliki aktivitas mananase tinggi, yaitu 460,92 U/ml sedangkan enzim BF3.10 yang diproduksi *Streptomyces violascens* dan *S. cyaeus* memiliki aktivitas manase masing-masing 16.38 dan 1.706 U/ml. Bakteri *Bacillus subtilis* juga memproduksi enzim dengan aktivitas manase ± 37.7 U/ml. Pada kandungan multienzim komersil terdapat campuran beberapa enzim, yaitu xylanase, β -mannanase, amylase, protease, dan cellulase dan β -glucanase. Multienzim tersebut direkomendasikan untuk mengurangi kadar manan dalam bahan pakan, meskipun aktivitas manase yang diperoleh rendah, yaitu 0.1 Unit/g. Perbedaan aktivitas manase yang diproduksi mikroorganisme dapat dipengaruhi karena beberapa faktor di antaranya substrat atau media yang digunakan, jenis mikroba, kondisi lingkungan ketika fermentasi berlangsung (suhu, pH, lama inkubasi, dan agitasi), cara ekstraksi dan isolasi enzim, proses, dan lama penyimpanan.

Kerja manase dalam merombak manan, yaitu dengan memotong rantai panjang dan linier manan dengan ikatan β -1-4 mannose dan 1-6 galaktosa dan glukosa sehingga terurai menjadi senyawa sederhana manosa.



Gambar 13. Kerja Mananase Mendegradasi Manan

Sumber: *Moreira and Filho (2008)*

Manosa lebih mudah dicerna oleh enzim saluran pencernaan lalu diserap oleh dinding usus sehingga berefek positif pada pencernaan dan produktivitas ayam. Enzim xilanase bekerja dengan merombak NSP menjadi arabinosa dan xilosa di ileum, jejunum, dan duodenum yang mampu menurunkan viskositas sehingga pencernaan nutrisi dapat meningkat dan berefek positif pada produktivitas ayam.

Hasil penelitian Bakara *et al.* (2013) menunjukkan bahwa pencernaan protein (82.38%) dan pencernaan total (56.74%) terbaik dihasilkan dari perlakuan inti sawit yang ditambahkan enzim manase dan fermentasi kapang *Rhizopus oligosporus*, sedangkan pencernaan energi (71.82%) dan pencernaan karbohidrat (60.72%) terbaik dihasilkan dari perlakuan inti sawit dengan penambahan enzim manase dan fermentasi jamur *Trichoderma reesei*.

Teknologi Silase

Upaya mengatasi kekurangan hijauan pakan di musim kemarau bisa dilakukan dengan cara pengawetan hijauan. Pengawetan hijauan bisa dilakukan dengan silase dan pengeringan. Silase adalah pakan ternak dengan kadar air masih tinggi yang merupakan hasil pengawetan hijauan pakan atau bahan lain melalui proses fermentasi pada kondisi anaerob baik dengan

atau tanpa penambahan bahan pengawet (Zailzar *et al.*, 2011). Bahan dan alat yang diperlukan dalam pembuatan silase adalah sebagai berikut.

1. Bahan
 - a. Hijauan berbatang besar (misalnya rumput gajah, rumput raja, tebon jagung, dan lain-lain). Hijauan berupa rumput umur 40–60 hari atau jagung umur 75–90 hari.
 - b. Starter yang memiliki kandungan karbohidrat tinggi (misalnya tetes/molases, tepung jagung, dedak, dan lain-lain).
2. Peralatan
 - a. Silo
 - b. Chopper
 - c. Plastik atau bahan kedap udara

Cara pembuatan silase adalah sebagai berikut:

1. Hijauan segar dilayukan satu hari guna menurunkan kadar air dari $\pm 80\%$ menjadi 60–70%.
2. Hijauan lalu dipotong dengan *chopper* hingga berukuran 3–5 cm.
3. Potongan hijauan dimasukkan dalam silo dan dipadatkan dengan diinjak atau menggunakan alat lain.
4. Pemberian starter dilakukan dengan bertahap dan berlapis, setiap ketebalan 20 cm starter ditaburkan atau disiramkan dengan merata. Molases sebelum digunakan diencerkan 1:4. Total bahan starter tidak lebih dari 3% dari berat hijauan yang digunakan.
5. Pengisian silo diusahakan sampai penuh dan dilakukan dengan cepat, semakin cepat kualitas silase semakin baik.
6. Setelah penuh, silo ditutup menggunakan plastik lalu diberi beban di atasnya misal menggunakan ban bekas atau karung berisi pasir.

Ciri-ciri silase yang berhasil melalui proses fermentasi dengan baik adalah sebagai berikut:

1. Tidak berjamur;
2. Berbau harum agak manis-manisan;
3. Berwarna kehijau-hijauan;
4. Tidak menggumpal;
5. pH 4–4,5.

Cara pemberian silase perlu mengikuti ketentuan berikut guna menghindari dampak negatif pada ternak:

1. Silase yang baru saja diambil dari silo tidak boleh langsung diberikan pada ternak.
2. Sebelumnya, silase diangin-anginkan atau dijemur terlebih dahulu.
3. Umumnya silase yang diambil pagi akan diberikan sore hari ataupun sebaliknya.
4. Sebelum diberi pakan silase, ternak sebaiknya diberi rumput kering dahulu guna mencegah kembung dan mencret.
5. Pemberian silase dilakukan secara bertahap agar ternak bisa beradaptasi dengan pakan baru.
6. Pemberian silase disesuaikan dengan bobot ternak, umumnya 10–20 kg/ekor/hari dan tidak melebihi 60% dari jumlah hijauan yang diberikan.



Gambar 14. Silase Jagung Berkualitas Tinggi

Sumber: Ferraretto and Shaver (2015)



Gambar 15. Jamur pada Silase

Sumber: Y. Acosta Aragón (2012)

Beberapa publikasi penelitian membuktikan teknologi silase dapat meningkatkan kualitas pakan ternak. Penelitian Santi *et al.* (2012) misalnya menyatakan bahwa penambahan tetes sebanyak 10% menghasilkan silase batang pisang yang berkualitas baik dari segi karakteristik kimiawi, fisik, dan nilai pencernaan *in vitro* dengan lama proses ensilase optimal untuk membuat silase batang pisang yaitu 21 hari. Hidayat (2014) juga melaporkan hasil penelitiannya bahwa dengan pelayuan yang baik (kadar air hijauan $\pm 60\%$) penggunaan aditif bekatul dengan kadar 5–15% maupun tetes dengan kadar 1–3% mampu mempertahankan karakteristik dan kandungan nutrisi silase rumput raja dibanding menggunakan onggok 5–15%. Hasil penelitian Superianto *et al.* (2018) membuktikan bahwa penambahan 35% dedak padi pada silase limbah sayur kol mampu meningkatkan bahan kering, serat kasar, lemak kasar, dan abu diikuti dengan menurunnya kadar protein kasar dan BETN. Lama fermentasi juga menurunkan kadar abu pada hari ke-14 yaitu 11,38%.

Teknologi Amoniasi

Amoniasi adalah salah satu perlakuan kimia bersifat alkalis yang bisa melarutkan hemiselulosa dan memutus ikatan lignin dengan hemiselulosa dan selulosa. Amoniasi bisa melarutkan sebagian silika karena sifat silika yang mudah larut dalam alkali serta bisa menurunkan kristalinitas selulosa. Perlakuan amoniasi juga bisa meningkatkan pencernaan dengan cara melonggarkan ikatan lignoselulosa sehingga karbohidrat mudah dicerna serta meningkatkan pencernaan dengan cara membengkakkan jaringan tanaman dan juga meningkatkan nilai kesukaan ternak terhadap pakan. Proses amoniasi bisa berlangsung pada suhu 20–100°C, proses amoniasi pada suhu 100°C membutuhkan waktu ± 1 jam pada ruangan kedap udara (Prastyawan *et al.*, 2012).

Merujuk pada Zailzar *et al.*, (2011) teknologi peningkatan nutrisi jerami padi bisa ditempuh melalui langkah-langkah berikut:

1. Pengolahan biologis menggunakan jamur;
2. Pengolahan kimiawi menggunakan urea dan starbio, kostik soda (NaOH), dan Ca(OH)₂;
3. Perlakuan fisik;
4. Perlakuan suplementasi pakan penguat.

Fermentasi sendiri yaitu perombahan struktur keras secara fisik, kimia, dan biologi sehingga bahan dari struktur kompleks menjadi lebih sederhana, akibatnya daya cerna ternak akan lebih efisien. Bahan yang dibutuhkan guna membuat jerami amoniasi adalah untuk 100 kg jerami membutuhkan 6 kg urea dan 0,5 kg starbio.

Cara pembuatan jerami amoniasi secara rinci adalah sebagai berikut:

1. Tempat yang teduh disiapkan (terhindar dari panas matahari dan hujan secara langsung);
2. Jerami disusun dengan ketebalan ±30 cm;
3. Starbio dan urea ditebarkan sesuai dengan perbandingan secara merata;

4. Susunan jerami disiram dengan air bersih (digembor) merata di atas tebaran urea dan starbio (agar terjadi reaksi), diusahakan kadar air $\pm 60\%$, apabila jerami masih basah (baru disabit/dipotong) tidak disiram air terlalu banyak, apabila jerami sudah kering perlu disiram air sampai membasahi lapisan jerami;
5. Langkah 2, 3, dan 4 diulang sampai jerami memenuhi tempat, minimal tinggi 1,5 m.

Setelah selesai prosedur di atas, tunggu waktu selama 21 hari, hasil jerami dibongkar dan dianginkan (dijemur) agar bau menyengatnya hilang. Jerami amoniasi siap diberikan pada ternak (sapi, kerbau, dan kambing) ataupun untuk persediaan saat musim kemarau. Untuk efisiensi penyimpanan dan memudahkan distribusi, jerami amoniasi bisa dipres menggunakan mesin pres. Jerami amoniasi yang baik memiliki kriteria kadar protein $\pm 12\%$ dan TDN 70% dengan bau harum.

Cara penyajian jerami amoniasi adalah sebagai berikut:

1. Jerami amoniasi yang sudah diangin-anginkan dapat langsung diberikan ke ternak. Jumlah pemberian sama dengan pemberian hijauan pakan yaitu 10% dari bobot badan;
2. Untuk ternak yang belum terbiasa dengan pakan fermentasi, perlu dilatih dengan dipuaskan beberapa saat, kemudian diberi jerami hasil fermentasi.

Keuntungan menggunakan jerami amoniasi adalah sebagai berikut:

1. Mengurangi biaya pakan;
2. Meningkatkan produksi ternak karena kualitas nutrisi meningkat;
3. Efisien dalam penggunaan pakan dan tenaga kerja;
4. Kandang lebih bersih karena kotoran ternak yang dikeluarkan lebih sedikit dan kering.

Kriteria jerami amoniasi yang baik adalah sebagai berikut:

1. Berbau harum fermentasi;
2. Berwarna kuning agak kecoklatan (warna dasar jerami masih terlihat);
3. Teksturnya tidak kaku (lemas);
4. Tidak berjamur;
5. Tidak busuk.

Beberapa publikasi penelitian membuktikan teknologi amoniasi dapat meningkatkan kualitas pakan ternak di antaranya adalah hasil penelitian Bata (2008) yang melaporkan bahwa penambahan tetes dalam proses amoniasi jerami padi sampai kadar 30% bisa meningkatkan kualitas amoniasi melalui fiksasi NH_3 yang akhirnya bisa memperbaiki nutrisi jerami padi, penurunan pH dan NH_3 pasca-amoniasi, dan juga meningkatkan pencernaan bahan kering dan bahan organik.

Hasil analisis proksimat yang dilakukan oleh Hastuti *et al.* (2011) pada tongkol jagung membuktikan bahwa dengan perlakuan amofer menunjukkan peningkatan kadar protein kasar dan tertinggi pada lama pemeraman dua minggu (34.2%); kadar lemak kasar (2.29%) lebih tinggi dibandingkan kadar lemak kasar tongkol jagung kontrol (1.86%); kadar serat kasar $\pm 25.43\%$ jauh lebih rendah dari kadar serat kasar kontrol (34.78%); kadar abu meningkat signifikan (3.11–4.15%) dan rata-rata kadar BETN 36.45% lebih rendah dibandingkan tongkol jagung kontrol (57.5%). Lama pemeraman dua minggu pada proses fermentasi memberikan hasil terbaik, karena memiliki kandungan protein tertinggi dan serat kasar yang rendah serta memiliki waktu pemeraman yang paling lama.

Fermentasi Mikroba

Fermentasi adalah proses metabolik yang berjalan dengan bantuan enzim yang dihasilkan mikroba untuk melakukan oksidasi, reduksi, hidrolisis, dan reaksi kimia lainnya. Setelah

fermentasi, akan terjadi perubahan kimia pada substrat organik dan menghasilkan produk tertentu. Menurut Mustafa *et al.* (2017) fermentasi adalah salah satu teknologi pengolahan secara biologis dengan melibatkan aktivitas mikroorganisme untuk memperbaiki nutrisi bahan yang berkualitas rendah. Fermentasi bisa meningkatkan kualitas nutrisi pakan, karena saat proses fermentasi terjadi perubahan kimiawi senyawa organik (karbohidrat, protein, lemak, dan serat kasar) serta bahan organik lain baik dalam keadaan anaerob maupun aerob melalui kerja enzim yang dihasilkan oleh mikroba.

Fermentasi umumnya mengakibatkan hilang atau berkurangnya fraksi karbohidrat karena digunakan oleh mikroba sebagai sumber energi, sedangkan protein akan terhidrolisis menjadi asam amino, dan lemak terombak menjadi asam lemak. Pada akhirnya pakan fermentasi mempunyai daya cerna lebih tinggi dan kandungan vitamin utamanya vitamin B lebih tinggi serta menghasilkan hidrolisat yang lebih mudah diserap. Di samping itu, fermentasi bisa menghasilkan biomassa mikroba bernilai tinggi. Prinsip dalam fermentasi adalah pengaturan kondisi pertumbuhan optimum mikroorganisme, dengan demikian bisa mencapai dan menghasilkan laju pertumbuhan optimal. Faktor yang perlu diperhatikan adalah jenis media atau substrat, jenis mikroorganisme, dan kondisi fisik pertumbuhan. Ketiga faktor tersebut berpengaruh pada komposisi sel dan massa.

Merujuk pada Pasaribu (2018) mikroba yang digunakan untuk fermentasi menghasilkan enzim yang berbeda untuk memecah karbohidrat bukan pati, selulosa atau memecah protein.

Tabel 5. Mikroba Fermentasi

Mikroba	Karakteristik	Sumber
<i>Aspergillus niger</i> tipe liar dan NRRL 337	Termofilik, efisien memproduksi enzim selulase	Supriyati et al. (1998)
<i>Eupenicillium javanicum</i>	Memproduksi enzim mananase	Purwadaria et al. (2003)
<i>Trichoderma harzianum</i>	Memproduksi mananase, xilanase, selulase	Sae-Lee (2007)
<i>T. reseei</i>	Memproduksi mananase, xilanase, selulase	Sae-Lee (2007)
<i>Penicillium</i> sp	Memproduksi mananase, xilanase, selulase	Sae-Lee (2007)
<i>A. oryzae</i>	Memproduksi mananase, xilanase, selulase	Sae-Lee (2007)
<i>Bacillus amyloliquifaciens</i>	Proteolitik (menguraikan protein menjadi lebih sederhana)	Pasaribu (2010)
<i>T. viridae</i>	Memproduksi selulase	Puastuti et al. (2014)
<i>Paenibacillus curdolanolyticus</i> DSMZ 10248	Selulolitik dan hemiselulolitik	Alshelmani et al. (2014)
<i>P. polymyxa</i> ATCC 842	Selulolitik dan hemiselulolitik	Alshelmani et al. (2014)
<i>B. megaterium</i> ATCC 9885	Selulolitik dan hemiselulolitik	Alshelmani et al. (2014)
<i>Bacillus cereus</i>	Proteolitik (menguraikan protein menjadi lebih sederhana)	Sihite and Pakpahan (2015)

Pasaribu (2018) melaporkan beberapa jenis kapang dan bakteri telah digunakan untuk meningkatkan nilai protein BIS (bungkil inti sawit). Peningkatan protein pada BIS tidak lepas dari pertumbuhan sel mikroba selama proses fermentasi.

Tabel 6. Mikroba yang Dapat Meningkatkan Protein BIS

Mikroba tunggal	Kadar protein (%)		Peningkatan (%)	Sumber
	Sebelum fermentasi	Setelah fermentasi		
<i>Aspergillus niger</i> NRRL 337 ^a	14.19	25.06	76.6	Bintang <i>et al.</i> (1999)
<i>A. oryzae</i>	13.98	26.33	88.34	Puastuti <i>et al.</i> (2014)
<i>A. niger</i>	13.98	25.78	84.41	Puastuti <i>et al.</i> (2014)
<i>Trichoderma viride</i>	13.98	23.05	64.88	Puastuti <i>et al.</i> (2014)
<i>Eupenicillium javanicum</i>	16.07	26.27	63.47	Mirrawati <i>et al.</i> (2014)
<i>Paenibacillus polymyxa</i> ATCC 842 ^b	13–15	16.77	11.8–21.3	Alshelmani <i>et al.</i> (2014)
<i>Bacillus megaterium</i> ATCC 9885 ^{2b}	13–15	16.61	10.7–16.6	Alshelmani <i>et al.</i> (2014)
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> DSMZ 1067 ^b	13–15	16.47	9.8–26.7	Alshelmani <i>et al.</i> (2014)
<i>Paenibacillus curdlanolyticus</i> DSMZ 10248 ^b	13–15	16.64	10.9–28	Alshelmani <i>et al.</i> (2014)

Dinding sel mikroba mengandung peptidoglikan yang memberi kontribusi pada meningkatnya protein. Semakin banyak sel mikroba yang tumbuh, akan meningkatkan kandungan protein produk fermentasi medium padat. Kapang mempunyai aktivitas hemiselulose dan selulose lebih tinggi daripada bakteri sehingga mampu merombak hemiselulosa dan selulosa dinding sel. Dengan begitu, kadar hemiselulosa dan serat substrat fermentasi menurun dan kadar protein hasil fermentasi meningkat. Bila kandungan protein yang dilaporkan merupakan kandungan protein kasar, unsur nitrogen dalam asam nukleat yang adalah komponen dinding sel jamur yang tumbuh selama fermentasi akan dihitung sebagai protein kasar.

Hasil penelitian Phong *et al.* (2004) mengenai pengkayaan protein onggok menggunakan *A. niger* dapat dilihat pada tabel berikut. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa onggok yang difermentasi *A. niger* dengan penambahan 1% ammonium sulfat meningkatkan protein murni dari 1,1% menjadi 6,4% dalam BK.

Tabel 7. Kandungan Nutrisi Onggok Sebelum dan Sesudah Difermentasi Menggunakan *A. niger*

Kandungan Nutrisi (%)	Fermentasi	
	Sebelum	Setelah
BK	55.2	64.8
PK	2.4	9.8
Protein murni	1.1	6.4
SK	7.2	6.8
LK	3	4.4
Abu	2.5	2.4
HCN (mg/kg BK)	14	7

Penelitian fermentasi campuran BIS dan onggok menggunakan *T. harzianum* yang dilakukan Indariyanti *et al.* (2011) menunjukkan bahwa waktu fermentasi terbaik adalah delapan hari inkubasi dengan terjadinya penurunan serat kasar sebesar 45% dan peningkatan protein kasar dari 12% menjadi 16–17%.

Penggunaan Probiotik

Probiotik mempunyai peluang cerah dalam memperbaiki pakan yang kualitasnya rendah pada budi daya ternak sehingga membantu meningkatkan produktivitas ternak. Merujuk pada Mansyur dan Tangko (2008), probiotik merupakan pakan tambahan berupa sel mikroba hidup, yang berpengaruh positif bagi inang yang mengonsumsinya dengan menyeimbangkan flora mikroba di intestinal. Probiotik juga bentuk preparasi sel mikroba (tidak selalu hidup) atau komponen sel mikroba

yang berpengaruh positif bagi kehidupan dan kesehatan inang. Berikut ini adalah tiga model kerja probiotik:

1. Memproduksi senyawa antimikroba atau melalui kompetisi nutrisi dan tempat pelekatan di dinding intestinum sehingga menekan populasi mikroba melalui kompetisi;
2. Meningkatkan atau menurunkan aktivitas enzim sehingga mengubah metabolisme mikrobial;
3. Meningkatkan kadar antibodi atau aktivitas makrofag sehingga menstimulasi imunitas.

Khuluq (2012) dalam publikasinya menjelaskan bahwa probiotik merupakan kultur campuran atau tunggal dari mikroorganisme yang diberikan pada ternak yang bersifat menguntungkan dengan memperbaiki sifat mikroorganisme alami di saluran pencernaan. Pakan probiotik adalah pakan yang mempunyai nutrisi tinggi dan diperkaya mikroba probiotik guna meningkatkan daya cerna di sistem pencernaan ternak. Secara langsung penggunaan probiotik meningkatkan efektivitas mikroba usus dan akhirnya bisa meningkatkan perkembangan dan pertumbuhan ternak. Proses fermentasi umumnya menurunkan kandungan serat kasar pakan dan meningkatkan protein. Mekanisme probiotik yang menguntungkan adalah mampu merangsang reaksi enzimatik yang berhubungan dengan detoksifikasi, khususnya pada racun yang berpotensi menyebabkan keracunan, baik dari pakan/exogenous maupun dari dalam tubuh/endogenous.

Bakteri asam laktat (BAL) sudah banyak dievaluasi dari inokulum silase guna meningkatkan kompetisi dan jumlah mikroba BAL dalam total massa silase, peningkatan produksi asam laktat, dan kemampuan menghambat mikroba yang tidak dikehendaki. Hal tersebut bisa diamati pada penambahan bakteri heterolaktat khususnya *Lactobacillus buchneri* sp. yang mampu menghambat pertumbuhan jamur.

Mikroba yang banyak digolongkan sebagai probiotik secara umum adalah *Bifidobacterium* dan *Lactobacillus*. Bakteri asam laktat merupakan bakteri probiotik yang mampu

menghasilkan senyawa antimikrobia patogen seperti asam laktat, hidrogen peroksida, asam asetat, dan bakteriosin. Golongan BAL adalah *Lactobacillus* seperti *L. acidophilus*, *L. delbrueckii* sub sp. *Bulgaricus* yang biasanya dikombinasikan dengan *Streptococcus thermophilus*. Tipe BAL berdasarkan morfologi bentuknya dibedakan menjadi dua, yaitu bentuk kokus seperti *Leuconostoc*, *Lactococcus*, *Oenococcus*, *Tetragenococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, dan bentuk batang seperti *Carnobacterium*, *Lactobacillus*, dan *Bifidobacterium*.

Hu *et al.* (2008) melaporkan kombinasi mikroba dalam fermentasi formulasi pakan probiotik dengan kultur campuran *Lactobacillus fermentum*, *Saccharomyces cerevisiae*, dan *Bacillus subtilis* selama 30 hari meningkatkan kadar protein pakan dari 8.2% menjadi 9.2%, sedangkan konsentrasi asam asetat meningkat dari 16.6 mMol/kg menjadi 51.3 mMol/kg sehingga efektif untuk mengurangi risiko diare akibat *E. coli*. Hasil penelitian Purkan (2017) membuktikan bahwa probiotik *Lactobacillus bulgaricus* memproduksi protease selama 18 jam pertumbuhan, dengan aktivitas protease 131.04 U/mL. Probiotik *Lactobacillus bulgaricus* OD 0,6 dalam 12 jam fermentasi bisa menghidrolisis protein ampas tahu sebesar 1.48 µg/mL.

Daten dan Ardyati (2018) melaporkan hasil penelitiannya bahwa perlakuan penambahan BAL Sp.1 memengaruhi viabilitas BAL dengan penurunan dari hari ke-0 sampai 20, sedangkan penambahan *Lactobacillus pentosus* K50 dan konsorsium meningkat dari hari ke-0 sampai 20 berturut-turut 12.6×10^8 cfu/g menjadi 17.4×10^8 cfu/g dan 11.2×10^8 cfu/g menjadi 14.9×10^8 cfu/g. Pakan kontrol dan fermentasi tidak ditumbuhi bakteri *Salmonella*. Jumlah bakteri *coliform* dan kapang pada pakan terfermentasi dengan perlakuan probiotik dan bakteri konsorsium mengalami penurunan hari ke-5 sampai ke-20. Dengan penambahan BAL Sp. 1 jumlah kapang pada perlakuan mengalami fluktuasi karena meningkatnya kadar air selama proses fermentasi. Kadar lemak, karbohidrat, dan abu mengalami penurunan selama fermentasi namun

kandungan protein stabil. Penambahan probiotik pada pakan bisa menghambat pertumbuhan bakteri *coliform* dan kapang juga menjaga stabilitas nutrisi pakan.

Bahan Diskusi

Kendala umum dari budi daya ternak adalah ketersediaan pakan dan kualitas pakan yang rendah. Beberapa cara sebagai upaya untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan cara sebagai berikut:

1. Penambahan enzim dalam pakan;
2. Menerapkan teknologi silase;
3. Menerapkan teknologi amoniasi;
4. Menerapkan teknologi fermentasi mikroba;
5. Penggunaan probiotik dalam pakan.

Dari kelima cara tersebut di atas, kajilah kelebihan dan kekurangan masing-masing dalam bentuk tabel.

Soal

1. Sebut dan jelaskan perbedaan teknologi silase, teknologi amoniasi, dan teknologi fermentasi mikroba!
2. Jelaskan mekanisme kerja enzim mananase dalam mendegradasi manan!
3. Jelaskan model kerja probiotik dalam meningkatkan kualitas pakan!

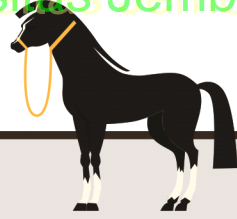
Rujukan Lebih Lanjut

Sumber buku lain yang dapat dijadikan rujukan lebih lanjut terkait materi bab ini adalah sebagai berikut:

- Dai, Z., Cui, L., Li, J., Wang, B., Guo, L., Wu, Z., & Wu, G. 2020. "Fermentation Techniques in Feed Production". *In Animal agriculture* (pp. 407--429). Cambridge: Academic Press.
- Kung Jr, L., Stokes, M. R., & Lin, C. J. 2003. "Silage Additives". *Silage Science and Technology*, 42, 305--360.
- Vohra, A., Syal, P., & Madan, A. 2016. "Probiotic Yeasts in Livestock Sector". *Animal Feed Science and Technology*, 219, 31--47.







4

Inovasi Pakan
dalam Perbaikan
Performa Ternak



Penyediaan pakan bagi ternak menjadi tantangan ketika ketersediaannya berkurang dan nutriennya tidak dapat memenuhi kebutuhan harian ternak. Biaya pakan juga menjadi sumber pembiayaan terbesar yakni mencapai 70% dalam pemeliharaan ternak. Pemanfaatan limbah pertanian dan tanaman herbal menjadi inovasi yang saat ini banyak dikembangkan untuk meningkatkan produktivitas ternak. Potensi tersebut perlu didukung oleh adanya inovasi sehingga kualitas pakan menjadi lebih baik dan dapat meningkatkan performa/produktivitas ternak. Pakan yang disediakan bagi ternak harus dapat memenuhi kebutuhan nutrisi ternak dari segi kuantitas serta kualitasnya. Inovasi yang digunakan haruslah bersifat mudah dan murah, namun dapat memperbaiki kualitas serta memperpanjang masa simpan.

Inovasi Pakan Asal Limbah Pertanian

Limbah pertanian merupakan bagian dari tanaman yang merupakan sisa dari proses produksi pertanian yang telah diambil hasil panen/hasil utamanya seperti pucuk, batang, daun, tongkol, jerami, dan lain sebagainya (Yani dan Purwanto, 2006). Beberapa limbah pertanian telah dimanfaatkan sebagai pakan ternak dan masih banyak juga yang diteliti potensinya sebagai pakan ternak.

Limbah Tauge

Salah satu hasil samping dari produk pangan kecambah kacang hijau berupa kulit kepala tauge sekitar 70% dan 30% sisanya adalah pecahan tauge dikenal sebagai limbah tauge (Gambar 16.) Ternak ruminansia mengonsumsi pakan utama berupa hijauan rumput atau leguminosa dengan kandungan serat kasar yang tinggi. Potensi limbah pertanian dan industri sebagai bahan pakan lokal sangat tinggi. Salah satu limbah pertanian yang

dapat menjadi alternatif pakan pengganti rumput adalah limbah taube. Kandungan protein yang tinggi yaitu serat kasar 49,44%; protein kasar 13–14%, dan TDN 64,65% (Purnamasari, *et al.*, 2020) dapat mengurangi penggunaan konsentrat sehingga biaya pakan menjadi lebih rendah. Beberapa penelitian telah membuktikan bahwa limbah taube mampu meningkatkan produktivitas ternak (Tabel 8).



Gambar 16. Limbah Taube

Tabel 8. Efek Pemberian Pakan Limbah Taube

Upaya	Hasil	Sumber
Pemberian limbah taube sebanyak 40% dan konsentrat 60% pada domba garut dan domba jonggol	Peningkatan efisiensi pakan dan pertambahan bobot badan harian (PBBH) domba. Profil metabolik darah (kadar total protein, kolesterol, dan glukosa darah) dalam kisaran normal.	Wijaya, <i>et al.</i> , 2016
Pemberian limbah taube sebanyak 50% dan konsentrat 50% pada domba garut dan domba ekor tipis	Respons fisiologis ternak (denyut jantung, suhu rektal dan laju pernapasan) ternak masih dalam kondisi normal.	Purnamasari, <i>et al.</i> , 2020

Pemberian limbah tauge sebanyak 50% dan konsentrat 50% pada domba ekor tipis	Dapat mensubstitusi pemberian rumpur dan memiliki palatabilitas yang baik.	Purnamasari, <i>et al.</i> , 2021
Pemberian limbah tauge fermentasi dan tidak difermentasi	Dapat digunakan sebagai pakan itik lokal.	Puspitasary, <i>et al.</i> , 2018
limbah tauge sebanyak 40% dan konsentrat 60% pada domba garut	Meningkatkan produktivitas spermatozoa semen segar domba garut.	Nurcholis, <i>et al.</i> , 2015.

Silase

Pemenuhan kebutuhan protein hewani tidak terlepas dari penggunaan pakan berkualitas. Limbah pertanian merupakan salah satu bahan pakan yang melimpah ketersediaannya pada musim panen raya sehingga perlu upaya pengawetan untuk memperpanjang daya simpan. Limbah pertanian sangat beragam jenisnya dan memiliki nilai nutrisi yang rendah utamanya kadar lignin dan selulosa yang susah dicerna sehingga perlu teknologi untuk memperbaikinya. Pemanfaatan mikroorganisme atau istilah yang sering dikenal adalah silase dapat menjadi suatu cara untuk meningkatkan pencernaan pakan asal limbah pertanian. Silase merupakan hijauan pakan ternak yang difermentasi dengan bantuan mikroorganisme pada kondisi penyimpanan tanpa udara atau anaerob (Abdullah, 2017) yang dapat diaplikasikan pada limbah pertanian. Kandungan asam organik dan bakteri asam laktat (BAL) dan penurunan pH menjadi kondisi asam (rendah) pada produk silase dapat menghambat tumbuhnya bakteri patogen (Bestari *et al.*, 2000; Haryanto *et al.*, 2004; Thalib *et al.*, 2000).

Penggunaan antibiotik saat ini sudah tidak diperbolehkan karena menyebabkan resistensi sehingga penggantian antibiotik dengan bahan aditif lain mulai dilakukan. Salah satu di antaranya adalah probiotik yang merupakan mikroorganisme hidup yang berperan meningkatkan kinerja sistem pencernaan. Menurut FAO (2002), konsumsi probiotik dalam jumlah yang cukup dapat bermanfaat terhadap kesehatan konsumen.

Probiotik telah banyak dimanfaatkan sebagai stimulasi sistem kekebalan (Isolauri dan Salmien, 2008). Probiotik golongan Bakteri Asam Laktat (BAL) seperti *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium* (Collins dan Gibson, 1999) dapat meningkatkan kesehatan ternak dengan memproduksi asam asetat, asam laktat, hidrogen peroksida dan bakteriosin, dan senyawa penghambat pertumbuhan bakteri lainnya sebagai senyawa antimikroba (Suryono, 2003).

Bakteri patogen yang terdapat pada tubuh ternak dapat menurunkan produktivitas ternak bahkan kematian. Kandungan asam organik dan bakteri asam laktat (BAL) pada silase mampu menurunkan dan menghambat pertumbuhan bakteri patogen. Bakteri Asam Laktat (BAL) merupakan bakteri fakultatif anaerobik yang mampu tumbuh dalam kondisi dengan atau tanpa oksigen. Bakteri asam laktat tergolong sebagai mikroorganisme yang aman untuk dijadikan sebagai aditif karena tidak menghasilkan toksin atau bersifat tidak toksik (Holzapfel *et al.*, 2001). Pakan yang difermentasi oleh BAL dapat mencegah kontaminasi dari *Salmonella sp* (Van Winsen *et al.*, 2002). BAL dalam silase mampu menghambat pertumbuhan bakteri-bakteri pembusuk seperti *Clostridia* dan bakteri patogen seperti *Escherichia coli*, (Bach *et al.* 2002; McDonald *et al.* 1991; Duniere *et al.* 2011).

Aplikasi teknologi pengolahan pakan berupa silase tidak hanya mengawetkan bahan pakan dan memperpanjang umur simpan akan tetapi juga memperoleh BAL dan asam-asam organik sebagai *feed additive* (Nahrowi dan Ridla, 2011). Silase mengandung BAL yang dapat digunakan sebagai probiotik ternak. Produksi protein bakteriosin mampu menghambat tumbuhnya bakteri lain. Bakteri asam laktat, seperti *Lactobacillus* mampu menghambat bakteri patogen yang dapat menurunkan kandungan nutrisi pakan sehingga mampu memelihara kesehatan dan meningkatkan daya tahan tubuh ternak.

Silase dapat disimpan selama bertahun-tahun dengan syarat kondisi penyimpanan yang masih anaerob, rapat, dan tidak ada kebocoran (Lubis, 1963). Keberhasilan pembuatan silase

dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti sifat fisik dan kimia hijauan yang digunakan, jumlah bakteri asam laktat, dan lingkungan (Tatra, 2010). Secara alamiah, mikroorganisme seperti bakteri asam laktat dapat tumbuh sendiri secara perlahan-lahan. Proses percepatan dalam pengolahan silase dapat dilakukan dengan menambahkan mikroorganisme pembentuk asam ke dalam hijauan yang akan difermentasi. Beberapa bakteri anaerobik, seperti *Clostridium*, *Syntrobacter wolinii*, dan *Syntrophomonas wolfei* mampu tumbuh dan berkembang dalam kondisi asam (Sim, 2005).

Beberapa penelitian menyebutkan bahwa pembuatan silase dapat dilakukan dengan bantuan bioaktivator yang berasal dari cairan rumen atau inokulum dari isolat bakteri anaerob dari cairan rumen (Sasongko dan Sugoro, 2004; Bestari *et al.*, 2000). Fermentasi hijauan pakan/Silase dapat meningkatkan kualitas nutrisi hijauan dan pencernaan hijauan pakan, seperti jerami padi dan jerami jagung (Thalib *et al.*, 2000; Bestari *et al.*, 2000; Haryanto *et al.*, 2004). Menurut Wina (2005), teknologi pemanfaatan mikroorganisme lokal sudah mulai dikenal di Indonesia dan berdampak positif bagi peternak dan ternak yang dipelihara.

CF Blok

Hijauan rumput dan leguminosa merupakan pakan utama ternak ruminansia dengan kandungan serat kasar yang tinggi. Penambahan konsentrat sebagai pakan penguat dilakukan supaya produktivitasnya meningkat. Pemberian pakan hijauan dan konsentrat menghasilkan produktivitas ternak domba yang baik (Mulyaningsih, 2006). Keterbatasan rumput karena semakin terbatasnya lahan untuk pertanian dan ladang penggembalaan peternakan serta mahalnya harga konsentrat perlu pertimbangan dalam memperoleh alternatif pakan yang berfungsi sebagai pengganti rumput dengan kandungan serat kasar tinggi dan pengganti konsentrat dengan kandungan protein tinggi serta harganya yang murah dengan tujuan peningkatan produktivitas ternak ruminansia.

Pakan dalam budi daya ternak merupakan faktor utama dalam menunjang produktivitas dan biaya pemeliharaan tertinggi, mencapai 60--70%. Efisiensi biaya pemeliharaan dari faktor pakan dapat dilakukan dengan pemanfaatan limbah organik pasar dan limbah industri pertanian yang didukung oleh teknologi dan formulasi ransum yang tepat sehingga peternak dapat memperoleh pakan dengan harga murah namun berkualitas. Beberapa penelitian telah dilakukan pada ternak dengan memberikan pakan asal limbah pasar dan limbah industri pertanian dengan hasil biaya pemeliharaan yang menurun dan produktivitas ternak yang meningkat. Limbah pertanian dan limbah pasar berpotensi diolah menjadi wafer pakan ternak dengan masa simpan yang berbeda-beda tergantung dari bahan-bahan yang diolah (Retnani *et al.*, 2009). Formulasi pakan komplit dari berbagai bahan pakan lokal mampu menurunkan *feed cost per gain* dibandingkan dengan penggunaan bahan pakan impor (Purbowati *et al.* 2009). Wafer pakan komplit asal limbah agroindustri sebagai pakan kambing PE juga menghasilkan kualitas susu yang lebih baik dengan kandungan laktosa, protein, dan lemak susu yang meningkat, serta tidak mengganggu fisiologis pencernaan ternak (Utari *et al.*, 2012; Indayani, 2014).

Sampah organik yang dihasilkan oleh pasar tradisional yang melimpah dan tidak termanfaatkan secara optimal dapat menimbulkan permasalahan lingkungan dan berdampak pada kondisi kesehatan masyarakat yang kurang sehat. Salah satu penanganan yang dapat dilakukan adalah dengan mengolahnya menjadi pakan ternak (Rahayu dan Pradana, 2018). Limbah pasar tradisional berupa sayur, buah, dan umbi memiliki kandungan nutrisi yang dapat dimanfaatkan oleh ternak utamanya ternak ruminansia. Limbah-limbah tersebut memiliki masa simpan yang sangat pendek karena kondisinya yang segar sehingga perlu teknologi untuk pengawetan dan peningkatan nilai nutrienya.

Pakan tambahan yang mendukung pertumbuhan dan perkembangan ternak berupa konsentrat dengan kandungan

protein dan energi yang seimbang biasa diberikan pada sistem budi daya ternak ruminansia (sapi, kambing, dan domba) di samping pakan utama berupa rumput dan hijauan sebagai sumber serat dan energi. Umumnya konsentrat berbentuk *mash*/tepung sehingga mudah tercecer dan berdebu yang berakibat kurang optimal dan efisien digunakan serta debu yang dihasilkan dapat mengganggu sistem pernafasan. Salah satu inovasi pakan komplit “CF-Blok” atau *complete feed block* berbasis limbah organik pasar dan limbah industri pertanian merupakan campuran pakan sumber serat dan sumber protein yang dikemas dalam pakan komplit yang berbentuk blok dengan kandungan nutrisi yang lengkap sesuai kebutuhan ternak ruminansia.

Tabel 9. Komposisi Bahan Pakan CF-Blok

Jenis Bahan Baku Penyusun Pakan	Komposisi (%)
Limbah sayur	20
Daun lamtoro	20
Pollard	23
Gaplek	10
Jagung	10
Limbah kulit kopi	10
Molasses	5
Urea	1
Premix	1
Total	100
Hasil Analisis proksimat	
BK (%)	51,74
Protein (%)	13,28
SK (%)	15,74
TDN (%)	67,34

Sumber: Purnamasari, et al., 2020 (unpublish)



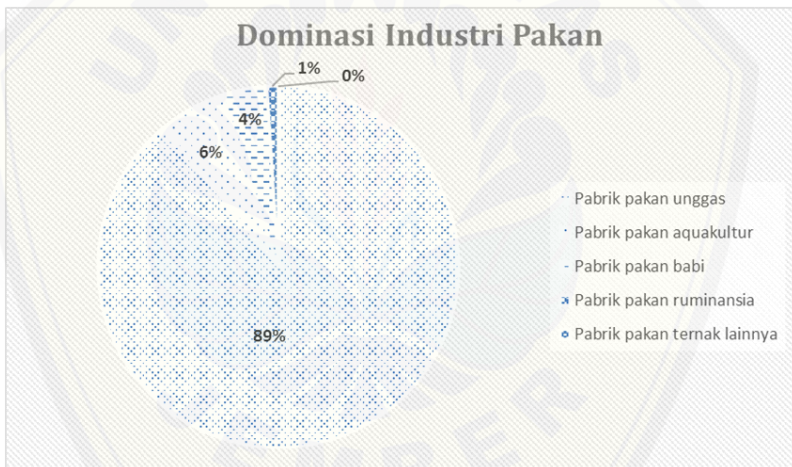
Gambar 17. CF-Blok

Dalam proses pembuatan CF-Blok, pakan yang sudah terformulasikan sesuai kebutuhan ternak difermentasi selama 21 hari di dalam silo kemudian dilakukan pencetakan menjadi CF-Blok. Produk pakan CF-Blok berukuran 5 cm x 5 cm x 3 cm. Fermentasi merupakan proses degradasi senyawa organik menjadi sederhana dengan bantuan mikroorganisme (Zakariah, 2012). Energi yang dihasilkan dari proses penguraian senyawa organik dan substrat diubah menjadi produk baru oleh mikroba (Madigan *et al.*, 2011; Muhiddin, 2001). Proses fermentasi membuat nilai gizi bahan berkualitas rendah menjadi meningkat, mengawetkan bahan pakan, dan menurunkan atau menghilangkan antinutrisi/racun dalam bahan pakan (Fardiaz, 1992). Penambahan mikroorganisme dalam proses fermentasi berguna untuk mempercepat proses fermentasi (Purnamasari, *et al.* 2020)

Produk pakan CF-Blok dapat meningkatkan produktivitas ternak, memperbaiki lingkungan, meningkatkan kesejahteraan peternak, menurunkan biaya pemeliharaan dari faktor tenaga kerja yang lebih rendah dikarenakan tingkat kebersihan kandang yang lebih tinggi serta efisiensi dan optimalisasi penggunaan pakan yang lebih baik. Inovasi CF-blok dapat mengoptimalkan pemanfaatan limbah organik pasar dan limbah industri pertanian sehingga dapat mengurangi permasalahan lingkungan

serta dapat mengatasi kurangnya sumber pakan pada musim kemarau. Bentuknya yang padat dapat mempermudah pengaplikasian dan penyimpanan. Selain itu, CF-Blok juga memiliki umur simpan yang panjang dan tempat simpan yang lebih efisien dibanding dengan hijauan segar maupun konsentrat

Pakan ternak komersial saat ini dikuasai oleh perusahaan yang modalnya besar dan modal asing dengan pangsa pasar kurang lebih 80% (Retnani, 2015). Peningkatan jumlah pabrik pakan di Indonesia dari tahun ke tahun juga didominasi oleh industri pakan ternak termasuk Japfa Comfeed, Charoen pokphand, Sierad Produce, CJ Feed, Gold Coin, dan Sentra Profeed dengan bahan baku pakan yang masih bergantung pada impor (Data Consult, 2008).



Gambar 18. Dominasi Industri Pakan

Sumber: Retnani (2015)

Peluang usaha bisnis pakan ternak utamanya ternak ruminansia sangat besar. Pakan merupakan kebutuhan utama dalam pemeliharaan ternak. Peningkatan kebutuhan pakan dari tahun ke tahun dengan dominasi pakan unggas dan sedikit dari pakan ruminansia yaitu sekitar 3%. Inovasi pakan komplit “CF-Blok” berbasis limbah organik pasar dan limbah industri pertanian merupakan campuran pakan sumber serat dan sumber

protein yang dikemas dalam pakan komplit yang berbentuk blok dengan kandungan nutrisi yang lengkap sesuai kebutuhan ternak ruminansia.

Maggot

Protein merupakan salah satu sumber nutrisi utama dalam pakan yang berperan dalam proses pertumbuhan, perkembangan, dan produktivitas ternak. Tepung ikan sumber utama protein hewani pakan dan bungkil kedelai sebagai sumber protein nabati merupakan bahan pakan yang digunakan oleh sebagian besar industri pakan. Bahan pakan tepung ikan dan bungkil kedelai di Indonesia masih sulit didapatkan sehingga masih impor dari beberapa negara lain (Suprijatna *et al.* 2012). Pada 2015 impor kedelai mencapai 3.642.471 ton atau 75% dari kebutuhan Nasional (Kementan 2015). Menurut KKP (2015), impor untuk tepung ikan mencapai 71.541 ton atau 33% dari kebutuhan Nasional.

Pakan asal serangga memiliki kandungan protein yang tinggi sehingga dapat menjadi pakan protein alternatif. Keuntungan pemanfaatan serangga sebagai bahan pakan yaitu mampu mengurangi hama tanaman, polusi, dan sangat potensial dikembangkan. Beberapa serangga yang berpotensi menjadi pakan sumber protein alternatif, antara lain jangkrik, ulat hongkong, dan *Black Soldier Fly* (BSF/*Hermetia illucens*). BSF dapat dijadikan sebagai pilihan dalam menyediakan pakan sumber protein karena lalat ini mudah dikembangbiakkan dan merupakan salah satu jenis bahan pakan alami yang memiliki protein tinggi (Katayane *et al.*, 2014).

Black Soldier Fly (BSF) (*Hermetia illucens*) merupakan lalat berordo Diptera yang termasuk dalam keluarga *Stratiomyidae* (Rachmawati, *et al.*, 2010). Lalat ini banyak ditemukan di wilayah beriklim tropis dan subtropis (46° LU–42° LS). Siklus hidupnya terdiri dari lima fase, yaitu telur, maggot, prepupa, pupa, dan dewasa yang berlangsung sekitar 38–24 jam (Martínez-Sánchez *et al.*, 2011). Larva BSF biasa dikenal dengan istilah

maggot merupakan organisme yang berasal dari telur lalat *black soldier* (*Hermetia illucens*) yang mengalami metamorfosis fase kedua setelah fase telur dan sebelum fase pupa yang akan menjadi lalat dewasa. Larva BSF dapat menjadi alternatif pilihan dalam menyediakan pakan sumber protein karena mudah ditemukan, dibudidayakan, tidak berbahaya bagi ternak seperti ikan dan unggas. Larva BSF dapat menjadi pakan yang tidak berkompetisi dengan kebutuhan manusia dan dapat memanfaatkan berbagai jenis limbah dalam media perkembangbiakannya, seperti kelapa sawit dan ampas tahu (Murni & Septianingsih, 2015).

Siklus hidup BSF yaitu holometabola, dimulai dari telur yang berbentuk oval dengan panjang kurang dari 1 mm, berwarna putih pucat dan berubah menguning secara berangsur-angsur sampai waktu tetas tiba. Telur menetas menjadi larva dalam waktu tiga hari pada suhu 24°C (Rachmawati, 2010). Larva BSF memiliki bentuk tubuh oval, pipih, dengan panjang sekitar 12--17 mm, memiliki sebelas segmen tubuh dengan sejumlah rambut melintang. Larva BSF mendapatkan energi untuk hidupnya salah satunya dari ekskreta atau kotoran ayam yang masih bernilai nutrisi.



(a)



(b)

Gambar 19. (a) maggot segar, (b) maggot kering

Pemanfaatan pakan menggunakan larva BSF dapat mengurangi dampak negatif limbah dari penggunaan pakan komersial. Kandungan protein larva BSF yaitu 41,99–51,49% (Purnamasari, *et al.*, 2019) lemak 29,65%, serat kasar 18,82,

abu 8,70%, dan kadar air 10,79%. Kandungan nutrisi pakan maggot potensial sebagai sumber protein alternatif. Kandungan asam lemak linoleat pada tepung larva BSF lebih tinggi daripada tepung ikan (Rachmawati dan Samidjan, 2013), sedangkan kandungan linoleat pada maggot segar pada penelitian Wardhana (2016) yaitu sebesar 0,70%.

Larva BSF mampu berkembang dalam lingkungan ekstrim seperti sampah atau media dengan kandungan alkohol, garam, asam, dan amonia. Karakter lain dari larva BSF di antaranya yaitu dapat mereduksi sampah organik, mampu hidup pada pH tinggi dan tidak membawa gen penyakit. Larva BSF juga banyak digunakan sebagai bahan baku pakan ternak maupun bahan baku pakan ikan karena mengandung antimikroba dan antijamur. Antimikroba dan antijamur yang terdapat pada larva BSF berefek pada daya tahan tubuh ternak yang meningkat dan terhindar dari serangan penyakit jamur dan bakterial (Saurin, 2005).

Inovasi Pakan Asal Tanaman Herbal

Fitobiotik

Efisiensi pemberian pakan pada ternak mampu meningkatkan produktivitas ternak serta menurunkan biaya produksi sehingga lebih menguntungkan. Upaya yang dapat dilakukan dalam peningkatan efisiensi pakan yaitu dengan pemanfaatan *feed additive*. Menurut Adams (2000), *feed additive* dapat meningkatkan kesehatan ternak dan memenuhi kebutuhan nutrisi serta meningkatkan produktivitas ternak. *Feed additive* yang sudah biasa digunakan secara luas di seluruh dunia adalah antibiotik. Akan tetapi, penggunaannya saat ini mulai ditinggalkan karena dikhawatirkan akan menghasilkan residu antibiotik pada produk ternak, yang dapat berakibat pada alergi bagi konsumen, terganggunya keseimbangan mikroorganisme saluran pencernaan, dan resistensi mikroorganisme terhadap antibiotik (Mellor, 2000).

Secara tradisional, tumbuhan obat telah dikenal berkhasiat dalam pencegahan penyakit pada manusia serta diyakini dapat dimanfaatkan sebagai aditif pakan alami multifungsi (*multi-function phytobiotic*/MFP). Pemanfaatan *feed additive* alami (fitobiotik) pada pakan ternak dapat menggantikan penggunaan antibiotik. Keuntungan yang diperoleh dari campuran pakan mengandung fitobiotik di antaranya dapat menghambat tumbuhnya bakteri patogen di dalam pakan dan meningkatkan bakteri nonpatogen. Bakteri nonpatogen mampu menyekresikan enzim yang dapat mencerna serat kasar, protein, lemak, dan dapat mendetoksifikasi racun (Sjofjan, 2003) sehingga membantu proses pencernaan pakan pada ternak, dan dapat dimanfaatkan secara optimal untuk pertumbuhan. PH dan mikroflora saluran pencernaan juga lebih seimbangan, memperbaiki konversi pakan; pencernaan zat-zat makanan meningkat, kekebalan tubuh, dan performans reproduksi; bobot badan, menurunkan angka kesakitan (*morbidity*) dan kematian (*mortality*); serta mencegah dan mengobati penyakit ternak-ternak domestikasi (Ulfah, 2006).

Tumbuhan obat yang sudah dikenal memiliki efek antiinflamasi di antaranya yaitu daun saga (*Abrus precatorius* Linn), minyak kayu putih (*Eucalyptus sp.*), dan rimpang kencur (*Kaempferia galanga* Linn). Metabolit sekunder sebagai bahan aktif dari tumbuhan obat yang berperan penting bagi kelangsungan hidup suatu spesies tanaman dalam perjuangan menghadapi spesies-spesies lain. Metabolit sekunder yang dihasilkan dari satu tanaman biasanya lebih dari satu jenis (phytoalexins, asam organik, minyak atsiri, dan lain-lain) sehingga memungkinkan dalam satu tanaman memiliki lebih dari satu efek farmakologi. Beberapa jenis bahan aktif yang dikombinasikan menunjukkan efektivitas kerja yang lebih tinggi dibandingkan penggunaan bahan aktif tunggal (Günther dan Ulfah, 2003).

Tabel 10. Hasil Pemberian Fitobiotik pada Ternak

Upaya	Hasil	Sumber
Pemberian minyak atsiri dari jahe gajah dan temu putih.	Pertumbuhan bakteri <i>Escherichia coli</i> dan <i>Salmonella sp</i> dapat dihambat pada saluran pencernaan unggas.	Rohma, et al., 2019
Kombinasi fitobiotik air minum sebanyak 20 cc/l air minum dari ekstrak daun kelor, daun lidah buaya, daun pepaya, daun sirih, dan daun serai.	Peningkatan efisiensi penggunaan pakan yaitu (4,98 Kg/ekor/minggu) dan peningkatan pertambahan bobot badan (0,84 Kg/ekor/minggu pada ayam KUB.	Sami, 2019
Fitobiotik asal Tepung Kulit Bawang Putih dan Tepung Kulit Bawang Merah dengan penambahan <i>Lactobacillus sp.</i>	Bobot relatif dan bobot karkas kalkun meningkat.	Yunianto dan Sukamto, 2019
Pemberian tepung Ashitaba dalam ransum puyuh jantan	Mampu meningkatkan bobot potong dan menurunkan angka konversi pakan.	Oktaviana et al., 2020
Tepung batang brotowali (<i>Tinospora crispa.L.</i>) pada ransum	Mampu meningkatkan pertambahan bobot badan dan memperbaiki FCR ayam broiler.	Armayanti et al., 2021
Campuran fitobiotik dari daun kelor, tepung kunyit, dan jahe pada pakan ayam layer/petelur sebanyak 2%.	Konsumsi pakan, produksi telur harian dan IOFC ayam ras layer/petelur meningkat.	Rahmawati dan Irawan, 2020

Bahan Diskusi

Bagaimana proses pengolahan pakan sehingga mampu meningkatkan nilai nutrient pakan dan menurunkan dampak negatif pada lingkungan? Jelaskan keuntungan yang didapatkan dari pemanfaatan bahan pakan lokal sebagai pakan ternak! Sebutkan contoh bahan pakan lokal tersebut.

Soal

1. Jelaskan apa yang dimaksud silase dan bagaimana proses pengolahannya?
2. Inovasi pakan apa saja yang dapat dilakukan untuk meningkatkan *nutrient* pakan?
3. Jelaskan yang dimaksud *feed additive*!
4. Bahan apa yang dapat digunakan sebagai fitobiotik dan bagaimana dampaknya bagi ternak? Beri contoh lain selain yang sudah disampaikan dalam buku!
5. Sebutkan bahan pakan lokal potensial yang dapat digunakan sebagai pakan ternak beserta penjelasannya!

Rujukan Lebih Lanjut

Sumber buku dari negara lain mengenai inovasi pakan dalam perbaikan performan ternak berikut dapat menjadi rujukan lebih lanjut materi bab ini:

- Utomo, Ristiano, dkk. 1999. *Bahan Pakan dan Formulasi Ransum Ternak*. Yogyakarta: UGM Press.
- Utomo, Ristiano, dkk. 2015. *Konservasi Hijauan Pakan dan Peningkatan Kualitas Bahan Pakan Berserat Tinggi*. Yogyakarta: UGM Press.
- Retnani, Yuli. 2011. *Proses Produksi Pakan Ternak*. Bogor: Ghalia Indonesia.
- Retnani, Yuli, dkk. 2015. *Teknik Membuat Biskuit Pakan Ternak dari Limbah Pertanian*. Jakarta: Penebar Swadaya.



5

Pakan
Imunomodulator
dan Agen
Antimikrobia Alami



Pakan dengan kandungan senyawa yang dapat meningkatkan imunitas tubuh maupun kemampuan aktivitas antimikrobia alami sangat potensial dimanfaatkan dalam usaha peternakan. Pemberian pakan jenis ini memiliki banyak keuntungan, baik efektivitas dalam performa ternak maupun efisiensi biaya penanganan kesehatan. Proses metabolisme dan penyerapan nutrisi pakan dalam tubuh ternak yang sehat akan berjalan secara optimal.

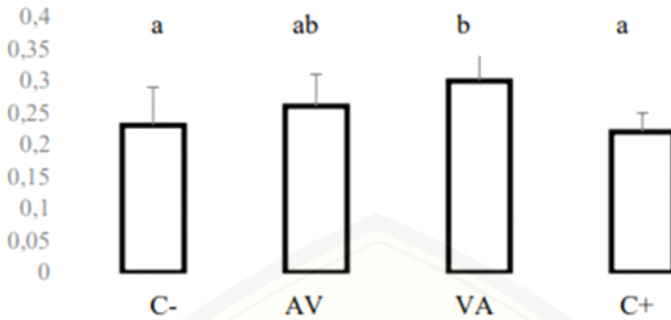
Imunomodulator dalam pakan bekerja dengan mekanisme peningkatan sistem imun tubuh ternak dalam menghadapi agen penyakit. Pemberian agen imunomodulator dapat dilakukan sebagai preventif maupun *treatment*. Agen preventif atau yang disebut sebagai perlakuan pencegahan berjalan dengan mekanisme peningkatan imunitas sebelum adanya serangan penyakit. Sistem imun yang telah siap akan lebih memudahkan dan mempercepat tubuh melawan penyakit. Perlakuan pemberian pakan imunomodulator setelah ternak mengalami sakit disebut sebagai *treatment* atau pengobatan.

Aktivitas antibakterial alami dimodulasi dari bahan aktif yang terkandung dalam pakan. Mekanisme pembunuhan agen penyakit baik bakteri, virus, mikal, dan lainnya tergantung dengan jenis zat aktif yang berperan. Efek sinergitas antar zat aktif memberikan peran dan fungsi bahan pakan dengan kandungan antibakterial menjadi lebih optimal.

Virgin Coconut Oil (VCO)

Imunomodulator sebagai agen preventif terbukti memiliki efektivitas yang lebih baik (Gambar 20) sebagaimana ditunjukkan oleh hasil penelitian Widianingrum dan Salasia (2021). Dalam penelitian tersebut, *Virgin Coconut Oil* (VCO) dianalisis sebagai suplemen dalam mengatasi infeksi akibat *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*). Berdasarkan parameter proliferasi limfosit dan aktivitas *superoxide dismutase*, VCO menunjukkan kemampuannya sebagai imunomodulator. VCO dalam penelitian

ini berperan sebagai hepatoprotektan dan nephroprotektan, berdasarkan pengamatan histopatologi organ hati dan ginjal.



Gambar 20. Proliferasi Limfosit pada Tikus Percobaan yang Diinfeksi *Staphylococcus aureus*. C-: kontrol negatif, AV: efek pengobatan VCO, VA: efek preventif VCO, C+: kontrol positif

Sumber: Widianingrum dan Salasia, 2021

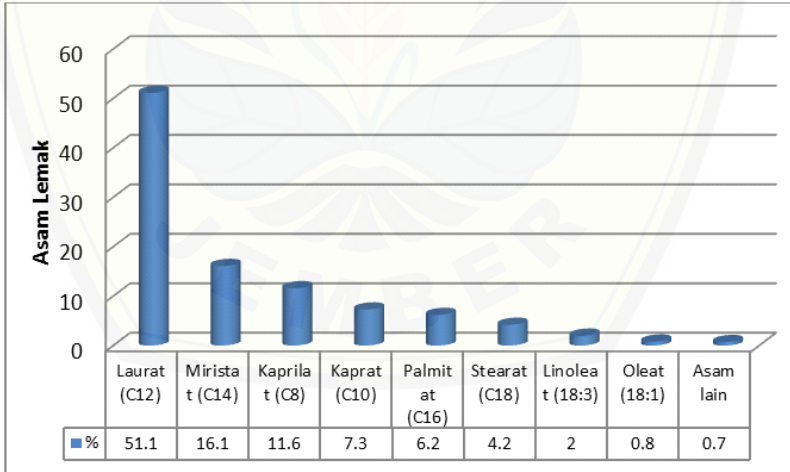
Kelompok VA (perlakuan preventif) memiliki aktivitas proliferasi limfosit tertinggi. Mekanisme pemberian VCO sebagai imunomodulator adalah zat penting VCO (asam lemak esensial) memodulasi proliferasi limfosit (Yuniwati *et al.*, 2012), meningkatkan titer antibodi, aktivitas fagositosis makrofag, peningkatan jumlah limfosit, CD4, CD8, dan heterofil (Yuniwati, 2012). Larutan VCO dalam penelitian lain dilaporkan mampu memperbaiki jaringan kulit yang luka dan mempercepat kesembuhan dengan aplikasi topikal (Fauzi *et al.*, 2012).

Prinsip VCO dalam meningkatkan sistem imun tubuh adalah optimalisasi kerja makrofag. Potensi VCO dalam meningkatkan kemampuan fagositosis makrofag peritoneal mencit (*Mus musculus*) terhadap *S. aureus* kami teliti dalam Widianingrum dan Salasia (2021). Penambahan VCO pada studi *in vitro*, mampu meningkatkan aktivitas fagositosis makrofag mencit. Berdasarkan pengamatan diketahui bahwa persentase tertinggi bakteri yang difagosit ditemukan pada dosis VCO 200 μ L. Penambahan VCO melebihi dosis optimal kemungkinan mengganggu aktivitas makrofag sehingga jumlah

bakteri yang difagosit jauh lebih rendah dibanding dengan perlakuan yang lain.

VCO memfasilitasi proses fagositosis dengan berbagai mekanisme di antaranya aktivitas langsung sebagai antimikroba, merusak dinding sel bakteri, inaktivasi enzim, maupun denaturasi protein sel. Mekanisme kerja ini merupakan cara kerja asam lemak rantai panjang pada umumnya. Sel hospes melalui proses endositosis *receptor-mediated*, pinositosis, dan fagositosis (menelan agen penyakit). VCO juga memodulasi sel fagosit untuk lebih mengenali sel penyakit seperti kinerja opsonin sehingga penambahan VCO akan memberikan efek peningkatan aktivitas fagositosis.

Peningkatan aktivitas SOD (% Hambatan) dilaporkan sebagai efek positif dari pemberian VCO. Pemberian VCO sebagai agen preventif memberikan respons tubuh optimal tiga minggu paskainfeksi (Widianingrum dan Salasia, 2021). Kandungan VCO disajikan pada Gambar 21.



Gambar 21. Kandungan Asam Lemak dalam VCO

Sumber: VCO Komersil Produksi Dr. Iip Izul Falah (UGM)

Kandungan asam lemak dengan jumlah C lebih dari 12 dan kurang dari sama dengan 18 merupakan golongan *medium chain fatty acid* (MCFA). Asam lemak ini, selain memodulasi

sistem imun, juga memiliki peran sebagai antibakteri. Mekanisme VCO sebagai antibakteri dapat secara langsung maupun melalui perubahan asam lemak dalam tubuh.

VCO sebagai antibakteri secara langsung kami laporkan dalam Widianingrum *et al.*, (2019a). Dalam penelitian tersebut, diketahui bahwa *whole* VCO tanpa proses ekstraksi mampu menghambat pertumbuhan bakteri *S. aureus* dengan metode uji sensitivitas dilusi. VCO mampu memberikan memberikan daya hambat pertumbuhan *S. aureus* mulai dari dosis 250 μ L.

Mekanisme pembunuhan bakteri oleh VCO dengan merusak permukaan dinding sel *S. aureus*. Struktur dan fungsi asam laurat dalam VCO mirip dengan penyusun dinding sel bakteri. Kemiripan ini mempermudah VCO untuk melapisi sel bakteri kemudian dapat merusak dinding sel. Mekanisme yang lain yaitu gangguan permeabilitas dinding sel bakteri, metabolisme, transport nutrisi dalam sel bakteri, serta perubahan morfologi sel.

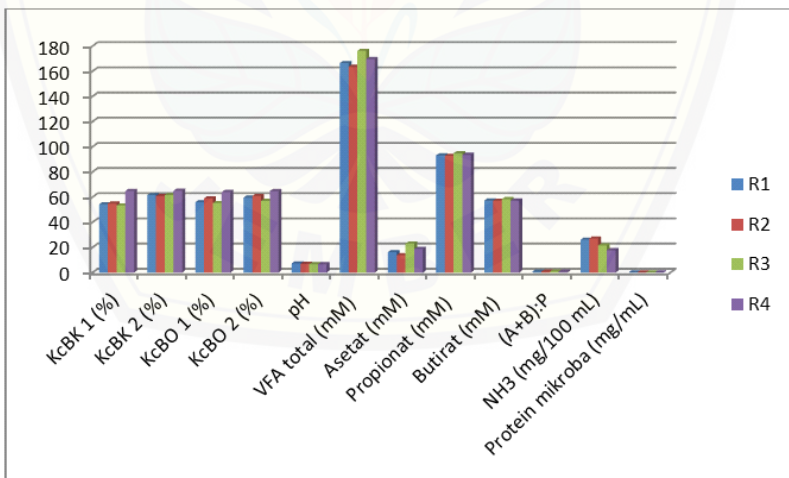
Mekanisme VCO sebagai antimikrobia secara tidak langsung, diketahui bahwa asam laurat di dalam tubuh diubah menjadi senyawa monolaurin, sedangkan asam kaprilat menjadi monokaprin. Senyawa hasil perubahan tersebut yang memiliki efek antibakteri. Efek yang lain juga telah dilaporkan seperti efektivitasnya dalam melawan virus dan protozoa (Tangwatcharin dan Khopaibool, 2012). Asam laurat termasuk ke dalam lemak jenuh (ikatan tunggal). Lemak jenuh memiliki keunggulan di antaranya meningkatkan *high density lipoprotein* (HDL), menyimpan asam lemak omega-3 yang terelongasi, menurunkan kadar lipoprotein aterogenik darah, tidak menghambat pengikatan insulin, serta tidak mengganggu fungsi enzim. Asam kaprat juga memiliki sifat antimikrobia; diubah menjadi monokaprat dan dapat digunakan untuk obat penyakit reproduksi akibat bakteri *Neisseria gonorrhoeae* serta akibat virus HSV-2 dan HIV- 1.

Sihombing *et al.* (2014), melaporkan penggunaan VCO dengan dosis 0,5% asam laurat mampu menghambat

pertumbuhan *S. aureus*. Huang *et al.* (2014) mengevaluasi aktivitas antimikrobal asam laurat terhadap *P. acnes*, *S. aureus* dan *S. Epidermidis*, diketahui bahwa asam laurat asal VCO memiliki kemampuan 15 kali lebih kuat dibanding *benzoyl peroxide* (BPO).

Pemberian VCO secara langsung tidak dapat diterapkan pada ternak ruminansia. Hal ini disebabkan larutan VCO dapat menyelimuti bolus pakan sehingga menghambat kinerja mikrobia dalam mencerna pakan. Selain itu, VCO mungkin dapat mengganggu mikrobia rumen secara langsung yang dapat menurunkan tingkat pencernaan pakan. Biohidrogenasi juga merupakan alasan pentingnya proteksi penggunaan VCO pada ruminansia. Penambahan VCO secara langsung terbukti menurunkan bobot badan domba (Noviandi, tidak dipublikasikan).

Penelitian kami dalam Widianingrum *et al.* (2019b) mengamati efek proteksi VCO menggunakan formaldehid secara *In vitro* (Gambar 22).



Gambar 22. Nilai pencernaan *in vitro* dan kondisi rumen terhadap ransum dengan suplemen VCO

Sumber: Widianingrum *et al.*, 2019b

R1 = ransum kontrol, R2 = ransum kontrol+formalin 2%, R3 = ransum kontrol+VCO, R4 = ransum kontrol+formalin 2%+VCO, KcBK = pencernaan bahan kering, KcBO = pencernaan bahan organik, (A+B):P = (asetat+butirat):propionat

Berdasarkan hasil penelitian, tidak ada efek penurunan pencernaan bahan pakan dengan penambahan VCO secara *in vitro*. Ransum dengan kontrol formalin (R2) juga tidak memberikan efek bahaya, berdasarkan pengamatan *in vitro*. Namun demikian, untuk keamanan produk pangan sebaiknya dilakukan penelitian dengan agen proteksi maupun metode lain yang lebih aman. Pemberian VCO terproteksi dalam studi ini memberikan hasil pencernaan bahan organik dalam pencernaan rumen (KCBO I) tertinggi, kondisi pH, VFA, NH₃ dan protein mikrobial yang kondusif untuk pencernaan secara biologis dalam rumen.

Dalam studi lain, penambahan suplemen VCO menurunkan populasi protozoa sehingga terjadi penurunan metan sebesar 2–8%. Namun demikian, kondisi ini tidak signifikan mengubah kondisi lingkungan dalam rumen (Sondach *et al.*, 2015). Proses proteksi VCO menggunakan tanin berpotensi memperbaiki pemanfaatan N pakan pada saat laktasi melalui penurunan NH₃ dan tidak mengganggu aktivitas protozoa (Yang *et al.*, 2016).

Tingginya angka perbandingan (asetat + butirat) : propionat menunjukkan bahwa formula ini bagus untuk meningkatkan produksi maupun kualitas ternak perah. Pakan dengan penambahan VCO (R3 dan R4) dengan perbandingan (asetat + butirat) : propionat tinggi mengonfirmasi bahwa penambahan VCO selain dapat meningkatkan imunitas tubuh, juga sangat disarankan digunakan dalam pakan peternakan perah. Konsumsi VCO mampu meningkatkan produksi susu (10,62%) dan asam lemak susu (9,2–9,6%). Hal ini dilaporkan bahwa VCO memiliki *anti-analgesic* yang dapat menciptakan efek relaksasi sehingga produksi susu meningkat (Astuti *et al.*, 2015).

Penggunaan MCFA dan monoesternya telah banyak dipatenkan dalam produk kosmetik, obat maupun makanan.

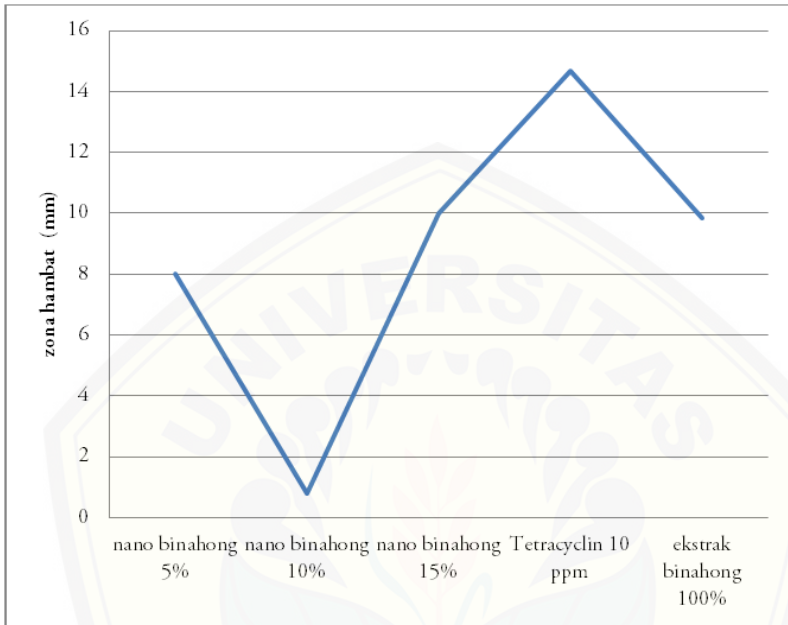
Formulasi asam lemak C8 sampai C14 memiliki efek antimikrobia. Penelitian Soo-Peng *et al.* (2016) tentang aktivitas antimikrobia VCO yang diproduksi secara enzimatik (*enhanced VCO*). Berdasarkan hasil penelitian tersebut, *enhanced VCO* terbukti dapat membunuh *S. aureus* dan *Mycoplasma bovis* lebih efisien dibanding antibiotik komersial Mastivet.

Daun Binahong

Daun binahong [*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis] memiliki zat antimikrobia alami seperti flavonoid, steroid, alkaloid, saponin, fenol, dan terpenoid. Pemanfaatan bagian lain dari tumbuhan ini, seperti batang, bunga, dan umbi sebagai antibakteri sangat dapat dikembangkan. Berdasarkan pengamatan Widodo *et al.* (2020) diketahui bahwa daun binahong 4% mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Salmonella sp.*, *Escherichia coli*, dan *Lactobacillus sp.* Kemampuan ini setara dengan penggunaan antibiotik Tetrasiklin dengan dosis 10 ppm. Temuan ini memberikan pencerahan bagi bidang kesehatan. Potensi bahan alami sebagai pengganti antibiotik merupakan solusi masalah besar yang tengah terjadi di seluruh dunia. Munculnya galur resistensi yang dilaporkan Widianingrum, *et al.* (2016) memberikan tanda bahaya penggunaan antibiotik telah nyata terjadi di Indonesia. Dampak luas dari ternak, produk ternak, hingga kesehatan konsumen menjadi titik berat permasalahan ini di kancah global.

Beberapa mekanisme kerja kandungan binahong kami ringkas berdasar beberapa sumber. Alkaloid mengganggu komponen peptidoglikan pada sel bakteri sehingga dinding sel tidak utuh. Gangguan ini dapat menyebabkan kematian sel (Darsana *et al.*, 2012). Saponin mengikat protein dan enzim yang dihasilkan bakteri maupun penyusun tubuh bakteri sehingga sel bakteri dapat mengalami kebocoran atau lisis (Wink, 2015). Flavonoid membentuk khelat dengan logam dan mengganggu proses sintesis protein (Bylka *et al.*, 2004).

Pengolahan daun binahong dengan inovasi teknologi nano terbukti meningkatkan kemampuan daya hambat terhadap pertumbuhan *Salmonella typhi* (Gambar 23) (Wijanarko *et al.*, 2021).



Gambar 23. Daya Hambat Nano Binahong terhadap *Salmonella typhi*

Sumber: Wijanarko *et al.*, 2021; Widodo *et al.*, 2020

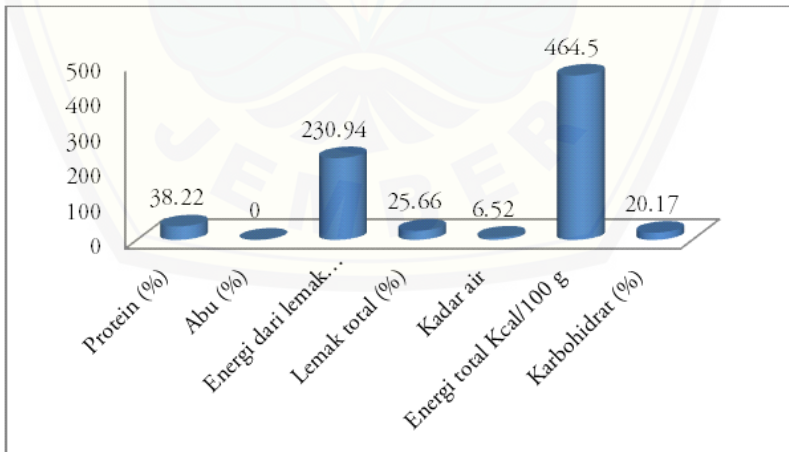
Tween 80: Sorbitol (% b/b) berturut-turut 24:36, 25:35, 26:34

Teknologi nano emulsi terbukti sangat dipengaruhi oleh formula penyusunnya. Pada penelitian tersebut diketahui formula optimal adalah pada sediaan nano dengan kandungan ekstrak binahong 15%. Penyusun formula nano terdiri dari tween 80, sorbitol, metil paraben, propil paraben, dan aquadestilata. Pengaruh yang besar diketahui dari hasil formula 2 (10%) yang sangat signifikan menghasilkan daya hambat yang rendah. Perbedaan antara formula yang sangat berpengaruh adalah perbandingan antara tween 80 dan sorbitol. Kami menggunakan perbandingan berturut-turut 24 dan 36 % b/b, 25 dan 35%

b/b, 26 dan 34% b/b. Penggunaan teknologi nano ini memberikan efek efisiensi jika dibandingkan dengan hasil uji antimikrobia pada penggunaan 100%. Zona hambat yang dihasilkan pada nano binahong 15% hampir sama dengan ekstrak binahong 100%. Penggunaan hanya 15% ini akan menghemat penggunaan ekstrak binahong sebagai bahan utama. Hasil zona hambat pada binahong baik dengan maupun tanpa teknik nano memiliki hasil zona hambat kuat sehingga bahan ini potensial untuk digunakan sebagai alternatif penggunaan antibiotik ke depannya.

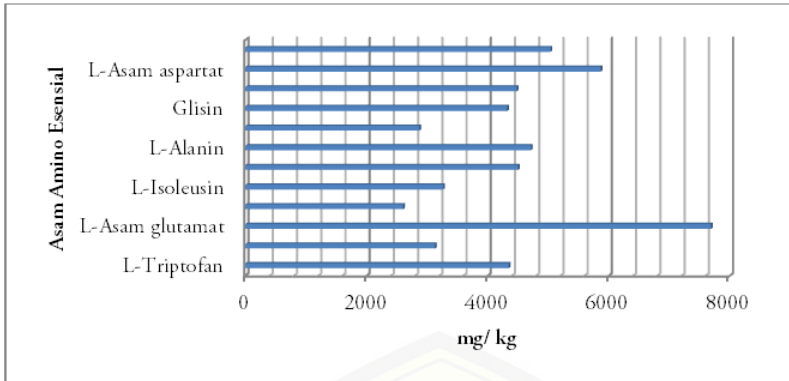
Magot

Magot *Black Soldier Fly* (*Hermetia illucens*) dapat digunakan sebagai alternatif pakan sumber protein dengan kandungan asam amino yang lengkap. Protein dengan kualitas seperti demikian sangat dibutuhkan untuk peningkatan performa dan produk ternak unggas. Kandungan nutrisi magot secara lengkap disajikan pada Gambar 24 dan 25.



Gambar 24. Kandungan Nutrisi Magot *Black Soldier Fly* (*Hermetia illucens*)

Sumber: Widianingrum et al., 2021



Gambar 25. Kandungan Asam Amino Magot *Black Soldier Fly (Hermetia illucens)*

Sumber: Widianingrum *et al.*, 2021

Kelebihan lain dari pakan ini yaitu kandungan asam lemak dan metabolit sekunder dari magot dapat dimanfaatkan sebagai antimikrobal serta imunomodulator. Kandungan magot di antaranya asam laurat (Kim dan Rhee, 2016; Harlystiarini, 2017), kandungan kitin, polisakarida (Bovera *et al.*, 2016), serta *antimicrobial peptide* (AMP) (Park *et al.* 2014; Moretta *et al.*, 2020).

Penelitian kami mengenai potensi magot sebagai antibakteri dalam Widianingrum *et al.* (2021) belum mendapatkan hasil yang optimal. Hal ini disebabkan karena pada analisis tersebut kami menggunakan whole magot dengan ujiantang (metode *disk diffusion*) langsung terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. Pengujian akan memberikan efek dengan melakukan ujiantang ekstrak magot atau dengan metode uji dilusi. Namun demikian, hasil aktivitas fagositosis dari tepung magot memberikan hasil yang sangat baik. Penambahan magot pada studi *in vitro* aktivitas fagositosis yang kami lakukan pada penelitian ini memberikan efek peningkatan kemampuan sel fagosit. Pada dosis penambahan 100 mL efek peningkatan jumlah bakteri yang difagosit terhadap kontrol telah meningkat dua kali lebih banyak. Semakin meningkat dosis magot yang ditambahkan semakin tinggi pula aktivitas fagositosis sel terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*.

Senyawa imunomodulator yang sangat memungkinkan terkandung dalam magot adalah asam laurat. Seperti halnya telah kami jelaskan pada mekanisme MCFA dalam VCO, pada magot proses peningkatan imunitas tubuh hampir sama dengan prinsip MCFA pada umumnya.

Bahan Diskusi

Di Indonesia terdapat banyak sekali tanaman maupun asal hewan yang potensial digunakan sebagai pakan. Sebutkan beberapa potensi bahan pakan yang memiliki kandungan antibakterial maupun imunomodulator ataupun keduanya, serta jelaskan kandungan penting di dalamnya.

Soal

- Jelaskan mekanisme-mekanisme yang memungkinkan pada kinerja bahan alami yang potensial digunakan sebagai alternatif antimikrobia dan imunomodulator.
- Bahan apa saja yang terkandung dalam VCO, magot, dan binahong?
- Apa kelebihan dari penggunaan pakan dengan fungsi antimikrobia dan imunomodulator pada ternak?

Rujukan Lebih Lanjut

Sumber buku lain yang dapat dijadikan rujukan lebih lanjut terkait materi bab ini di antaranya sebagai berikut:

Mastitis. 2020. *Deteksi, Pencegahan, dan Pengobatan*.



6

Manajemen
Pemberian
Pakan



Produksi dan konsumsi daging ayam terus mengalami peningkatan, seperti USA, Cina, dan Brazil merupakan negara penghasil daging ayam terbesar, menyumbang 46% *starter* produksi dunia. Unggas, babi, anjing, dan kucing memiliki saluran pencernaan yang sederhana dan dikenal sebagai ternak monogastrik atau memiliki lambung satu. Adapun ternak ruminansia adalah ternak yang memiliki lebih dari satu lambung dan mampu mencerna serat kasar pada level yang cukup tinggi. Proses digestif merupakan tahapan persiapan untuk penyerapan nutrisi pakan melalui berbagai mekanisme seperti penurunan ukuran partikel dengan cara mengunyah atau memotong, secara mekanik dan kimia dengan menggunakan bantuan otot-otot saluran pencernaan dan enzim-enzim yang dihasilkan.

Karakteristik Umum Pakan dan Nutrisi Unggas

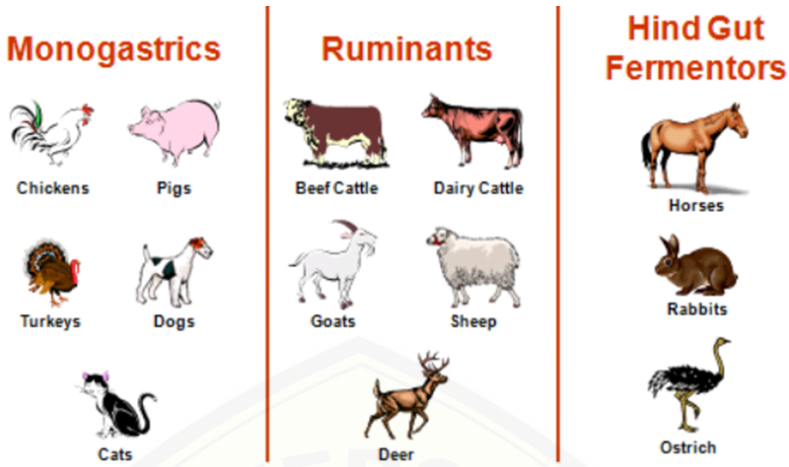
Ayam sulit mencerna selulosa dalam pakan, ternak unggas tidak menyekresi enzim selulosa dari saluran pencernaannya untuk mem-*break down* selulosa. Ayam juga tidak dapat mencerna lignin, pektin, agar, kitin, dan bentuk selulosa lain dalam pakan. Ransum pakan unggas harus menyuplai kebutuhan asam amino yang tidak dapat disintesis. Unggas tidak dapat menyintesis beberapa vitamin untuk memenuhi kebutuhannya, baik secara mikrobiologis atau cara lainnya. Indra perasa ayam lebih berkembang daripada indra penciumannya, meskipun terbatas. Saat diberi pilihan, ayam lebih memilih jagung dan gandum daripada jelai, gandum, dan gandum hitam. Unggas lebih suka warna gelap daripada warna terang atau cerah. Unggas lebih suka pakan yang digiling kasar daripada yang sangat bubuk. Unggas lebih suka pakan yang agak lembap daripada pakan kering. Unggas juga sangat sensitif terhadap komponen toksin dalam pakan, misalnya *trypsin inhibitor* dalam kedelai, *tannin*, dan *gossypol*. Kesalahan dalam penggunaan dan jumlah bahan baku ini dalam ransum ayam menyebabkan masalah yang

signifikan dan menurunkan produksi. Ternak ayam cenderung menyukai jagung yang berwarna kuning muda dibanding kuning dan oranye. Biji-bijian yang berwarna merah, merah kebiruan, dan biru akan dimakan oleh ternak jika ternak merasa sangat lapar (Blair, 2008). Berikut akan dibahas masing-masing manajemen pakan untuk unggas petelur dan pedaging.

Manajemen Pakan Unggas

Produksi unggas harus memperhatikan beberapa faktor, yaitu suhu dan kelembapan lingkungan harus nyaman dan diupayakan tidak menimbulkan stres panas, jumlah energi dan protein dalam ransum, bobot ternak di setiap periode, jenis dan bangsa ternak, sistem pembibitan dan pemeliharaan, pencahayaan, dan sistem pemberian pakan misalnya pemenuhan kebutuhan air. Pakan ternak ayam petelur harian sebesar 105–125 g, namun jumlah ini sangat bervariasi sesuai dengan jenis ayam, sistem pakan, kualitas dan nutrisi dalam pakan, suhu dan kelembapan serta fase produksi telur. Ternak ayam petelur membutuhkan kalsium sangat tinggi sebesar 3.5–3.75% saat awal periode ovulasi kemudian 3750 sampai dengan 4000 mg per hari dan di akhir periode membutuhkan 4250 mg per hari. Selain kalsium, ayam petelur juga membutuhkan mineral fosfor.

Berbeda dengan ayam broiler, DOC broiler memiliki bobot standar 40–45 gram dan memiliki kemampuan pertumbuhan yang sangat cepat. DOC broiler mampu mencapai bobot 2–3 kg dalam waktu kurang dari 6 minggu. Hal ini dipengaruhi oleh faktor genetik broiler yang semakin berkembang dan sistem seleksi untuk pertumbuhan cepat serta efisiensi dalam konversi ransum dalam membentuk daging (Nagdir, 2008; Zuidhof *et al.*, 2017).



Gambar 26. Tipe Saluran Pencernaan Berbagai Jenis Ternak

Sumber: ERGÝN ÖZTÜRK

Energi

Hubungan antara konsumsi pakan dan level energi dalam ransum kebutuhan ayam akan energi umumnya diperoleh dari pakan. Jika energi dalam ransum rendah, ayam akan mengimbangi dengan meningkatkan konsumsi pakan. Akan tetapi, jika tingkat energinya terlalu rendah dan pencernaan hewan sistem memiliki kapasitas terbatas, ayam mungkin tidak dapat mengimbangi defisit energi dengan konsumsi pakan yang berlebihan. Jika tingkat energi ransum terlalu tinggi, komponen nutrisi lain dalam ransum mungkin tidak akan mencukupi kebutuhan ternak karena ternak akan memenuhi kebutuhan energinya lebih awal dan kemudian berhenti makan. Energi ini dibutuhkan untuk kelangsungan hidupnya; ditentukan oleh metabolisme tubuh ternak dan produksi, terutama untuk produksi telur dan peningkatan bobot badan serta pertumbuhan bulu. Faktor genetik dan sistem perkandangan juga memengaruhi kebutuhan energi; ternak yang diumbar membutuhkan energi 10–15% lebih tinggi dibanding ternak yang dikandangan secara intensif. Perubahan energi juga dapat terjadi karena

perubahan suhu dan kelembapan. Selain itu adanya bulu yang menyebabkan isolasi pun mengharuskan ternak mengatur kehilangan energi. Kondisi wilayah Indonesia yang panas juga menjadi pertimbangan untuk pengaturan energi ternak.

Energi dan protein untuk unggas petelur yang sedang produksi dapat dibedakan menjadi 3 periode atau 2 periode. Pemberian energi dalam 3 periode, adalah sebagai berikut: Periode pertama (umur 18–36 minggu) membutuhkan energi 2750–2850 ME (kcal/kg) dan 17–19% protein kasar. Periode kedua (umur 36–52 minggu) membutuhkan energi 2750–2850 ME (kcal/kg) dan 16–17% protein kasar. Periode ketiga (52 minggu) membutuhkan energi 2750–2850 ME (kcal/kg) dan protein level sebesar 15–16%. Adapun, jika dikategorikan menjadi 2 periode, periode pertama (umur 18–42 minggu) diberi energi sebesar 2750–2850 ME (kcal/kg) dan protein kasar 17–18 %. Pada periode kedua (>42 minggu) diberikan energi sebesar 2750–2850 ME (kcal/kg) dan protein kasar sebesar 16–17 %.

Sama halnya dengan ayam petelur, ayam broiler juga membutuhkan energi untuk aktivitas, bernapas, metabolisme, mencerna pakan, regulasi suhu tubuh, sintesis berbagai produk, pertumbuhan, dan kelangsungan hidup ternak. Kebutuhan energi broiler ditentukan berdasarkan pertambahan bobot badan per gram-nya sehingga seiring bertambahnya umur ternak dan pertambahan bobot badan, kebutuhan energi juga meningkat (Erener *et al.*, 2003). Pada fase *starter*, pakan yang membutuhkan kandungan protein tinggi dan energi relatif rendah. Adapun, broiler fase *finisher* membutuhkan protein dan energi yang lebih rendah. Pada daerah yang memiliki suhu lingkungan panas, ternak produksi broiler melalui pemberian pakan rendah energi dan tinggi protein lebih menguntungkan. Akan tetapi, peningkatan suhu juga menyebabkan peningkatan kebutuhan energi untuk menghilangkan panas tubuh dengan cara *painting* (Diarra dan Tabuaciri, 2014).

Protein dan Asam Amino

Protein dan asam amino sangat krusial bagi ternak unggas untuk menyusun kandungan protein dan asam amino yang seimbang. Asam amino metionin sangat memengaruhi ukuran telur. Metionin dan sistein adalah dua asam amino yang menjadi pembatas utama. Selain itu, asam amino lisin juga dijadikan sebagai patokan dalam penyusunan ransum. Jika protein dalam ransum rendah, ternak akan berusaha memenuhi kebutuhan protein dengan cara meningkatkan konsumsi. Hal ini dapat menimbulkan konsumsi energi berlebih. Dalam penyusunan ransum harus memperhatikan sifat antagonisme antar-asam amino, misalnya kelebihan asam amino leusin tanpa penambahan valin dan isoleusin menyebabkan penurunan pertumbuhan drastis. Kandungan lisin yang tinggi dalam pakan meningkatkan kebutuhan asam amino arginin. Rasio lisin : arginin tidak boleh lebih dari 1 : 1. Beberapa asam amino juga bersifat toksin jika diberikan berlebih. Meskipun metionin sangat dibutuhkan oleh ayam, namun jika diberikan berlebih dapat menghambat pertumbuhan.

Pada ayam broiler, selain untuk *maintenance* dan pertumbuhan, protein juga digunakan untuk pembentukan keratin pada bulu yang terdiri dari 82% asam amino sulfur sebanyak 3% dari bobot badan selama tiga minggu pertama dan 7% di minggu selanjutnya. Berdasarkan laju perkembangan dan kebutuhan nutrisi, pemeliharaan dan pemberian pakan ayam broiler dapat dibedakan menjadi empat tipe pakan:

- Periode pertama (0–11 hari), kandungan protein kasar dalam ransum sebesar 24% dan kandungan energi metabolik sebesar 3200 kkal.
- Periode kedua (11–21 hari), kandungan protein kasar dalam ransum sebesar 23% dan kandungan energi metabolik sebesar 3200 kkal.
- Periode ketiga (21–35 hari), kandungan protein kasar dalam ransum sebesar 20–21% dan kandungan energi metabolik sebesar 3200–3300 kkal.

- Periode keempat (satu minggu sebelum dipotong), kandungan protein kasar dalam ransum sebesar 18–19% dan kandungan energi metabolik sebesar 3200–3300 kcal.

Mineral, Vitamin, dan *Feed* Aditif lainnya

Kalsium dan fosfor adalah mineral kunci dalam menyusun pakan unggas, terutama unggas petelur untuk pembentukan tulang dan kerabang telur. Natrium dan natrium klorida dibutuhkan ternak untuk homeostasis seperti keseimbangan asam basa, tekanan osmosis dalam tubuh. Pemberian *premix* dapat dilakukan untuk meningkatkan karakteristik nutrisi dari pakan, produktivitas ternak, dan kualitas daging dan telur. *Feed aditif* lainnya dapat ditambahkan termasuk asam amino, vitamin, mineral, probiotik, prebioik, dan fitobiotik. Pemberian enzim juga dapat ditambahkan untuk meningkatkan pencernaan nutrisi. Beberapa enzim yang sering digunakan dalam pakan seperti enzim *phytase* untuk meningkatkan ketersediaan P dan mengurangi penggunaan P inorganik dalam pakan. Ransum yang terlalu rendah fosfor dapat menyebabkan kanibalisme, *fatty liver*, dan pertumbuhan serta pembentukan rangka yang tidak optimal.

Pemberian *feed* aditif berupa tanaman herbal atau dikenal sebagai fitobiotik dapat dilakukan sebagai upaya meningkatkan sistem imun dan produktivitas secara alami. Pemberian *feed* aditif tepung daun binahong berpengaruh terhadap profil saluran pencernaan ayam broiler yaitu pada panjang jejunum, panjang ileum, persentase berat hati, dan jantung. Berdasarkan penelitian kami dapat disimpulkan bahwa penambahan BLM hingga 4% menghasilkan kinerja terbaik pada profil organ pencernaan ayam pedaging (Widodo dan Khasanah, 2021).

Tabel 11. Pengaruh Feed Aditif Tepung Daun Binahong terhadap Profil Organ Pencernaan

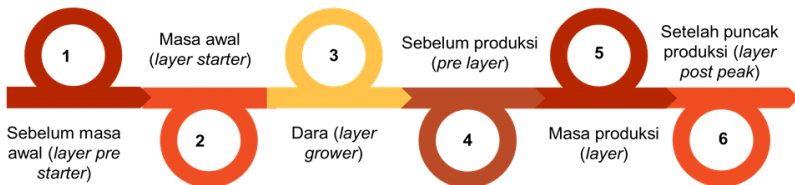
Variabel	Perlakuan penambahan feed aditif					
	Tanpa tepung daun binahong	Tetracycline 50 ppm	Tepung daun binahong 1%	Tepung daun binahong 2%	Tepung daun binahong 4%	Tepung daun binahong 8%
Panjang:						
Duodenum (cm)	31	32	32.94	31.25	31.50	33.67
Jejunum (cm)	72 ^{ab}	71 ^{ab}	70.63 ^a	71.75 ^{ab}	76.63 ^{bc}	80.38 ^c
Ileum (cm)	69 ^{ab}	66 ^a	64.25 ^a	66.25 ^a	76.88 ^{bc}	82.25 ^c
Persentase:						
Hati (%)	2.8 ^a	2.0 ^a	2.85 ^a	2.7 ^a	3.0 ^a	3.3 ^b
Jantung (%)	0.6 ^a	0.5 ^a	0.61 ^a	0.6 ^a	0.6 ^{ab}	0.7 ^b
Bursa (%)	0.3	0.2	0.38	0.3	0.3	0.3

Sumber: Widodo dan Khasanah, 2021

Air

Air adalah salah satu komponen utama dalam nutrisi pakan yang memegang peranan penting dalam metabolisme. Kebutuhan air akan meningkat seiring dengan peningkatan umur ternak, fase produksi, konsumsi pakan, suhu, dan kelembapan lingkungan.

Manajemen Pemberian Pakan Layer



Gambar 27. Fase Manajemen Pemberian Pakan Ayam Petelur

Pemberian pakan ayam petelur harus mengikuti bobot telur yang dihasilkan, bukan berdasarkan umur ternak. Kebutuhan pakan ayam harus selalu terpenuhi, manajemen pemberian pakan dapat dilakukan pada pagi dan sore hari. Ketersediaan air berkualitas merupakan hal yang penting terutama bagi daerah yang memiliki iklim tropis.

Pakan *Pre-starter* dan *Starter*

Pakan *starter* diberikan pada saat ayam baru menetas sampai umur 8 minggu. Pakan *starter* ini diformulasikan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi pada masa pertumbuhan cepat dan perkembangan bulu. Pakan *starter* mengandung energi, protein, vitamin, dan mineral yang tinggi.

Pakan *Rearing* (*Grower*, *Developer*, dan *Pre-layer*)

Fase *grower* ini adalah ketika ayam berumur 8 minggu hingga 20 minggu. Alternatif lainnya yaitu pada umur 14 minggu pakan *grower* bisa diganti dengan pakan *developer* untuk mempersiapkan fase layer dan menghasilkan *pullet* berkualitas. Pada fase ini *pullet* diarahkan untuk kematangan seksual dan bobot badan yang tepat sesuai target. Ransum pakan fase *grower* memiliki energi dan protein yang lebih rendah dibandingkan pakan *starter*. Peningkatan kadar kalsium dibutuhkan untuk persiapan telur yang dapat menghasilkan kerabang yang baik, kalsium tersebut dapat diberikan 2–3 minggu sebelum bertelur. Upaya pembatasan pakan kadang dilakukan untuk menghindari kelebihan bobot, penurunan kesuburan induk, dan produksi telur yang rendah. Pembatasan pakan ini juga memperlambat kematangan seksual sehingga disesuaikan antara bobot dan kematangan seksual untuk menghindari jumlah produksi telur rendah karena terlalu cepat bertelur. Pengurangan asupan nutrisi, terutama energi dan protein, di bawah pakan. Pembatasan pakan dilakukan pada umur 14–20 minggu. Pengurangan dilakukan baik dengan membatasi jumlah total pakan pada tingkat 85–90% dari pakan normal atau mengencerkan pakan

dengan bahan pakan padat nutrisi rendah sehingga ada penurunan kandungan energi dan protein pakan mencapai 85–90% dari kadar normal. Pengenceran bisa dilakukan dengan menambahkan bahan berserat dengan kepadatan nutrisi rendah, seperti semir beras, dedak gandum, dan lain-lain.

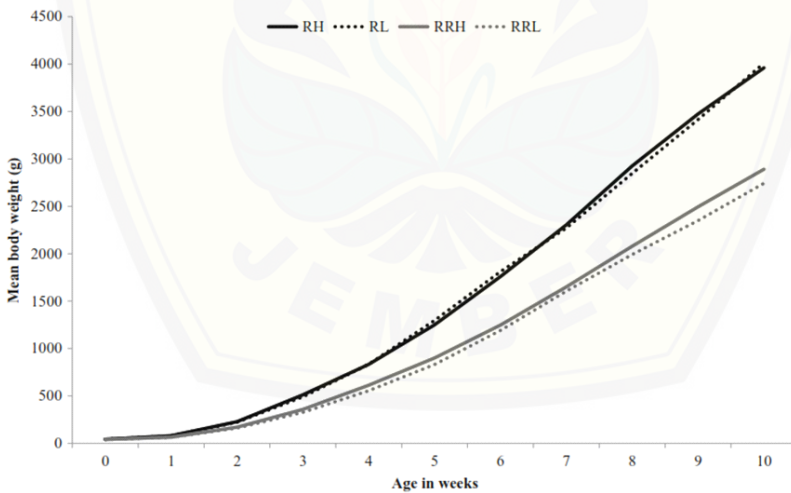
Pakan Layer

Pakan ayam petelur pada saat produksi dirancang untuk mengoptimalkan produksi telur. Dalam hal ini, produksi telur bisa dilihat dari jumlah, ukuran telur, dan bobot telur. Konsumsi pakan ayam petelur lebih rendah dibandingkan dengan ayam pedaging/broiler karena ukuran tubuh dan tingkat pertumbuhan layer yang kecil. Setelah ayam mulai bertelur, pakan diformulasikan mengandung energi dan protein yang lebih tinggi dibandingkan pakan fase *rearing*. Selain itu penambahan kalsium sangat penting untuk menghasilkan telur yang memiliki kerabang yang kuat. Kalsium tersebut mulai diberikan saat 20 minggu atau saat telur pertama diletakkan. Program pemberian pakan pada tahap bertelur ini dibedakan menjadi layer 1 dan layer 2 (BIS, 2017) atau layer 1, layer 2 dan layer 3. Perbedaan fase layer ini dilakukan untuk menyesuaikan konsumsi pakan dan *nutrient* dengan laju produksi telur. Jika menggunakan 2 fase, yaitu fase-I umur 21–45 minggu dan fase-II dari 46–72 minggu. Pakan layer di fase-II mengandung lebih sedikit energi, protein, dan asam amino, dibandingkan dengan fase-I, karena pakan konsumsi akan meningkat seiring dengan bertambahnya usia dan bobot badan. Pengontrolan fase pakan periode layer ini untuk menjaga produksi, kualitas telur, dan meminimalkan biaya produksi. Manajemen nutrisi dan kebutuhan nutrisi ternak layer dapat di akses pada *link* berikut:

- <https://layinghens.hendrix-genetiks.com/en/technical-support/nutrition/>
- https://javideggshop.ir/wp-content/uploads/2018/07/HGL_nutrition_management_guide_L7121-2.pdf

Manajemen Pemberian Pakan Broiler

Tujuan utama budi daya broiler adalah sebagai penghasil daging yang menekankan pertambahan bobot badan dan efisiensi konversi pakan. Pertumbuhan daging yang dihasilkan tergantung dari level protein yang seimbang dan didukung dengan nutrisi lainnya. Pemberian protein tinggi (23%) pada fase awal dapat menghasilkan pertambahan berat badan yang lebih tinggi. Pada level protein tinggi dalam ransum, jumlah pakan yang dikonsumsi tidak berpengaruh signifikan terhadap biaya produksi. Pada fase *starter*, ternak diberi pakan *mesh* dan pada fase *finisher* ternak diberi pakan *crumble* atau *pellet*. Pemberian pakan umumnya dilakukan dua kali dalam sehari pagi dan sore saat asupan pakan cenderung menjadi yang tertinggi karena suhu lingkungan yang lebih rendah



Gambar 28. Rataan bobot badan ayam Ross yang tumbuh cepat yang diberi pakan tinggi protein (RH), ayam Ross diberi pakan rendah protein (RL), Ayam Rowan Ranger yang tumbuh lambat diberi pakan berprotein tinggi (RRH), dan ayam Rowan Ranger diberi pakan rendah protein (RRL)

Sumber: Rezaei et al., 2018

Manajemen pakan ayam broiler di Indonesia sendiri sangat bervariasi, ada yang mengaplikasikan pakan *pre-starter*, *starter*, *finisher* atau *starter*, *grower finisher*, ada yang mengaplikasikan pakan *starter* dan *finisher* saja. Ada juga yang mengaplikasikan pakan *starter* dari awal sampai panen. Pemilihan metode pemberian pakan ini sesuai dengan kemampuan dan kemudahan peternak untuk mengatur stok pakan, distribusi pakan, dan manajemen pergudangan pakan termasuk distribusi pakan dari gudang ke kandang. Selain itu, pemilihan ini juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan: aman dan nyaman atau memiliki risiko tinggi. Pemilihan metode pemberian pakan ini juga disesuaikan dengan target dan tujuan produksi.

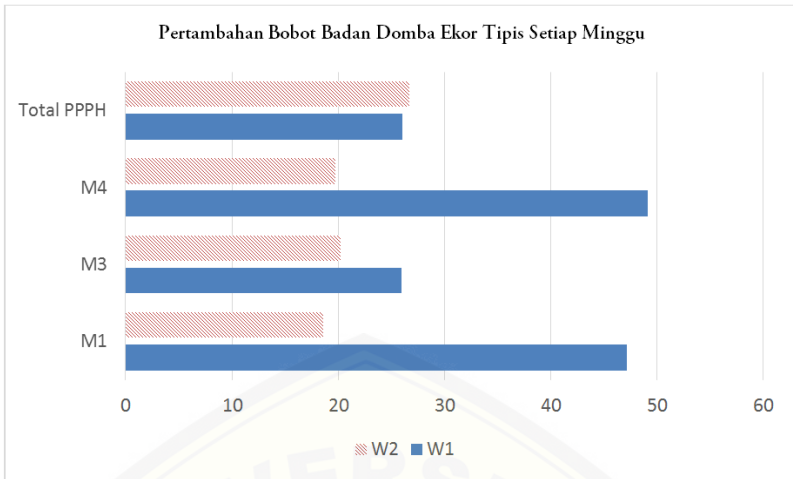
Manajemen Pemberian Pakan Ternak Domba

Ternak domba adalah jenis yang digemari oleh masyarakat luas karena mudah dalam pemeliharaan dan tidak membutuhkan modal terlalu besar. Selain itu, domba juga memiliki siklus produksi relatif pendek (Blakely & Bade, 1991). Potensi lainnya seperti kemampuan beradaptasi yang baik di berbagai lingkungan; memiliki kemampuan konversi pakan berkualitas rendah cukup baik; dan sifat reproduksi yang unggul (Sodiq & Abidin, 2002). Kondisi tubuh ternak dipengaruhi oleh serangkaian proses fisiologis yang berkaitan dengan berbagai faktor termasuk cuaca, nutrisi, dan manajemen (Veerasamy Sejian et al., 2017; Wang et al., 2018).

Respons fisiologis ternak dapat mengalami perubahan sesuai dengan kondisi lingkungan. Perubahan tersebut meliputi perubahan suhu tubuh, denyut jantung, dan laju respirasi. Adapun, metode yang telah diterapkan guna meningkatkan produktivitas domba salah satunya adalah dengan mengatur pola pemberian pakan. Pola pemberian pakan yang kurang tepat dapat menurunkan produktivitas dan mengubah respons

fisiologis serta tingkah laku. Manajemen waktu pemberian pakan pada pagi dan sore hari secara signifikan memengaruhi respirasi domba di siang hari dan laju denyut jantung pada malam hari (Nurmi, 2016). Wibowo & Purbowati (2014) menjelaskan bahwa ternak domba yang diberi pakan pagi hari atau malam hari saja (pemberian pakan sekali selama 24 jam) menghasilkan konsumsi bahan kering, *total digestible nutrient*, PBB tidak berbeda signifikan. Pemberian pakan pada ternak domba satu kali sehari pada pagi hari atau sore hari tidak menunjukkan perbedaan signifikan pada peningkatan bobot badan dan pertambahan bobot badan harian (PBBH).

Respons fisiologis ternak adalah suatu pertanda bagaimana ternak menghadapi dan beradaptasi dengan kondisi lingkungannya. Respons ini muncul sebagai usaha keseimbangan suhu tubuh supaya tidak mengalami *heat stres*. Termo regulasi didefinisikan sebagai upaya pengaturan suhu tubuh supaya tepat pada suhu optimal ternak merasa nyaman dan dapat memproduksi dengan baik. Hal ini dapat memengaruhi fisiologi dan tingkah laku ternak. Ternak mengeluarkan panas dari dalam tubuh melalui perubahan energi kimia yang dari pakan yang dikonsumsi kemudian dirombak menjadi energi daya dan kerja. Sistem sirkulasi pada hewan merupakan suatu sistem organ yang memiliki fungsi untuk memindahkan zat dari dan ke sel. Mekanisme sistematis ini berfungsi untuk menjaga keseimbangan dan kestabilan suhu tubuh, pH, cairan tubuh, dan homeostasis lainnya (Purnamasari, 2017). Panas juga didapatkan dari luar tubuh ternak, yaitu dari lingkungan sekitar baik secara langsung misalkan dari penjemuran sinar matahari yang diserap oleh permukaan tubuh ternak ataupun secara tidak langsung melalui pantulan ke permukaan tanah lalu ke tubuh ternak. Unsur-unsur iklim dapat menjadi faktor yang memengaruhi produktivitas ternak secara langsung, seperti sinar matahari, bentuk geologi, dan iklim yang ekstrem yang dapat memengaruhi produktivitas ternak maupun secara tidak langsung dapat melalui makanan yang dikonsumsi ternak (Made, 2017).



Gambar 29 Pertambahan bobor badan domba yang diberi perlakuan pemberian pakan pagi hari (W1) dan sore hari (W2)

Sumber: Syaikhullah et al., 2020

Thermo-Humidity Index (THI) merupakan indikator yang dapat dijadikan sebagai tolok ukur potensi *heat stress* pada ternak yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan (Sejian *et al.*, 2018). Kondisi *heat stress* pada ternak akan memengaruhi kondisi fisiologis, meliputi laju respirasi, denyut jantung, dan temperatur rektal (Nardone *et al.*, 2010). THI normal untuk ternak domba adalah di bawah 74. Jika THI melebihi 74, ternak ruminansia akan melakukan perubahan respons fisiologis seperti peningkatan respirasi dan denyut jantung (Nienaber & Hahn, 2007).

Manajemen pakan domba yang diberikan pada pagi hari atau sore hari tidak menunjukkan pengaruh yang nyata pada pertambahan bobot badan mingguan ternak. Akan tetapi, manajemen pakan tersebut juga berpengaruh signifikan pada respons fisiologis ternak sebagaimana disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Respons Fisiologis Ternak yang Diberi Pakan Pagi (W1) Saja dan Sore Saja (W2)

Parameter	Perlakuan	Pagi	Siang	Sore	Malam
Laju denyut jantung	W1	77,21a	80,65a	75,26a	82,6a
	W2	76,50b	74,63b	82,6b	79,4b
Laju respirasi	W1	32,06a	41,54	50,56	51,88a
	W2	39,23b	45,17	52,17	47,38b
Suhu rektal	W1	37,76a	38,32	38,88	38,9a
	W2	38,45b	38,63	38,71	38,55b

Bahan Diskusi

Sebuah peternakan ayam petelur memformulasikan pakan sendiri guna menghemat dan menurunkan harga produksinya. Menurut pendapat Saudara, bagaimana jika pakan yang diformulasikan kandungan *nutrient*-nya tidak sesuai dengan kebutuhan fisiologis ternak. Jelaskan bagaimana manajemen pemberian pakan yang baik untuk ayam petelur. Tuliskan segala kemungkinan yang terjadi dan solusi serta strategi yang dapat dilakukan untuk menjaga performa ternak.

Soal

1. Jelaskan penggolongan manajemen pakan broiler yang diaplikasikan di Indonesia.
2. Jelaskan penggolongan manajemen pakan layer yang diaplikasikan di Indonesia.
3. Jelaskan pengaruh waktu pemberian pakan terhadap respon fisiologis domba.

Rujukan Lebih Lanjut

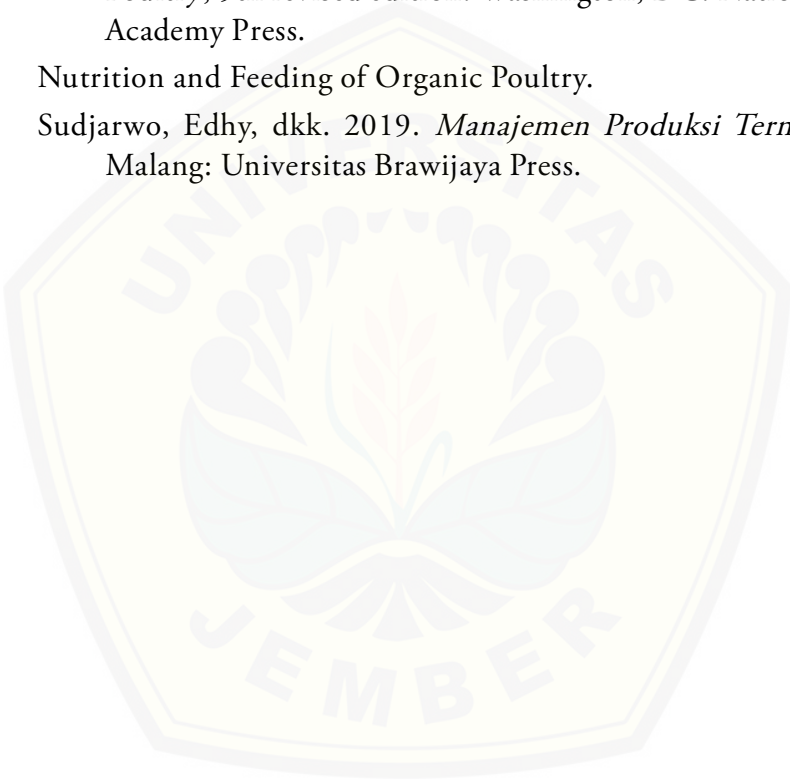
Sumber buku lain yang dapat dijadikan rujukan lebih lanjut terkait materi pada bab ini di antaranya adalah sebagai berikut:

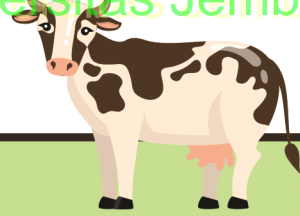
Blair, Robert. 2018. *Nutrition and Feeding of Organic Poultry*. CABI.

National Research Council. 1994. *Nutrient Requirements of Poultry*, 9th revised edition. Washington, DC: National Academy Press.

Nutrition and Feeding of Organic Poultry.

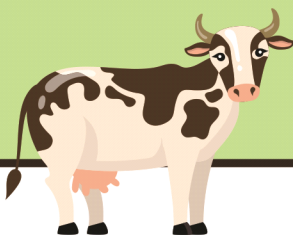
Sudjarwo, Edhy, dkk. 2019. *Manajemen Produksi Ternak*. Malang: Universitas Brawijaya Press.





7

Aditif Pakan
dan Kualitas
Daging



Pemanfaatan antibiotik sebagai pemicu pertumbuhan ternak mulai dilarang sebab adanya pengaruh yang merugikan untuk kesehatan manusia. Alternatif lain sebagai pengganti fungsi antibiotik adalah menggunakan aditif pakan. Penelitian mengenai aditif pakan sudah dilakukan dan diaplikasikan pada pemeliharaan ternak. Penggunaan aditif pakan bisa meningkatkan proses penyerapan nutrisi di saluran pencernaan ternak sehingga berdampak positif yaitu terjadinya peningkatan produktivitas dan pada akhirnya juga meningkatkan kualitas daging. Eksplorasi sumber aditif pakan masih butuh dilakukan terutama kondisi dan kombinasi yang optimal berdasarkan berbagai faktor seperti jenis ternak dan jenis aditif pakan.

Penggunaan Prebiotik dan Probiotik

Ancaman efek negatif penggunaan *Antibiotic Growth Promoter* (AGP) menjadikan konsumen mulai mencari produk yang aman dikonsumsi. Penggunaan prebiotik dan probiotik dirasa cukup aman karena belum ditemukan adanya residu berbahaya dalam produk ternak akibat penggunaannya. Definisi dari probiotik yaitu mikroorganisme hidup yang pada jumlah tertentu jika diberikan pada ternak dapat memberikan efek positif untuk kesehatan. Adapun, definisi prebiotik yaitu substrat yang oleh mikroorganisme dimanfaatkan secara selektif dan dapat menimbulkan efek peningkatan kesehatan pada ternak (Gibson *et al.*, 2017).



Gambar 30. Karakteristik dan Kriteria Probiotik yang Aman

Sumber: Gaggia et al., 2010

Usus pada ayam memiliki beberapa mikroba, baik yang memberikan efek positif maupun yang patogen (merugikan). Keseimbangan komposisi keduanya dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor. Jika perkembangan bakteri patogen meningkat, bisa memberikan dampak negatif pada produktivitas ayam. Menurut Abdurrahman dan Yanti (2018) bakteri saluran pencernaan ayam secara alami terdiri dari bakteri proteolitik (52×10^7 cfu/g), fermentatif (57×10^7 cfu/g), amilolitik (118×10^7 cfu/g), dan selulolitik (63×10^7 cfu/g).

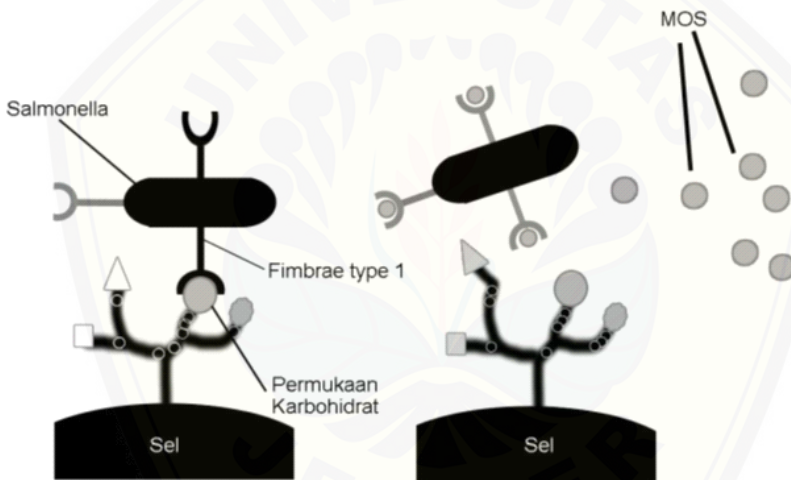
Aplikasi prebiotik dan probiotik mulai diterapkan pada ayam dengan tujuan antara lain menggantikan peran antibiotik. Mekanisme antibiotik dalam meningkatkan produktivitas

ayam yaitu dengan membunuh bakteri patogen di usus sehingga bakteri bermanfaat dapat bertumbuh dengan baik. Sebaliknya, prebiotik dan probiotik bekerja dengan mekanisme meningkatkan jumlah bakteri yang bermanfaat di usus. Bakteri yang bermanfaat tersebut bisa mengubah suasana saluran pencernaan usus terutama nilai pH menjadi asam sehingga menaikkan kekebalan saluran cerna. Probiotik bekerja dengan mekanisme menghasilkan asam organik rantai pendek (laktat, asetat, dan propionat) dan bakteriosin. Zat-zat tersebut bisa menghambat pertumbuhan mikroba patogen sehingga mikroba yang bermanfaat dapat bersaing guna mendapatkan tempat di epitel usus. Probiotik dan mikroba baik endogen tersebut dengan kemampuan adhesinya di mukosa usus bisa menjadi penghalang terhadap bakteri patogen sehingga meningkatkan imunitas dan penyerapan *nutrient* (Abdurrahman dan Yanti, 2018).

Cara kerja prebiotik meliputi beberapa cara: 1) menjadi tempat menempelnya bakteri patogen sehingga tidak langsung menempel dan menginfeksi permukaan vili usus (Macfarlane *et al.*, 2008); 2) prebiotik tidak bisa dicerna enzim pencernaan inang, tetapi bisa difermentasi lalu dimanfaatkan mikroflora bermanfaat di usus. Oleh sebab itu, prebiotik adalah substrat yang bisa mendukung pertumbuhan bakteri bermanfaat dan bisa menghasilkan ekologi jumlah mikroflora di dalam usus seimbang (O'Sullivan *et al.*, 2010).

Beberapa prebiotik bisa memberikan keuntungan yang kompetitif pada spesifik mikroflora asli usus pencernaan, seperti *Bifidobacteria* dan *Lactobacillus* yang bisa mengakibatkan terusirnya bakteri patogen dari saluran pencernaan melalui kompetisi langsung terhadap *nutrien/binding site* dengan memproduksi *blocking factors*, seperti model yang sama di teknik *competitive exclusion* (CE). Inulin, mananoligosakarida (MOS), dan fructooligosaccharides FOS adalah substrat dari sel ragi. Selain bisa dihidrolisis, enzim endogenous pencernaan juga dapat diabsorpsi inang. Mekanisme yang dapat terjadi adalah penurunan pH karena adanya asam lemak rantai pendek,

stimulasi imun, dan sekresi bakteriosin. Prebiotik MOS mempunyai mekanisme yang tidak sama, yaitu secara selektif tidak mengakibatkan peningkatan populasi bakteri bermanfaat, tetapi mampu melekat di lektin spesifik manosa dari patogen Gram negatif tipe 1 fimbriae seperti *E. coli* dan *Salmonella* lalu akan dikeluarkan dari saluran pencernaan. MOS memiliki aksi anti-infeksi pada fimbriae *Salmonella* yang menyebabkan tidak terjadinya kolonisasi *Salmonella*. MOS tidak bisa dicerna ternak monogastrik namun bisa dimanfaatkan BAL sebagai sumber energi. Manan berperan sebagai reseptor analog untuk fimbriae Tipe 1 dalam *Salmonella sp.* dan *E. coli* dalam membantu perlawanan terhadap kolonisasi patogen (Haryati, 2011).



Gambar 31. Mekanisme Anti-infeksi MOS pada Fimbriae *Salmonella*

Kombinasi prebiotik dan probiotik bisa menunjukkan hasil lebih optimal sebab prebiotik berperan membantu kinerja probiotik. Oleh sebab itu, bisa meningkatkan jumlah bakteri bermanfaat dan menekan jumlah bakteri patogen. Prebiotik dan probiotik bila diberikan bersamaan bisa memberikan efek positif dibandingkan diberikan secara terpisah pada ayam. Hal ini dikarenakan bakteri probiotik dan bakteri endogenus juga bisa memanfaatkan prebiotik (Abdurrahman dan Yanti, 2018).

Penurunan bakteri patogen kemudian akan berdampak pada perbaikan proses penyerapan nutrisi bagi ternak, selain meningkatkan produktivitas juga meningkatkan kualitas daging.

Faktor sebelum dan sesudah pemotongan menentukan kualitas daging ayam. Salah satu faktor sebelum pemotongan adalah aditif pakan yang bisa memengaruhi kualitas daging ayam. Enzim yang dihasilkan probiotik bisa meningkatkan penyerapan nutrisi di saluran pencernaan ayam serta mendetoksikasi zat racun. Oleh sebab itu, berpotensi untuk meningkatkan nilai pencernaan bahan kering dan bahan organik sehingga meningkatkan kandungan nutrisi daging. Penggunaan probiotik pada ransum bisa meningkatkan protein daging sebab ada hubungan erat antara nutrisi ransum yang cukup dengan sistem pencernaan yang baik dalam hal menghasilkan protein daging (Prasetyo *et al.*, 2013). Selain faktor tersebut, penyerapan kalsium juga bisa meningkat seiring menurunnya pH yang diakibatkan dari bertambahnya mikroba bermanfaat yang memproduksi zat metabolit di usus (ScholzAhrens *et al.*, 2007).

Penerimaan konsumen terhadap daging juga dipengaruhi oleh keempukan daging ayam. Tingkat keempukan daging bisa dihubungkan dengan tiga jenis protein, yaitu miofibril (miosin, aktin, tropomiosin), jaringan ikat (elastis, kolagen, retikulin, mukopolisakarida dari matriks), dan sarkoplasma (sakroplasmik retikulum, protein sakroplasma). Bangsa dan spesies juga adalah faktor yang memengaruhi keempukan daging (Lawrie, 2003).

Keempukan daging juga dapat berkurang akibat peningkatan jumlah kolagen yang ada di dalam daging (Weston *et al.*, 2002). Penelitian Abdurrahman *et al.* (2016) melaporkan bahwa penggunaan prebiotik dan probiotik tidak memberikan efek pada keempukan daging meskipun terjadi peningkatan protein total daging.

Tabel 13. Hasil Penelitian Pengaruh Kombinasi Prebiotik dan Probiotik pada Daging Ayam

Tipe Probiotik	Tipe Prebiotik	Jenis Ayam	Hasil	Pustaka
<i>Pediococcus</i> Spp. 840 dan <i>L. acidophilus</i> <i>Pediococcus</i> Spp. 841	<i>Oligosaccharides</i>	Broiler	Tidak memengaruhi keempukan daging.	Brzoska <i>et al.</i> (2010)
<i>Lactobacillus</i> sp.	Inulin Umbi Dahlia	Kampung persilangan	Tidak memengaruhi keempukan daging, meningkatkan warna daging.	Abdurrahman <i>et al.</i> (2016b)
<i>L. acidophilus</i> , <i>casei</i> , <i>Streptococcus lactis</i> , <i>faecium</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Bifidobacterium bifidum</i> , dan <i>oryzae</i> .	<i>Phosphorylated mannanoligosaccharide</i> (MOS)	Broiler	Tidak memengaruhi warna daging.	Pelicano <i>et al.</i> (2005)
<i>L. acidophilus</i>	Inulin	Broiler	Protein daging meningkat, menurunkan kandungan lemak.	Poorbaghi <i>et al.</i> (2016)
<i>Bacillus</i> spp	Daun katuk	Broiler	Menurunkan kolesterol daging, menurunkan kadar lemak daging.	Daud <i>et al.</i> (2007)
<i>L. casei</i> , <i>L. acidophilus</i> , <i>Bifidobacterium thermophilum</i> , dan <i>Enterococcus faecium</i>	<i>Mannan oligosaccharides</i> (MOS) yang diekstrak dari dinding sel ragi <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Broiler	Menurunkan kolesterol daging.	Ashayeri zadeh <i>et al.</i>
<i>Lactobacillus</i> sp.	Inulin umbi dahlia	Kampung persilangan	Meningkatkan aktivitas antioksidan daging	Abdurrahman <i>et al.</i> (2016a)
<i>L. acidophilus</i> , <i>L. casei</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , dan <i>Bifidobacterium bifidum</i>	<i>Mannan oligosaccharides</i> (MOS) dan <i>fructooligosaccharides</i> (FOS)	Broiler	Menekan ransiditas, tidak memengaruhi warna daging.	Aristides <i>et al.</i> (2012)

<i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus licheniformis</i> , dan <i>Clostridium butyricum</i>	Dinding sel ragi dan <i>xylooligosaccharide</i>	Broiler	Menekan jumlah malondialdehyde penyebab ransiditas.	Cheng <i>et al.</i> (2017)
<i>Enterococcus faecium</i> (DSM 3530)	<i>Fructooligosaccharides</i> dari inulin tanaman <i>chicory</i>	Broiler	Menekan ransiditas.	Ghasemi <i>et al.</i> (2016)
<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Xylooligosaccharide</i> dan <i>mannanoligosaccharide</i>	Broiler	Menekan jumlah malondialdehyde penyebab ransiditas, meningkatkan aktivitas anti-oksidan daging.	Min <i>et al.</i> (2016)

Sumber: Abdurrahman dan Yanti, 2018

Prebiotik dan probiotik yang dikombinasikan dalam ransum bisa menurunkan kadar kolesterol dan lemak daging ayam. Daud *et al.* (2007) melaporkan hasil penelitiannya bahwa penggunaan prebiotik dan probiotik secara bersamaan dalam ransum ayam pedaging umur 6 minggu bisa menurunkan lemak daging paha, kadar lemak hati, kadar kolesterol serum darah, dan kolesterol daging dada. Menurut Beylot (2005) probiotik bisa melakukan fermentasi terhadap substrat inulin yang bisa menghasilkan produk metabolit *short chain fatty acids* (SCFA) yang terdiri dari asetat, butirrat, dan propionat. Propionat mampu menghambat proses lipogenesis di hati sehingga kandungan lemak daging menurun. Cavallini *et al.* (2009) menyatakan bahwa probiotik juga bisa menurunkan aktivitas *acetyl coenzim A carboxylase* sebagai enzim yang berperan pada laju sintesis asam lemak, dengan mekanisme menghasilkan statin sebagai inhibitor pembentukan lemak di organ hati.

Penambahan prebiotik dan probiotik tidak berdampak negatif pada ayam broiler sehingga mempunyai pertumbuhan yang sama dengan ayam yang diberikan antibiotik, bahkan lebih dari itu bisa meningkatkan aktivitas antioksidan sehingga oksidasi lemak dapat terhambat. Pada ayam stress, oksidatif dapat dihambat dengan cara pemberian kombinasi prebiotik dan probiotik atau dikenal dengan istilah sinbiotik. Hal ini

karena kombinasi keduanya bisa meningkatkan kapasitas antioksidan di jaringan tubuh ayam, antara lain berupa superoxide dismutase (SOD) dan glutathione peroxidase (GSH-Px) (Aristides *et al.*, 2012).

Penggunaan Fitobiotik

Pada ternak, antibiotik tidak bisa lagi berperan sebagai obat terapi. Banyak penelitian ilmiah membuktikan jika pemberian antibiotik pada ternak dengan tingkat yang rendah bisa menyebabkan berkembangnya bakteri yang resisten terhadap antibiotik sehingga berisiko pada manusia yang mengonsumsi produk tersebut. Upaya yang dapat dilakukan untuk menanggulangi masalah tersebut, yaitu penggunaan herbal berbasis bahan alam yang berfungsi untuk pengobatan bakteri. Dengan demikian, penggunaan herbal yang selama ini sudah digunakan di ternak adalah alternatif yang bisa dikembangkan. Para ahli, dalam kaitannya dengan obat alami sebagai pengobatan mikroba, telah mengklasifikasikan ke dalam salah satu kajian studi yaitu fitobiotik.

Fitobiotik merupakan tanaman yang memiliki senyawa kimia yang berguna bagi kesehatan tubuh makhluk hidup. Selain itu, fitobiotik juga berperan sebagai aditif pakan dalam formulasi ransum guna meningkatkan produktivitas ternak. Produk obat alami yang berasal dari herbal sudah digunakan sebagai aditif pakan untuk ternak. Konsep pemberian herbal sebagai obat penyembuh telah ada lama, namun mekanisme kerjanya relatif lebih lama daripada obat sintetik dan mempunyai efek samping yang lebih rendah daripada obat sintetik. Pemberian herbal bisa berasal dari tanaman yang memiliki serat dan senyawa metabolik untuk memperbaiki sifat pakan, pemacu kinerja produksi ternak, dan kualitas produk (Wardah *et al.*, 2017).

Tanaman jahe (*Zingiber officinalis*) adalah herbal yang memiliki senyawa diuretik, karminatif, tonik, dan desinfektan

mengandung glukosinolat, triterpen, dan sterol (Al-Yahya, 1986). Penggunaan jahe ditujukan untuk pengganti antibiotik sebagai pemacu pertumbuhan dan produktivitas unggas yang lebih tinggi, pemanfaatan nutrisi, peningkatan palatabilitas pakan, stimulasi nafsu makan, dan peningkatan aliran cairan lambung (Owen *et al.*, 2011). Dampak penggunaan jahe muncul pada performa pertumbuhan ayam broiler yang menunjukkan bahwa penggunaan jahe segar dan bubuk jahe berpengaruh signifikan dalam meningkatkan bobot badan dan konversi pakan (Taylor, 2001). Jahe olahan juga berpengaruh signifikan pada performa pertumbuhan, bobot badan, penambahan bobot badan harian unggas, dan efisiensi pakan. Selain itu, jahe juga berpengaruh signifikan terhadap kandungan kolesterol ayam broiler yang dapat diturunkan 0.4–0.6% dengan pemberian 2% bubuk jahe (Zhang *et al.*, 2009).

Aktivitas farmakologi seperti antibakteri, antijamur, antimalaria, antiinflamasi, antidiare, antioksidan, antidiabetes, antikolesterol, dan antihiperurisemia juga ditemukan pada daun salam (*Syzygium polyanthum*). Kandungan senyawa tanin dan flavonoid pada daun salam memiliki fungsi sebagai pembersih radikal bebas (Fitriani *et al.*, 2012). Selain itu, daun salam juga memiliki senyawa saponin, steroid, fenolik, dan alkaloid. Akan tetapi, senyawa utama yang mendominasi adalah flavonoid. Flavonoid sendiri merupakan senyawa polifenol yang bermanfaat sebagai antimikroba, antivirus, antialergik, antiinflamasi, antiplatelet, antitumor, dan antioksidan yang berperan sebagai sistem pertahanan tubuh. Kuersetin dan fluoretin adalah flavonoid yang ada dalam daun salam (Harismah, 2017).

Herbal curcumin juga memiliki aktivitas bisa mensekresi endogen, antimikroba, merangsang konsumsi pakan, koksidiostatik, meningkatkan pertumbuhan, dan respons imun (Asghari *et al.*, 2010) sehingga diharapkan bisa menurunkan kolesterol dan lemak daging. Kunyit (*Curcuma domestica*) dikenal sebagai antimikroba, antioksidan, dan antiradang. Kunyit, kencur, jahe, dan temulawak mengandung minyak atsiri dari golongan sesquiterpen dan monoterpen yang bisa

meningkatkan nafsu makan, daya tahan tubuh, dan antimikroba (Jantan *et al.*, 2012). Daun seligi (*Phyllanthus buxifolius*) juga telah diketahui memiliki tannin, flavonoid, dan saponin yang cukup tinggi. Ini bisa digunakan untuk suplemen pakan unggas yang bisa menurunkan kadar kolesterol dan lemak daging serta meningkatkan produksi ternak (Wardah *et al.*, 2017).

Bahan alam lain yang berperan untuk fitobiotik yang bisa digunakan sebagai aditif pakan atau minuman sebagai pencegahan penyakit di ternak adalah kunyit, temulawak, jintan hitam, jahe, bawang putih, dan juga tanaman jenis lainnya. Penggunaan tanaman-tanaman tersebut dapat diberikan secara langsung ataupun dalam bentuk ekstraksi, sediaan bubuk yang dicampur dalam pakan ternak, dan sediaan cairan pada air minum ternak ataupun dicekokkan. Fitobiotik alami dapat bekerja dengan memengaruhi sistem syaraf, metabolisme, serta meningkatkan fungsi dan kekebalan tubuh. Rasa dan bau dari tanaman herbal bisa memengaruhi fungsi otak dengan cara menstimulasi kelenjar saliva dan sekresi cairan pencernaan pada hati, lambung, pankreas, dan usus kecil yang bermanfaat untuk mengontrol efektivitas enzim pencernaan (Asghari *et al.*, 2010). Lingkungan asam akan berdampak positif pada bakteri bermanfaat dan mempunyai efek toksik untuk bakteri patogen. Di samping itu, fitobiotik juga berperan sebagai immunomodulator atau antistress, khususnya pada ternak yang memakan antinutrisi, mengalami gangguan pencernaan atau diare sehingga dapat menstimulasi pencernaan pada periode akhir dan mencegah dari gangguan pencernaan akibat dampak antimikrobia (Wardah *et al.*, 2017).

Senyawa metabolit sekunder pada tanaman herbal berperan sebagai fitobiotik yang berguna bagi tubuh ternak, tidak hanya sebagai aditif pakan, tapi juga berguna secara bioaktivitas, biokimia, ataupun aktivitas kimia lain diharapkan bisa memperlancar fungsi kerja tubuh, terutama sistem saluran pencernaan. Senyawa seperti alkaloid, essential oils, steroid, asam, tannin, flavonoid, dan saponin diketahui bisa memperlancar fungsi kerja tubuh. Penggunaan fitobiotik dari herbal penting dilakukan dan berpotensi besar dikembangkan karena bisa

membantu melengkapi nutrisi esensial, meningkatkan pertumbuhan dan konsumsi pakan, optimalisasi pemanfaatan pakan, dan juga berdampak positif pada karakteristik teknologi dan kualitas produk. Penggunaan fitobiotik, prebiotik, probiotik, enzim, dan herbal sebagai obat merupakan beberapa alternatif aditif dan suplemen pakan (Wenk, 2000).

Tanaman herbal juga dapat meningkatkan pencernaan zat nutrisi yang berperan sebagai probiotik serta meningkatkan metabolisme asam amino, nitrogen, glukosa, dan konversi energi untuk meningkatkan bobot badan dan produktivitas ternak. Tanaman herbal juga mampu membentuk sistem imun tubuh ternak dengan mekanisme stimulasi sistem saraf pusat, mempertahankan dan memperbaiki permukaan epitel tubuh, meningkatkan fungsi ginjal dan liver, meningkatkan produksi sel darah putih, dan juga menghambat replikasi virus (Wardah *et al.*, 2017). Pemberian serbuk daun seligi (*P. buxifolius*) sebanyak 5% pada ransum unggas efektif dalam meningkatkan imunitas ternak, tidak menyebabkan infeksi dan inflamasi, serta menurunkan kadar kolesterol dan lemak daging ayam broiler (Sopandi dan Aksono, 2012). Flavonoid, tanin, dan saponin yang tinggi pada daun seligi bisa menurunkan kadar kolesterol dan lemak daging serta meningkatkan produksi pada ayam broiler dan meningkatkan kualitas telur puyuh dengan jalan menurunkan kadar kolesterolnya (Wardah *et al.*, 2017).

Berdasarkan hasil penelitian Wardah dan Sihmawati (2020), fitobiotik cair kombinasi dari serbuk kunyit; kencur; jahe; temulawak; daun salam dengan perbandingan 1:1:1:1:2 memengaruhi performa produksi dan kualitas daging ayam broiler periode *finisher*. Pemberian 30% fitobiotik bisa meningkatkan sebanyak 20% konsumsi pakan, bobot badan, dan bobot karkas. Adapun, pemberian 60% fitobiotik meningkatkan 78,58% kandungan protein daging dan menurunkan 70,54% kandungan lemak daging serta 75% kandungan kolesterol daging.

Bahan Diskusi

Fitobiotik merupakan salah satu jenis fitokimia murni yang berasal dari tanaman. Sebagai bahan aditif, fitobiotik mampu menstimulasi pertumbuhan dan sekaligus juga memelihara kesehatan ternak khususnya unggas. Lakukanlah studi *literature* jurnal-jurnal penelitian terbaru (lima tahun terakhir) tentang tanaman lokal yang berpotensi sebagai fitobiotik untuk ternak!

Soal

1. Jelaskan mekanisme kerja prebiotik untuk kesehatan ternak!
2. Jelaskan mekanisme kerja probiotik untuk kesehatan ternak!
3. Jelaskan mekanisme kerja fitobiotik untuk kesehatan ternak!

Rujukan Lebih Lanjut

Sumber buku lain yang dapat dijadikan rujukan lebih lanjut terkait materi bab ini di antaranya adalah sebagai berikut:

- Charalampopoulos, D., & Rastall, R. A. (Eds.). 2009. *Prebiotics and Probiotics Science and Technology* (Vol. 1). Springer Science & Business Media.
- Collins, J. W., La Ragione, R. M., Woodward, M. J., & Searle, L. E. 2009. "Application of Prebiotics and Probiotics in Livestock". *Prebiotics and Probiotics Science and Technology*, 1123.
- Mohammadi Gheisar, M., & Kim, I. H. 2018. "Phytobiotics in Poultry and Swine Nutrition—A Review". *Italian Journal of Animal Science*, 17(1), 92–99.





8

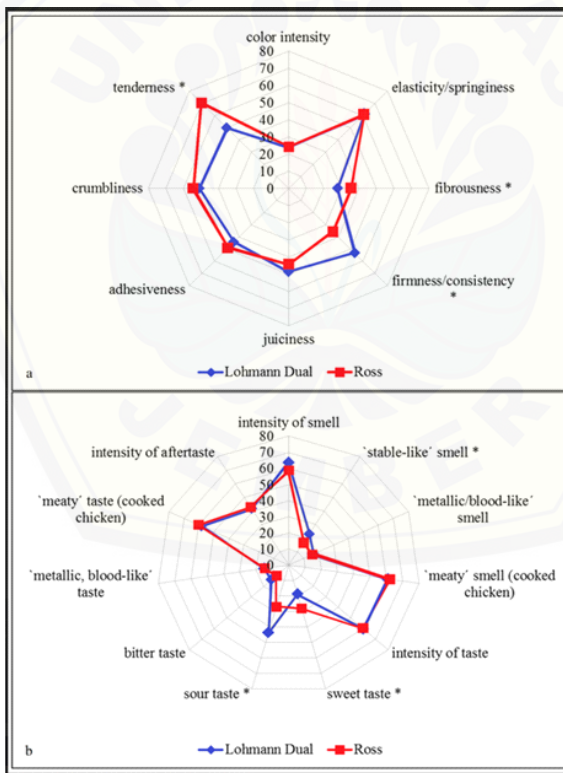
Penentuan
Kualitas Daging



Daging adalah salah satu hasil ternak yang memiliki kandungan nutrisi baik. Daging yang dikonsumsi masyarakat umumnya berasal dari ternak ruminansia yang dikenal dengan daging merah. Di sisi lain, daging yang berasal dari unggas khususnya ayam banyak dikenal sebagai daging putih. Konsumen saat ini sadar akan daging sehat serta daging yang berkualitas. Kualitas daging yang diproduksi tentunya akan berpengaruh terhadap harga dan pengolahan lebih lanjut. Daging-daging premium seperti daging wagyu, bagian *loin*, dan *tenderloin* memiliki harga jual yang lebih tinggi dengan pemanfaatannya sebagai pangan olahan seperti *steak*. Bagian *round* banyak dimanfaatkan sebagai produk olahan seperti bakso, rendang, dan dendeng.

Kualitas daging ditentukan oleh berbagai faktor yaitu genetik, status nutrisi selama produksi, dan manajemen pemeliharaan. Faktor-faktor tersebut akan berpengaruh terhadap persentase daging, lemak, dan jaringan ikat dalam suatu otot (daging) (Mir *et al.* 2017). Sekarang ini, banyak biomarker berdasarkan genetik dikembangkan untuk menentukan karakteristik dari kualitas daging dari berbagai jenis dan spesies ternak. Pada saat produksi ternak, kualitas pakan dan manajemen *animal welfare* yang memperhatikan kenyamanan ternak akan mendukung kualitas karkas. Selain itu, kualitas daging juga dipengaruhi oleh cara penyembelihan ternak seperti penanganan ternak sebelum penyembelihan yang nantinya berpengaruh pada tingkat *rigor mortis*. Perubahan gaya hidup dan sosial masyarakat ini akan memengaruhi preferensi terhadap pangan termasuk produk dan olahan daging. Pada umumnya karakteristik yang digunakan untuk menentukan kualitas daging baik daging segar maupun olahan ini erat kaitannya dengan sensori dan organoleptik, seperti penampakan umum, aroma, warna, tekstur, *juiciness*, dan bau. Kualitas biologis ditentukan dari kontaminasi mikroba terutama mikroba yang menyebabkan *food borne disease*. Tingkat kesegaran daging juga akan memengaruhi preferensi konsumen, konsumen akan memilih daging yang tampak segar karena dirasa lebih baik dan aman dibanding daging yang terlihat tidak segar yang menunjukkan daging tersebut mungkin sudah lama dan terkontaminasi.

Kualitas fisik dari daging dapat juga dinilai dari analisis sensori, fisik, kimia, dan biologis. Analisis sensori meliputi penampakan umum, tekstur, dan rasa. Sebagaimana disajikan pada Gambar 32. yang menunjukkan hasil analisis sensori dua daging ayam dari jenis yang berbeda. Bangsa Ross menunjukkan atribut *tenderness*, *crumbliness*, dan *adhesiveness* yang lebih tinggi dibanding bangsa *Lohman dual*. Pada *firmness*/konsistensi bangsa ayam Ross memiliki skor yang lebih tinggi. Kedua bangsa ayam Lohmann Dual dan Ross ini memiliki skor karakteristik warna dan elastitas yang sama. Dari atribut tekstur dan penampakan umumnya pada semua parameter (bau, *after taste*, bau daging yang masak menunjukkan skor sama, sedangkan pada rasa asam (*sour taste*) Lohmann dual memiliki skor yang lebih tinggi (Gambar 32).



Gambar 32. Karakteristik dari daging ayam strain Lohman dan Ross, (A) untuk atribut bau dan rasa dan (B) untuk atribut tekstur dan penampakan

Sumber: Siekmann et al., 2018

Pada daging merah, terutama *beef meat*, kualitas utama ditentukan oleh skor *marbling* yang dinilai dari kadar lemak intramuskuler yang ada di bagian otot *longissimus dorsi*. *Marbling* ini menggambarkan deposisi lemak dalam otot. Lemak *intramuscular* pada sapi potong sebagian besar terdiri dari sel adiposa (sel lemak) dan jaringan ikat yang mengelilingi *bundle* serat otot. Deposisi sel adiposa dalam tubuh ternak akan meningkat seiring bertambahnya umur. Pembagian deposisi lemak dalam tubuh ini juga dipengaruhi oleh bangsa dan jenis kelamin. Nutrisi yang dikonsumsi akan memengaruhi laju deposisi lemak dalam tubuh, *feed intake* yang tinggi cenderung menghasilkan laju deposisi yang lebih cepat (Oddy, 2001). *Grading* pada daging sapi ini dapat mengikuti standar USDA yang tergolong dalam kelompok *prime*, *choice* dan *select* (Gambar 33). Standar lainnya mengikuti standar Jepang dengan acuan daging sapi Wagyu dengan skor *marbling* 1–12 (Gambar 34).



Gambar 33 Grade daging berdasarkan standar USDA: Prime memiliki *marbling* tertinggi dan harga mahal; Choice cenderung memiliki *marbling* yang lebih rendah; Select memiliki *marbling* yang rendah dan kurang *juiceness*.



Gambar 34 Grade Daging Berdasarkan Standar Jepang

Sumber: Gotoh et al., 2018

Faktor-faktor yang Memengaruhi Kualitas Daging

Faktor Intrinsik

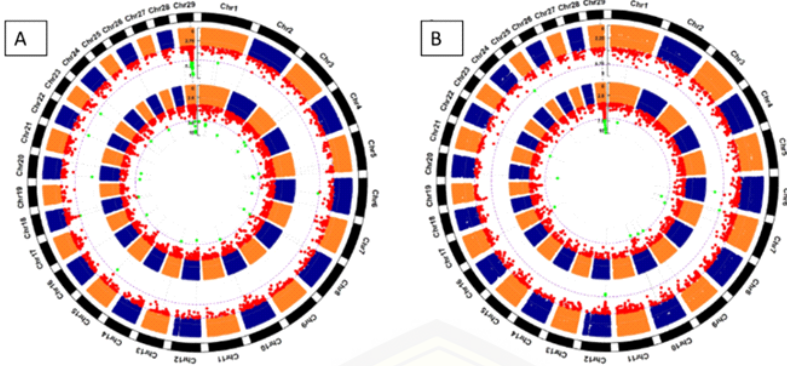
Faktor intrinsik yang memengaruhi kualitas daging, meliputi genetik, jenis kelamin, umur, bangsa.

Dari sisi genetik, strategi pemuliaan terus dilakukan dan dikembangkan untuk mendapatkan ternak yang berproduksi tinggi dan menghasilkan daging yang berkualitas dan tahan pada iklim tropis misalnya dengan menyilangkan sapi *Bos Taurus* dan *Bos Indicus*. Selain itu faktor intrinsik lain, seperti spesies, ras, jenis kelamin, umur, bobot badan juga berpengaruh nyata terhadap kualitas daging (Ripoll et al., 2011). Jenis kelamin berpengaruh nyata terhadap kualitas daging. Pada sapi

Avileña-Negra Ibérica (sapi Spanyol) dilaporkan bahwa sapi betina memiliki keempukan yang lebih baik dan lebih *juicy* dibanding jantan (Panea *et al.*, 2011). Laporan lain menjelaskan bahwa bangsa dan jenis kelamin berpengaruh nyata pada warna daging dan komponen lemak pada angsa (Uhlířová *et al.*, 2018).

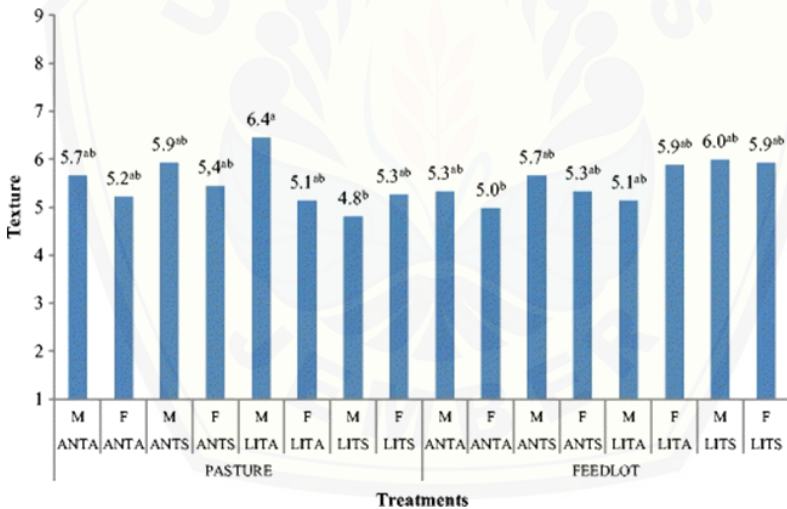
Secara genetik, sifat kualitas daging dipengaruhi oleh banyak gen, namun hasil laporan beberapa penelitian terkait kualitas daging, ada gen-gen *major* yang dapat digunakan sebagai marka untuk kualitas daging ini. Misalnya gen-gen yang memengaruhi sifat keempukan (*tenderness*), yaitu *calpastatin*, *callipge*, *myostatin*, *carwell/rib eye muscling* (REM) (Warner *et al.*, 2010). Laporan dari Sumatri *et al.* (2020) mengabarkan bahwa beberapa gen dari ayam kampung di Indonesia yang berasosiasi dengan sifat pertumbuhan dan perdagingan adalah gen *Growth Hormone Receptor* (GHR), *Myostatin*, *Calpain 1* (CAPN1), *Insuline-like growth factor binding protein 2* (IGFBP2), *Very low density lipoproteins* (VLDLs). Selain itu dilaporkan juga gen *Stearoyl-CoA desaturase* (SCD) dan *Salute carrier* (SLC23A3) berasosiasi dengan komposisi asam lemak pada daging ayam (Sumantri *et al.*, 2020).

Sedikit berbeda dengan sapi, penelitian tentang sapi Angus yang dilakukan oleh Leal-Gutiérrez *et al.* (2020) melalui platform *Whole Genome Association* (WGA) menunjukkan bahwa SNPs banyak ditemukan pada kromosom 29 yang berasosiasi pada sifat keempukan dan jaringan ikat pada daging. Beberapa gen yang berasosiasi dengan sifat keempukan (nilai *warnar blatzer shears force*) adalah *m-calpain*, ArfGAP dengan domain GTPase, *Annexin A10* (ANXA10), *Ankyrin Repeat and PH Domain 1* (AGAP1), dan *Coiled-Coil Domain Containing 80* (CCDC80). Adapun, gen-gen yang berasosiasi dengan sifat keempukan, yaitu *EMSY Transcriptional Repressor*, *BRCA2 Interactin*, *Leucine Rich Repeat Containing 3*, dan *ENSBTAG00000027438*, *Translocation Associated Membrane Protein 2*, *Metallothionein 1E*, *Integrin Subunit Alpha 2b* dan *Pellino E3 Ubiquitin Protein Ligase Family Member 2* (Leal-Gutiérrez *et al.*, 2020).



Gambar 35. Whole genome association sapi Angus terhadap A. keempukan (nilai warna blazer shears force) dan B. jaringan ikat

Sumber: Leal-Gutiérrez et al., 2020



Gambar 36. Perbedaan tekstur sensorik daging sapi dari bangsa, jenis kelamin dan system pemeliharaan yang berbeda. M = laki-laki; F = perempuan; LITA = Limousin banteng × 1/2 sapi Angus + 1/2 sapi Nellore. SEMUT = Banteng Angus × 1/2 sapi Simmental + 1/2 sapi Nellore. LITS = Limousin banteng × 1/2 sapi Simmental + 1/2 sapi Nellore. ANTA = Banteng Angus × 1/2 sapi Angus + 1/2 sapi Nellore. superscript yang berbeda berbeda nyata (P < 0,05)

Faktor Eksternal

Faktor eksternal yang memengaruhi kualitas daging adalah faktor yang berasal dari luar individu, misalnya kualitas nutrisi, manajemen pemeliharaan, *stocking density*, penanganan sebelum dan sesudah penyembelihan, dan cara penyembelihan. Faktor-faktor tersebut terlibat dalam penentuan kualitas daging yang dihasilkan. Sapi yang dipelihara di padang rumput menghasilkan karkas segar lebih rendah (260,57 kg) dibanding dipelihara di *feedlot* (292,39 kg). Begitu juga dengan kandungan nutrisi lainnya seperti persentase IMF, kolesterol, dan komposisi asam lemak (Morales *et al.* 2012). Stres akut sebelum pemotongan berpengaruh nyata menghasilkan daging *pale soft exudate* (PSE).

Faktor pakan juga memegang peranan penting dalam penentuan kualitas daging, terutama daging unggas. Pada unggas, kualitas dan nutrisi pakan akan merefleksikan kualitas dan nutrisi dagingnya. Perkembangan unggas erat kaitannya dengan pakan yang diberikan baik untuk pertumbuhan rangka, daging, dan deposit lemak. Pemberian pakan tinggi karbohidrat dapat menurunkan lemak karkas dan persentase karkas termasuk persentase daging dada ayam broiler. Akan tetapi, pemberian pakan dengan karbohidrat tinggi tidak memengaruhi kualitas sensori daging. Hal ini disebabkan karena kelebihan energi pakan yang melebihi kebutuhan protein optimal membutuhkan umpan balik sehingga keseimbangan dapat tercapai yaitu dengan meningkatkan komposisi lemak daging dan menurunkan massa otot. Sebaliknya, jika protein berlebih, produksi daging akan meningkat (Mir *et al.*, 2017).

Pada ternak ruminansia, level energi dan protein pada pakan secara signifikan memengaruhi karakteristik karkas (*Dressing percentage* dan komposisi karkas) yakni pakan tinggi protein menghasilkan persentase daging yang lebih tinggi dan persentase lemak yang lebih rendah. Pakan tinggi protein juga akan menghasilkan persentase protein daging yang tinggi, sedangkan pakan rendah protein akan menghasilkan persentase lemak intramuskuler yang lebih tinggi. Level protein dan energi pakan

tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan, sifat kualitas daging dan profil nutrisi (profil asam amino dan asam lemak) serta kualitas sensori (Li *et al.*, 2014). Pemberian hijauan segar juga akan menghasilkan konsentrasi n-3 PUFA pada lemak otot lebih tinggi baik dalam bentuk *triasilgliserol* ataupun fraksi fosfolipid dibanding diberi pakan konsentrat.

Modifikasi pakan untuk menghasilkan daging sehat juga telah banyak dilakukan terutama yang berhubungan dengan kandungan SFA dan kolesterol. Keduanya dilaporkan berasosiasi dengan penyakit kardiovaskuler. Hal ini juga menjadi perhatian para peneliti untuk menghasilkan daging yang rendah SFA dan tinggi PUFA. Dilaporkan bahwa sapi yang diperlihara pada padang penggembalaan (*pastura*) dan *feedlot* memiliki kandungan EPA sebanyak 15 dan 4 mg per 100g daging dan kandungan DHA sebanyak 12 dan 6 mg per 100g daging. Peningkatan n-3 PUFA ini memengaruhi sifat sensori daging yakni daging yang memiliki n-3 PUFA tinggi memiliki skor atribut aroma amis yang lebih tinggi dan *color shelf life* yang lebih rendah (Scollan *et al.*, 2014).

Pengukuran Kualitas Daging

Kualitas Fisik

Secara fisik, daging dapat dikategorikan dalam enam kelompok:

- a. Daging segar yang dilayukan atau tanpa pelayuan.
- b. Daging dingin (daging segar dengan perlakuan pelayuan kemudian didinginkan sampai suhu 4°C)
- c. Daging beku merupakan daging segar dengan perlakuan pelayuan, pendinginan, kemudian pembekuan.
- d. Daging masak adalah daging yang telah dimasak.
- e. Daging asap adalah daging dengan perlakuan pengasapan.
- f. Daging olahan.

Daging-daging tersebut dapat berasal dari berbagai macam ternak seperti sapi, kuda, kerbau, domba, kambing, ikan, unggas, dan dari hewan lainnya (Soeparno, 2010). Dikatakan sebagai daging segar karena daging tersebut belum mendapatkan perlakuan pengolahan apa pun dan dapat dijadikan sebagai bahan baku pengolahan dan bahan pangan (Desroiser, 1998). Menurut Aberle *et al.* (2001) daging tersusun dari komponen-komponen utamanya yakni otot, jaringan ikat, dan jaringan syaraf. Otot-otot daging sebagian besar adalah otot rangka dan dalam jumlah kecil merupakan otot polos, sisanya merupakan jaringan tulang, lemak, dan tulang rawan.

Secara fisik, kualitas daging dapat diamati melalui variabel keempukan daging, pH, daya mengikat air, dan susut masak (Suantika *et al.*, 2017). Besarnya level kolagen dalam daging sebagai penyusun jaringan ikat memberikan pengaruh terhadap tingkat keempukan daging, daging yang berasal dari otot aktif menghasilkan karakteristik daging lebih alot dibanding dengan daging yang berasal dari otot yang kurang aktif (Purbowati *et al.*, 2006). Nilai pH daging ini merupakan indikator kualitas daging, pH yang rendah menunjukkan adanya akumulasi asam laktat hasil glikolisis. Daging yang baru memasuki awal postmortem mempunyai pH selitar 7,0–7,2 dan pada saat mulai rigor mortis, pH daging akan turun dan nilai pH-nya sekitar 5,9 dan setelah 24 jam pH daging sebesar 5,5 (Soeparno, 2010). Lawrie (2003) menyebutkan bahwa pH daging akan mengalami penurunan sampai mencapai pH akhir setelah *postmortem*. Penurunan tersebut dipengaruhi oleh laju glikolisis sehingga nilai pH tidak pernah lebih rendah dari 5,3. Jika nilai pH di bawah 5,3, berbagai enzim yang terlibat dalam proses glikolisis menjadi tidak aktif. Penimbunan dan pembentukan asam laktat memengaruhi pH akhir daging setelah postmortem. Jumlah timbuhan asam laktat dipengaruhi oleh cadangan glikogen otot ketika disembelih. Proses penimbunan asam laktat terhenti apabila cadangan glikogen otot habis dan kemudian pH daging menjadi rendah. Kondisi pH yang rendah ini dapat menghentikan kinerja enzim selama proses glikolisis

yang terjadi secara *anaerobic* pada saat *postmortem*. Pada umumnya pH daging adalah antara 5,4–5,5. Soeparno (2010) menjelaskan bahwa penurunan pH daging dipengaruhi oleh faktor intrinsik, yaitu bangsa/spesies, tipe otot, kadar glikogen dalam otot, dan keragaman lain di antara ternak. Adapun, faktor ekstrinsik yang memengaruhi penurunan pH daging, yaitu kondisi suhu lingkungan sekitar, penambahan bahan aditif, kondisi ternak termasuk stres sebelum penyembelihan.

Glikogen merupakan sumber energi untuk reaksi glikolisis yang memengaruhi nilai pH dari otot yang secara bertahap mengalami penurunan 5,5 yang membentuk asam laktat. Apabila glikolisis berhenti ATP akan habis dan berhenti kemudian daging akan menjadi kaku yang disebut proses *rigormortis* (Sivasankar, 2002). Nilai pH daging yang menurun secara cepat akan mengakibatkan warna daging menjadi lebih pucat. Daya ikat protein daging terhadap cairan lebih rendah (DMA menurun) mengakibatkan permukaan daging basah karena adanya cairan yang keluar dari permukaan potongan daging yang disebut *drip* atau *weep* (Forrest *et al.*, 1975). Jika ternak mengalami stress saat penyembelihan atau kelelahan sebelum dipotong, kandungan glikogen pada otot akan menipis sehingga konsentrasi asam laktat tidak bisa membuat pH mencapai angka 5,6. Apabila pH daging terlalu tinggi (6,2), daging akan berwarna gelap, keras, kering, dan biasa disebut DFD (*Dark Firm Dry*). Besarnya pH daging ayam lebih tinggi dibanding daging sapi, laporan dari Prayitno dan Suryanto (2012) menjelaskan bahwa pH daging ayam broiler tanpa diberi perlakuan (*treatment*) apa pun sebesar 6.11–6.25. pH daging ayam yang lebih tinggi dilaporkan oleh Afrianti *et al.* (2013), yaitu pH daging ayam rata-rata sebesar 6.79 dalam rentang masa penyimpanan antara 6–12 jam. Semakin lama waktu pengukuran dari pemotongan, pH daging akan semakin rendah, sesuai pernyataan dari Suradi (2008) yang menyebutkan bahwa pH daging ayam broiler sebesar 6.31 pada saat setelah pemotongan langsung, kemudian menurun seiring lama waktu setelah pemotongan, dengan rincian 2, 4, 6, 8, 10, dan 12 jam

setelah pemotongan pH berturut-turut sebesar 6.24, 6.16, 6.10, 6.02, 5.96, dan 5.82.

Daya mengikat air yang tinggi akan menyebabkan serabut otot menjadi lebih besar dan cahaya yang diserap semakin banyak sehingga daging terlihat gelap (Soeparno, 2005). Kemampuan protein dari daging untuk mengikat air atau air yang ditambahkan disebut daya mengikat air (*Water Holding Capacity*). Adanya daya mengikat air akan memengaruhi warna daging, cita rasa, dan tekstur. Beberapa faktor yang memengaruhi daya mengikat air adalah pH, rigor mortis, dan daging. Daya mengikat air dari protein dalam daging, dapat ditentukan dengan cara *cooking loss* dan *drip loss*. Pengertian *cooking loss* adalah berat yang hilang (penyusutan berat) selama proses pemasakan, sedangkan *drip loss* adalah cairan atau (eksudat) yang keluar dari daging tanpa adanya penerapan tekanan dari luar. Soeparno (2010) juga menyebutkan faktor-faktor yang memengaruhi DMA adalah spesies, umur, fungsi otot, pakan, transportasi, temperatur, kelembapan, penyimpanan, jenis kelamin, dan kesehatan.

Daya mengikat air (DMA) selain dipengaruhi oleh faktor di atas juga dipengaruhi oleh sesaat penyembelihan yang akan memengaruhi kualitas daging postmortem. Hal ini berkaitan dengan jumlah cadangan glikogen otot yang tersisa setelah penyembelihan yang memengaruhi nilai pH daging dan proses rigor mortis sehingga akan menentukan kemampuan protein untuk mengikat air melalui perubahan-perubahan fisiko-kimia pada otot. Peningkatan aktomiosin karena penurunan pH akan menurunkan daya mengikat air protein daging dan menyebabkan denaturasi protein sehingga air berpindah ke ruang ekstraseluler akan lebih cepat (Soeparno, 2010). Lawrie (2003) menyatakan bahwa daya mengikat air dipengaruhi oleh pH, semakin tinggi pH semakin tinggi pula daya mengikat air atau nilai mgH₂O kecil. Penurunan pH yang cepat disebabkan oleh banyaknya protein sarkoplasmik yang terdenaturasi dan menyebabkan peningkatan pada aktomiosin untuk berkontraksi sehingga cairan dalam protein daging keluar. Suryati (2005) juga menyebutkan bahwa persentase air yang keluar dari sampel daging dapat

digunakan untuk mengetahui kemampuan daging dalam mengikat air (DMA). Semakin tinggi air yang keluar dari daging, DMA dari daging tersebut semakin rendah.

Tabel 14. Sifat Fisik Daging dari Beberapa *Breed* Sapi yang Berbeda

Parameter	Sapi Bali ^a	Sapi Wagyu ^a	Sapi PO ^b	ANGPO ^c	LIMPO ^c
Daya Ikat Air (%)	66,13	63,84	26,26	52,38	53,62
Susut Masak (%)	31,74	32,29	-	46,78	49,20
pH	5,75	5,20	6,03	5,2	5,2

Sumber: a. Suwiti et al. (2017); b Rosyidi et al. (2010) sifat kimia otot longissimus dorsi; c. Luthfi dan Affandhy (2014) sifat fisik otot biceps femoris

Soeparno (2005) menyatakan bahwa besarnya *cooking loss* dipengaruhi oleh daya dari sifat mekanik myofibril dan jaringan ikat dengan bertambahnya umur ternak, terutama peningkatan panjang sarkomer. Variasi *cooking loss* pada ternak sebesar 15%–54,5% dengan rata-rata antara 15%–40%. Karakteristik daging dengan nilai *cooking loss* lebih rendah mempunyai kualitas lebih baik jika dibandingkan dengan *cooking loss* yang besar. Hal ini terjadi karena selama pemasakan nutrisi yang hilang lebih sedikit, saat *cooking loss* juga rendah. Nutrisi daging tersebut erat kaitannya dengan besarnya kadar air daging, yaitu jumlah air terikat di dalam dan di antara serat-serat otot. Parameter kualitas fisik lainnya yaitu daya ikat air (*Water Holding Capacity*). Jika daya ikat air rendah, maka nilai susut masak akan tinggi. Daya ikat air ini dipengaruhi oleh besarnya nilai pH daging. Nilai pH daging yang lebih tinggi atau lebih rendah dari titik isoelektrik daging dapat menyebabkan nilai susut masak daging rendah.

Kualitas fisik juga dapat dinilai secara uji sensori atau organoleptik. Pendekatan uji sensori ini dilakukan melalui tiga teknik (Lawless dan Heymann, 2010):

a. Uji Perbedaan (*Discrimination Testing*)

Uji pembeda ini bertujuan untuk mengetahui apakah ada perbedaan karakteristik di antara dua produk. Atribut yang digunakan meliputi aroma, rasam warna, tesktur. Perbedaan yang muncul pada produk yang diamati dapat berasal dari perubahan/penambahan bahan baku, perubahan cara atau proses pengolahan, dan perubahan pada kemasan. Uji pembeda ini dapat dilakukan secara keseluruhan (*overall difference test*) dan terhadap atribut tertentu (*attributes difference test*) seperti yang telah dijelaskan (Gambar 36).

b. Uji Deskriptif (*Descriptive Analysis*)

Uji deskriptif bertujuan untuk mendapatkan gambaran umum sensori produk, mengidentifikasi *ingredient* tertentu atau proses tertentu yang dilakukan dan menentukan atribut penting untuk tujuan menganalisis penerimaan produk oleh konsumen. Uji ini menggunakan metode deskripsi dan determinasi secara kualitatif dan kuantatif dari produk. Panelis yang menguji ini merupakan panelis terlatih yang konsisten dan *reproducible*.

c. Uji Afektif (*Affective Test*)

Bertujuan untuk mengukur penerimaan (preferensi) terhadap produk secara keseluruhan dan atau atribut-atribut tertentu seperti rasa, aroma, warna, penampakan, dan tekstur dari individu. Penerimaan yang dimaksud di sini adalah pengukuran terhadap rasa suka dari suatu produk misalnya dengan pertanyaan “seberapa besar kesukaan anda terhadap produk?” Pengukuran tingkat penerimaan dapat menggunakan skala hedonik (1–9, 1–7, 1–5, dan lain-lain). Adapun pengukuran preferensi digunakan untuk mengukur tingkat kesukaan suatu produk dibanding produk lain misalnya dengan pertanyaan “produk mana yang lebih anda sukai?” Panelis yang dilibatkan dalam pengujian ini minimal

25–50 (skala laboratorium), 50–100 (skala perumahan), dan 50–300 (skala lokasi).

Kualitas Kimia

Nilai gizi dari daging ini termasuk dalam kualitas kimia. Secara umum kualitas kimia dapat dilihat dari kandungan *nutrient* daging yang meliputi kadar air, lemak, protein, serat, dan karbohidrat. Kualitas kimia dari daging juga dapat berubah seiring dengan perubahan perlakuan, baik pengolahan maupun pengemasan. Daging unggas segar memiliki kandungan protein sebesar 18,4 dan 23,4%, lipid sebesar 1,3 dan 6,0%, dan mineral sebesar, 0,8 dan 1,2% (Culioli *et al.* 2003). Berbeda dengan daging sapi (*red meat*), daging ayam tidak mengandung lemak trans (Greger 2014). Lemak trans ini memiliki kontribusi terhadap penyakit jantung koroner.

Tabel 15 Sifat Kimia Daging dari Beberapa *Breed* Sapi yang Berbeda

Parameter	Sapi PO ^a	Sapi Silangan ^a	Peranakan Simental ^b	Sapi Pesisir ^b
Kadar air (%)	73,80	76,85	73,54	68,73
Protein (%)	17,38	15,10	16,59	19,86
Lemak	4,83	12,14	5,61	4,70

Sumber: a. Rosyidi et al. (2010) sifat kimia otot longissimus dorsi, b=Khasrad et al. (2016) sifat kimia otot biceps femoris

Kualitas Mikrobiologis

Kualitas mikrobiologis ditentukan dari kerusakan daging diakibatkan oleh adanya pertumbuhan mikroba dari ternak, kontaminasi dari lingkungan saat pemotongan atau selama pengolahan dan pemasaran. Mikroba kontaminan yang berkembang di daging ini aktivitasnya dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain kandungan *nutrient* daging, kebersihan selama pemotongan dan penanganan pasca-pemotongan, waktu dan suhu penyimpanan, ketersediaan oksigen, pH, dan

kandungan air daging. Selain kadar air, nilai *aw* juga penting dalam menentukan kualitas daging dan produk olahan daging. Nilai *aw* daging ayam di pasar dilaporkan sebesar 0,85, namun pada nilai ini bakteri masih dapat tumbuh dalam daging (Hajrawati *et al.* 2016). Standar daging sapi (SNI 3932:2008) dan ayam (SNI 3924:2009) mensyaratkan bahwa daging harus terbebas dari kontaminasi bakteri tertentu atau tidak melebihi batas maksimal yang telah dipersyaratkan sebagaimana Tabel 16.

Tabel 16. Persyaratan Mutu Mikrobiologis pada Daging Sapi dan Ayam

No	Jenis	Daging Sapi	Daging ayam
1	Total plate count (cfu/g)	Maks 1×10^6	Maks 1×10^6
2	Coliform (cfu/g)	Maks 1×10^2	Maks 1×10^2
3	Staphylococcus aureus (cfu/g)	Maks 1×10^2	Maks 1×10^2
4	Salmonella sp (per 25 g)	negatif	negatif
5	Escherichia coli (cfu/g)	Maks 1×10^1	Maks 1×10^1
6	Campylobacter sp (cfu/g)	-	negatif

Bahan Diskusi

Carilah referensi hasil penelitian mengenai bahan pakan yang dapat meningkatkan kualitas fisik dan kimia daging dan produk olahan daging, baik daging ayam, kambing/domba, maupun sapi.

Soal

1. Jelaskan apa saja uji untuk menilai kualitas fisik daging.
2. Jelaskan uji yang digunakan untuk menilai kualitas kimia daging.
3. Jelaskan macam-macam uji sensori.

Rujukan Lebih Lanjut

Sumber buku lain yang dapat dijadikan rujukan lebih lanjut terkait materi bab ini di antaranya sebagai berikut:

Bean NRCPotW. 1975. *The Winged Bean: A High-protein Crop for the Tropics*. National Academies.







Daftar Istilah

Aditif: zat tambahan.

Alternatif antibiotik: bahan alami yang memiliki aktivitas antimikrobia sehingga dapat digunakan sebagai alternatif penggunaan antibiotik.

Animal welfare: kesejahteraan ternak yang menerapkan 5 prinsip hak asasi hewan.

Antiinflamasi: antiradang.

Antimikroba: senyawa yang memiliki daya hambat terhadap aktivitas mikroorganisme lain.

Antimikrobia: senyawa yang dapat merusak hingga membunuh mikrobia patogen.

Asam laurat: salah satu asam lemak rantai menengah dengan jumlah atom C 12.

Bakteriosin: senyawa protein yang memiliki efek bakterisida terhadap mikroorganisme lain.



biaya produksi: biaya yang dikeluarkan dalam proses produksi usaha peternakan.

Bioaktivasi: pengaktifan kembali formasi enzim untuk kembali bertransformasi.

Biotransformasi: perubahan atau modifikasi senyawa kimia oleh organisme tertentu.

Cabang: anak perusahaan di kota lain.

Daging: jaringan otot setelah postmortem.

Daya dukung wilayah: daya dukung pakan atau tanaman pakan pada suatu wilayah.

Daya hambat: kemampuan suatu zat bahan alami tanaman untuk menghambat pertumbuhan mikrobia.

Dermatitis: radang kulit.

Efisiensi: jumlah pakan yang digunakan terhadap bobot badan yang dihasilkan.

Efisiensi: usaha untuk mencapai hasil yang maksimal dengan pengeluaran yang minimal.

Esensial: senyawa penting dalam tanaman.

Estrogenic: senyawa pemicu abnormalitas sistem hormonal.

Fagositosis: proses sel imun tubuh menelan mikrobia.

Farmakologi: ilmu yang mempelajari obat-obatan dan pengaruhnya pada makhluk hidup.

Finisher: periode pertumbuhan akhir ayam broiler.

Fisiologis: ciri-ciri tubuh.

Fitobiotik: senyawa fitokimia dari tanaman/tumbuhan.

Genotoksisitas: kerusakan informasi genetik dalam sel yang dapat menyebabkan mutase sel.

Glutation: tripeptida (*L-glutamil-Lsistenil-glisin*) yang memainkan peran utama dalam biotransformasi dan ekskresi xenobiotika dan pertahanan sel terhadap oxidative stress.

Grower: periode pertumbuhan pesat ayam.

Gynecomastia: pembesaran payudara pada pria secara abnormal.

Hasil samping: produk ikutan selain hasil utama.

Hepatoksik: radang hati.

Imunomodulator: zat yang dapat meningkatkan imun tubuh.

Imunosupresif: penurunan sistem kekebalan tubuh.

***In vitro*:** dilakukan dengan alat laboratorium yang dikondisikan seperti saluran pencernaan ruminansia.

Integrasi: melibatkan dari segala sektor untuk saling mendukung dan menghasilkan produk bernilai.

Isolate: pisahan galur mikroba dari populasi campuran alami mikroba hidup.

Jerami: hasil samping tanaman seperti padi, jagung, tebu, dan lain-lain.

Karsinogenik: senyawa pemicu kanker.

Karsinogenisitas: proses pembentukan kanker.

Karsinoma: kanker yang berkembang dari jaringan kulit atau sel epitel.

Kolaborasi: kerja bersama baik secara langsung maupun berdasar hasil riset.

Komponen: bagian dari suatu sistem.

Konjugasi: transfer senyawa genetik.

Kontaminasi: kondisi pencampuran yang dapat memberikan efek baik maupun buruk.

Krusial: penting.

Layer: ayam petelur.

Leukopenia: rendahnya sel darah putih dalam tubuh.

Lipoperoksidasi: proses degradasi oksidatif lemak.

Lokal: bahan pakan yang banyak diproduksi/ditemukan di suatu wilayah.

***Medium chain fatty acid*:** asam lemak dengan rantai karbon menengah.

Mikotoksikosis: keracunan akibat mengonsumsi pakan yang terkontaminasi kapang penghasil racun.

Mikotoksin: metabolit sekunder dari spesies jamur toksigenik.

Monogastrik: hewan ber lambung tunggal dan tidak dapat mencerna pakan dengan kandungan serat kasar tinggi, contoh ternaknya adalah berbagai jenis unggas.

Morbidity: angka kesakitan.

Mortality: kematian.

Mutagenik: senyawa pemicu mutasi.

Nephropathies/Neprotoksik: penyakit akibat rusaknya ginjal.

Neurotoksik: toksin yang bereaksi dengan sel-sel saraf.

Nutrisi: zat yang diperlukan oleh tubuh untuk tumbuh dan berkembang, serta kebutuhan lainnya sesuai status fisiologi ternak.

Palatabilitas: respons daya suka terhadap makanan tertentu.

Pathogen/pathogen: mikroorganisme berbahaya yang bersifat parasite dan dapat menimbulkan penyakit.

Pathway: jalur mekanisme sintesis suatu produk.

Phytoalexins: zat antimikroba atau antioksidan dari tanaman.

potensi genetik: potensi yang dimiliki suatu spesies yang diturunkan secara genetik.

Preventif: tindakan pencegahan.

Prospek: potensial untuk dikembangkan.

Reseptor: molekul protein/sel saraf yang menerima rangsangan/sinyal kimia dari luar sel.

Rigor mortis (kaku karena kematian pada mayat): yaitu perubahan tekstur daging yang mana jaringan otot mengeras, kaku, dan tidak mudah digerakkan.

Rumen: bagian dari lambung ternak ruminansia.

Ruminansia: ternak memamah biak yang menelan pakan kemudian melakukan ruminasi, memiliki empat bagian lambung, yaitu rumen, retikulum, amasum, dan abomasum.

Satuan ternak: satuan yang digunakan untuk memperkirakan kemampuan suatu padang penggembalaan mencukupi kebutuhan pakan.

Self pollinating: polinasi sendiri.

Selulosa: senyawa organik terdiri dari rantai linier dengan ikatan β unit D-glukosa 100-lebih dari puluhan ribu dan merupakan komponen utama dinding sel tanaman hijau.

Sensori: atau sistem indra merupakan bagian dari sistem saraf yang berfungsi dalam proses penilaian produk/barang dengan indra.

Sintesis: proses pengeluaran zat/senyawa tertentu.

Staphylococcus aureus: bakteri Gram positif, biasa dijumpai pada kulit dan merupakan penyebab kasus mastitis di hampir seluruh dunia.

Starter: fase pertumbuhan ayam muda umur 1-21 hari.

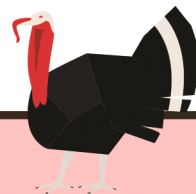
Teknologi nano: teknologi dengan memecah ukuran partikel menjadi ukuran nano.

Toksik: racun.

Topikal: dioles pada permukaan kulit.

Zero Waste: sistem peternakan yang menggunakan seluruh hasilnya termasuk limbah untuk diolah menjadi produk yang bermanfaat dan dapat digunakan untuk pupuk atupun lainnya.





Indeks

A

aditif 40, 56, 57, 66, 87, 98, 102, 105, 107, 108, 109,
121

antiinflamasi 66, 106

antimikroba 48, 57, 65, 72, 106, 107

B

bakteriosin 49, 57, 100, 101

bioaktivasi 15, 16, 20

Biotransformasi 19, 21

D

dermatitis 28



E

efisiensi 42, 61, 65, 70, 78, 83,
91, 106
estrogenic 25

F

farmakologi 66, 106
finisher 85, 91, 92
fisiologis 59, 92, 93, 94, 95, 96
fitobiotik 66, 68, 87, 105, 107,
108, 109

G

genotoksisitas 23, 25
glutation 16, 17, 19, 20

I

imunosupresif 28

K

karsinogenik 15, 16, 18, 19, 20
karsinogenisitas 23, 25
karsinoma 12, 15
konjugasi 15, 16, 19, 20
kontaminasi 12, 14, 17, 22, 26,
28, 29, 30, 31, 57, 112,
125, 126

L

layer 14, 89, 90, 96
leukopenia 28
Lipoperoksidasi 23

M

Mikotoksikosis 13
mikotoksin 12, 13, 14, 21, 25,
26, 27, 28, 29, 30, 31
mortality 66
mutagenik 15, 16, 19

N

nephropathies 12

P

palatabilitas 106
patogen 15, 49, 56, 57, 66, 99,
100, 101, 102, 107
phytoalexins 66

R

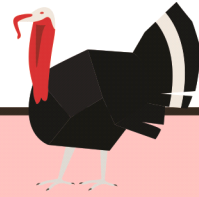
reseptor 25, 101
ruminansia 9, 22, 34, 54, 58,
59, 60, 62, 63, 74, 82, 94,
112, 118

S

selulosa 35, 41, 44, 46, 56, 82
sintesis 19, 23, 24, 76, 82, 85,
104
starter 38, 82, 89, 92

T

toksik 12, 13, 14, 15, 16, 18,
19, 20, 22, 23, 24, 25, 27,
57, 102, 107



Daftar Pustaka

- Abbas A, Valez H, Dobson AD. 2009. “Analysis of the Effect of Nutritional Factors on OTA and OTB Biosynthesis and Polyketide Synthase Gene Expression in *Aspergillus Ochraceus*”. *Int J Food Microbiol*, 135, 22–27
- Abdullah, S., 2017. “Kualitas Silase Ransum Komplek Sapi Perah Berbahan Dasar Rumput Gajah Menggunakan Silo dan Teknik Pematatan”. Skripsi. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor.
- Abdurrahman, Z. H., & Yanti, Y. 2018. “Gambaran Umum Pengaruh Probiotik dan Prebiotik pada Kualitas Daging Ayam”. *Ternak Tropika Journal of Tropical Animal Production*, 19(2), 95–104.
- Abdurrahman, Z. H., Pramono, Y. B., & Suthama, N. 2016. “Feeding Effect of Inulin Derived from Dahlia Tuber Combined with *Lactobacillus* sp.



- on Meat Protein Mass of Crossbred Kampong Chicken”. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 41(1).
- Aberle, E. D., J. C. Forrest, H. B. Hendrick, M. D. Judge and R.A. Merkel. 2001. *Principles of Meat Science*. W. H. Freeman and Co., San Fransisco.
- Adams, C. A. 2000. “The Role of Nutricines in Health and Total Nutrition”. *Proc. Aust. Poultr. Sci. Sym.* 12: 17–24.
- Afrianti, M., Dwiloka, B., & Setiani, B. E. 2013. “Total Bakteri, pH, dan Kadar Air Daging Ayam Broiler Setelah Direndam dengan Ekstrak Daun Senduduk (*Melastoma malabathricum* L.) Selama Masa Simpan”. *Jurnal Pangan dan Gizi*, 4(1).
- Agustono, B., Lamid, M., Ma’ruf, A., & Purnama, M. T. E. 2017. “Identifikasi Limbah Pertanian dan Perkebunan sebagai Bahan Pakan Inkonvensional di Banyuwangi”. *Jurnal Medik Veteriner*, 1(1), 12–22.
- Ahmad, R. Z. 2009. “Cemaran Kapang pada Pakan dan Pengendaliannya”. *J. Litbang Pertanian*, 28 (1): 15–22.
- Al-Yahya, M. A. 1986. *Phytochemical Studies of the Plants Used in Traditional Medicine of Saudi Arabia. Fitoterapia and Sensorial Quality and on the Acceptance of the Meat of Young Bulls of the Iberian BLACK-IBERIAN*
- Aristides, L. G. A., Paião, F. G., Murate, L. S., Oba, A., & Shimokomaki, M. 2012. “The Effects of Biotic Additives on Growth Performance and Meat Qualities in Broiler Chickens”. *International Journal of Poultry Science*, 11(9), 599.
- Armayanti, A.K., Salam, A., dan Syamsuryadi, B. 2021. “Pemanfaatan Fitobiotik Tepung Batang Brotowali terhadap Performans Broiler”. *Tarjih Tropical Livestock Journal*, 1(1), 23–30.
- Asghari, G., Mostajeran, A., & Shebli, M. 2010. “Curcuminoid and Essential Oil Components of Turmeric At Different

- Stages of Growth Cultivated in Iran”. *Research in Pharmaceutical Sciences*, 4(1), 55–61.
- Astuti, R., Sinaga, S. M., & Putra, E.D.L. 2015. “Effect of Taking Virgin Coconut Oil to the Breast Milk Secretion and Inspection of Medium Chain Fatty Acids Contain”. *Int. J. Pharm. Tec. Res.* 7 (3): 481–487.
- Bach SJ, McAllister TA, Baah J, Yanke LJ, Veiraz DM, Gannon VPJ, Holley RA. 2002. “Persistence of *Escherichia coli* O157:H7 in Barley Silage: Effect of A Bacterial Inoculant”. *J of Applied Microbiology.* 93: 288–294.
- Badan Pusat Statistik. 2021. 12 Agustus 2021. <<https://bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/868>>.
- Badan Pusat Statistik. 2021. 12 Agustus 2021. <<https://st2013.bps.go.id/dev2/index.php/site/tabel?tid=70&wid=0>>.
- Bakara, O., Santoso, L., & Heptarina, D. 2013. “Enzim Mananase dan Fermentasi Jamur untuk Meningkatkan Kandungan Nutrisi Bungkil Inti Sawit pada Pakan Ikan Nila Best (*Oreochromis niloticus*)”. *Aquasains*, 2(1), 69–72.
- Bammler, T. K., D.H. Slone, and D.L Eaton. 2000. “Effects of Dietary Oltipraz and Ethoxyquin on Aflatoxin B1 Biotransformation in Non-Human Primates”. *J. Toxicol. Sci.* 54. 30–41.
- Bata, M. 2008. “Pengaruh Molases pada Amoniasi Jerami Padi Menggunakan Urea terhadap Kecernaan Bahan Kering dan Bahan Organik In Vitro”. *Jurnal Agripet*, 8(2), 15–20.
- Bataccone G, Nudda A, Pulina G. 2010. “Effect of Ochratoxin A On Livestock Production”. ISSN 2072-6651. doi: 10.3390
- Bestari, J., A. Thalib Dan H. Hamid. 2000. “Pengaruh Kombinasi Pemberian Pakan Silase Jerami Padi Cairan Rumen Kerbau dan Molase terhadap Pertambahan Bobot Badan Sapi Peranakan Ongole”. *Pros. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner.* Puslitbang Peternakan, Bogor. Him. 242–250.

- Beylot, M. 2005. "Effects of Inulin-type Fructans on Lipid Metabolism in Man and in Animal Models". *British Journal of Nutrition*, 93(S1), S163–S168.
- Biomim. 2009. "Mycotoxins Affect Everyone". 18 Juli 2021. <<http://www.mycotoxins.info/mycoinfo/science.html>>.
- Bluma, R. V. and Etcheverry M.G. 2008. "Application of Essential Oils in Maize Grain: Impact on *Aspergillus flavus* Section Growth Parameter and Aflatoxin Accumulation". *Food Microbiology* 25: 324–334.
- Bozic, M., Newton, J., Thraen, C. S., & Gould, B. W. 2012. "Mean-reversion in Income Over Feed Cost Margins: Evidence and Implications for Managing Margin Risk by US Dairy Producers". *Journal of Dairy Science*, 95(12), 7417–7428.
- Breed. *ITEA Informacion Tecnica Economica Agraria* 107(3): 239–250.
- BSN Badan Standar Nasional. 2006. SNI 3929:2006 tentang *Pakan Babi*. Jakarta (ID):Badan Standardisasi Nasional.
- Buza, M. H., Holden, L. A., White, R. A., & Ishler, V. A. 2014. "Evaluating the Effect of Ration Composition on Income Over Feed Cost and Milk Yield". *Journal of Dairy Science*, 97(5), 3073–3080.
- Bylka W, Matlawska I, Pilewski NA. 2004. "Natural Flavonoids As Antimicrobial Agents". *J Am Nutraceutical Assoc*, 7: 24–31
- Cavallini, D. C., Bedani, R., Bomdespacho, L. Q., Vendramini, R. C., & Rossi, E. A. 2009. "Effects of Probiotic Bacteria, Isoflavones and Simvastatin on Lipid Profile and Atherosclerosis in Cholesterol-Fed Rabbits: A Randomized Double-Blind Study". *Lipids in Health and Disease*, 8(1), 1–8.
- Chen, X., B. Grenier and T.J. Applegate. 2013. *Aflatoxins in Poultry*. Expert Reviewed. Purdue Extension.
- Cole, R., J. and Cox, R. H. 1981. *Handbook of Toxic Fungal Metabolites*. New York: Academic Press.

- Collins MD, Gibson GR. 1999. "Probiotics, Prebiotics, and Synbiotics: Approaches for Modulating Themicrobial Ecology of the Gut". *J Clin Nutr.* 69: 1052–1057.
- Culioli J, Berri C, Mouro J. 2003. "Muscle Foods: Consumption, Composition, and Quality". *Sci Aliment* 23(1): 13–34
- Daghir, N. J. 2008. "Broiler Feeding and Management in Hot Climates". *Poultry Production in Hot Climate*, 227–260.
- Darsana IGO, Besung INK, Mahatmi H. 2012. "Potensi Daun Binahong (*Anredera cordifolia* (*Tenore*) Steenis) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli* Secara In Vitro". *Indones Medicus Veterinus*, 1:337–351.
- Daten, H., & Ardyati, T. 2018. "Potensi Penambahan Probiotik (*Lactobacillus pentosus* K50) untuk Meningkatkan Kualitas Pakan Ikan Air Tawar". *Biotropika: Journal of Tropical Biology*, 6(2), 64–67.
- Daud, M. 2006. "Persentase dan Kualitas Karkas Ayam Pedaging yang Diberi Probiotik dan Prebiotik dalam Ransum (The Carcass Percentage and Carcass Quality of Broilers Given Probiotics and Prebiotics in the Ration)". *Jurnal Ilmu Ternak Universitas Padjadjaran*, 6(2).
- Devreese, M. De Backer, P. and Croubels, S. 2013. "Overview of the Most Important Mycotoxins for the Pig and Poultry Husbandry". *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift.* 82(4). 171–180
- Dhanasekaran, D. Shanmugapriya, S. Thajuddin, N. and Pannerselvam, A. 2011. *Aflatoxins and Aflatoxicosis in Human and Animals*. Book Chapter. Aflatoxins: Biochemistry and Moleculr Biology.
- Diarra, S. S., & Tabuaciri, P. 2014. "Feeding Management of Poultry in High Environmental Temperatures". *International Journal of Poultry Science*, 13(11), 657–661.
- Diaz, G. J. and H. W. Murcia. 2011. "Biotransformation of Aflatoxin B1 and its Relationship with the Differential Toxicological Response to Aflatoxin in Commercial

- Poultry Species”. *Aflatoxins-Biochemistry and Molecular Biology*, 3–20.
- Donatus, I. A., 2001. *Toksikologi Dasar*. Yogyakarta: Laboratorium Farmakologi dan Toksikologi, Fakultas Farmasi, UGM.
- Duniere LA, Gleizal F, Chaucheyras-Durand I, Chevallier, Thevenot-Sergentet D. 2011. “Fate of Escherichia coli O26 in Corn Silage Experimentally Contaminated at Ensiling, at Opening or After Aerobic Exposure and Protective Effect of Various Bacterial Inoculants”. *J App Environ. Microbiol.* 77(24): 8696--8704.
- Ensminger, M. E. 1961. “Swine Science”. *Swine science.*, (3rd ed).
- Erener, G., Ocak, N., Ozturk, E., & Ozdas, A. 2003. “Effect of Different Choice Feeding Methods Based on Whole Wheat on Performance of Male Broiler Chickens”. *Animal Feed Science and Technology*, 106(1-4), 131–138.
- FAO/WHO–Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization. 2002. “Guidelines for Evaluation of Probiotics in Food”. <http://www.who.int/foodsafety/fs_management/en/probiotic_guidelines.pdf>.
- Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan I*. Cetakan I. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Farrell, D. 2013. “The Role of Poultry in Human Nutrition”. *Poultry Development Review (ed.) FAO*, 2–3.
- Farrell, D. 2013. “The Nutritional Benefits of Chicken Meat Compared with Other Meats”. *Poultry Development Review (ed.) FAO*, 4.
- Farrell, D. 2013. “The Importance of Poultry Meat and Eggs, Especially for Children and Women”. *Poultry Development Review (ed.) FAO*, 5.
- Fauzi, A., Yanti., F., Eka, S., & Suriandini, L. 2012. “The Effect of Virgin Coconut Oil (VCO) on *Staphylococcus aureus* Infection in Mice (*Mus musculus*) observed from Different Organ Histopathology”. *J. Appl Sci. Res.* 8 (2): 1168–1173.

- Fitriani, A., Hamdiyati, Y., & Engriyani, R. E. R. 2012. “Aktivitas Antifungi Ekstrak Etanol Daun Salam (*Syzygium polyanthum* (Wight) Walp.) terhadap Pertumbuhan Jamur *Candida albicans* Secara In Vitro”. *Majalah Ilmiah Biologi BIOSFERA: A Scientific Journal*, 29(2), 71–79.
- Forrest, J. C. Aberle E. D., hendrick H. B., Judge M. D. dan Merkel R. A. 1975. *Principles of Meat Science*. San Fransisco: W. H. Freeman and Company.
- Gaggia, F., Mattarelli, P., & Biavati, B. 2010. “Probiotics and Prebiotics in Animal Feeding for Safe Food Production”. *International Journal of Food Microbiology*, 141, S15–S28.
- Gibson, G. R., Hutkins, R., Sanders, M. E., Prescott, S. L., Reimer, R. A., Salminen, S. J., & Reid, G. 2017. “Expert Consensus Document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) Consensus Statement on the Definition and Scope of Prebiotics”. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 14(8), 491–502.
- Glatz, P & Pym, R. 2013. “Poultry Housing and Management in Developing Countries”. *Poultry Development Review (ed.) FAO*, 24--28.
- Glatz, P. 2013. “Housing and Management of Breeders”. *Poultry Development Review (ed.) FAO*, 34--36.
- Golinski, P., Wakiewicz, A., Wisniewska, H., Kiecana, I., Mielniczuk, E., Gromadzka, K., Kostecki, M., Bocianowski, J., and Rymaniak, E., 2010. “Reaction of Winter Wheat (*Triticum aestivum* L.) Cultivars to Infection with *Fusarium spp.*: mycotoxin Contamination in Grain and Chaff”. *Food Additives and Contaminants* 27, 1015–1024.
- Goran, A. Farzaneh, M., Shivazad, M., Razaecian, M., and Ghassempour, A. 2013. “Aflatoxin B1 – Reduction of *Aspergillus flavus* by Three Medical Plants (*Lamiaceae*)”. *Food Control* 31: 218–223.
- Gotoh, T., Nishimura, T., Kuchida, K., & Mannen, H. 2018. “The Japanese Wagyu Beef Industry: Current Situation

- and Future Prospects—A Review”. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 31(7), 933.
- Greger, M. 2014. “Trans Fat in Animal Fat”. *NutritionFacts.org* <<https://nutritionfacts.org/2014/02/27/trans-fat-in-animal-fat/>>.
- Guenther, K. D. and Ulfah, M. 2003. “Influence of Natural Essential Oils on Digestion, Metabolism and Efficient Production”. *Paper Presented at the 4th Buffalo Symposium*. New Delhi, India.
- Harismah, K. 2017. “Pemanfaatan Daun Salam (*Eugenia Polyantha*) sebagai Obat Herbal dan Rempah Penyedap Makanan”. *Warta Lpm*, 19(2), 110--118.
- Harlystiarini. 2017. “Pemanfaatan Tepung Magot Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) sebagai Sumber Protein Pengganti Tepung Ikan pada Ransum Puyuh Petelur (*Cortunix cortunix japonica*)”. Tesis. Institut Pertanian Bogor.
- Haryanto, B., Can. Lema, A. Yulianti, Surayah, dan Abdurachman. 2004. “Peningkatan Degradasi Serat Jerami Padi Melalui Proses Fermentasi dan Suplementasi Zinc-Methionin”. *Pros. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*, 805-812.
- Haryati, T. 2011. “Probiotik dan Prebiotik sebagai Pakan Imbuhan Nonruminansia”. *Wartazoa*, 21(3), 125–132.
- Hastuti, D., & Awami, S. N. 2011. “Pengaruh Perlakuan Teknologi Amofer (Amoniasi Fermentasi) pada Limbah Tongkol Jagung sebagai Alternatif Pakan Berkualitas Ternak Ruminansia”. *Mediagro*, 7(1).
- Hendrix and Genetiks. 2020. *Nutrition Guide*. Netherland.
- Heydt MS, Cramer B, Graf I, Lerch S, Humpf HU, Geisen R. 2012. “Wavelengthdependent Degradation of Ochratoxin and Citrin by Light in Vitro and in Vivo and Its Implications on Penicillium”. *Toxins*, 4:1535–1551.
- Hidayat, N. 2014. “Karakteristik dan Kualitas Silase Rumput Raja Menggunakan Berbagai Sumber dan Tingkat

- Penambahan Karbohidrat Fermentable”. *Jurnal Agripet*, 14(1), 42–49.
- Holpzapfel WH, P Haberer, J Björkroth and U Schillinger. 2001. “Taxonomy and Important Features of Probiotic Microorganism in Food and Nutrition”. *Am. J Clin Nutr.* 73: 365 S- 373 S. (US).
- Hu, J., Lu, W., Wang, C., Zhu, R., & Qiao, J. 2008. “Characteristics of Solid-State Fermented Feed and its Effects on Performance and Nutrient Digestibility in Growing-Finishing Pigs”. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 21(11), 1635–1641.
- Huang W.C., Tsai, T.H., Chuang, L.T., Li, Y. Y., Zouboulis, C.C., & Tsai, P.J. 2014. “Anti-Bacterial and Anti-inflammatory Properties of Capric Acid Against Propionibacterium Acnes: A Comparative Study with Lauric Acid. *J. Dermatol. Sci.* 73 (3): 232–240.
- Indariyanti, N., Jusadi, D., & Utomo, N.B.P. 2011. “Evaluasi Kecernaan Campuran BIS dan Onggok yang Difermentasi dengan *Trichoderma harzianum* untuk Pakan Ikan Nila *Oreochromis sp*”. Tesis. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Indayani, D. 2012. “Pengaruh Pemberian Wafer Pakan Komplit yang Mengandung Berbagai Level Tongkol Jagung terhadap Konsumsi Bahan Kering, Bahan Organik, dan Protein Kasar pada Kambing Kacang Jantan. *Skripsi*. Fakultas Peternakan. Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Isolauri E, S Salmien. 2008. “Probiotic: Use in Allergic Disorder: a Nutrition, Allergy, Mucosal Immunology, and Intestinal Microbiota (NAMI) Research Group Report”. *J Clin Gastroenterol*, 42(2): 91–96
- Jantan, I., Saputri, F. C., Qaisar, M. N., & Buang, F. 2012. “Correlation Between Chemical Composition of Curcuma Domestica and Curcuma Xanthorrhiza and Their Antioxidant Effect on Human Low-Density Lipoprotein Oxidation”. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2012.

- Jubeen, F., Bhatti, I. A., Khan, M. Z., Zahoor-Ul-Hasan and Shahid, M. 2012. "Effect of UV-C Irradiation on Aflatoxin in Groundnut (*Arachis hypogea*) and Three Nuts (*Juglan regia*, *Pronus duclus* and *Pistachio vera*)". *Journal of the Chemical Society of Pakistan*, 34: 1366–1374.
- Katayane FA, Bagau B, Wolayan FR, Imbar MR. 2014. "Production and Protein Content of Maggot (*Hermetia illucens*) Using Different Growth Medium". *J. Zootek*, 34(1): 27–36.
- KEMENTAN Kementerian Pertanian. 2015. "Kinerja Satu Tahun Kementerian Pertanian 2014-2015". <http://www.pertanian.go.id/kinerja_kementan2015>.
- Kennedy, DG., Hewwit, S. A., Mcevoy, J. D. G., Currie, J. W., Cannavan, A., Blanchflower, W. J., and Elliot, C. T. 1998. "Zeranol is Formed from *Fusarium spp.* Toxin in Cattle in Vivo". *Food Add. Contam*, 15: 393-"400.
- Khuluq, A. D. 2012. *Potensi Pemanfaatan Limbah Tebu sebagai Pakan Fermentasi Probiotik*. Malang: Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat.
- Kim S.A., Rhee, M.S. 2016. "Highly Enhanced Bactericidal Effects of Medium Chain Fatty Acids (Caprylic, Capric, and Lauric Acid) Combined with Edible Plant Essential Oils (Carvacrol, Eugenol, B-Resorcylic Acid, Trans-Cinnamaldehyde, Thymol, and Vanillin) Against *Escherichia coli* O157:H7". *Food Control*, 60: 447–454. doi: 10.1016/j.foodcont.2015.08.022
- KKP Kementerian Kelautan Perikanan. 2015. "Analisis Data Pokok Kementerian Kelautan dan Perikanan". 7 Agustus 2021. <statistik.kkp.go.id/sidatik-dev/Publikasi/src/analisisdatakkp2015.pdf>.
- Lawless, H. T., & Heymann, H. 2010. *Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices* (Vol. 2). New York: Springer.
- Lawrie, R. A. 2003. *Ilmu Daging*. Edisi 5 ke-5. Terjemahan dari Meat Science. Penerjemah Aminuddin Parakasi. Jakarta: Universitas Indonesia Press.

- Lawrie, R. A., & Parakkasi, A. 2003. *Ilmu Daging*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press).
- Leal-Gutiérrez, J. D., Rezende, F. M., Reecy, J. M., Kramer, L. M., Peñagaricano, F., & Mateescu, R. G. 2020. “Whole Genome Sequence Data Provides Novel Insights into the Genetic Architecture of Meat Quality Traits in Beef”. *Frontiers in Genetics*, 11, 1046.
- Lee, A.N. 2004. Mycotoxins and Their Analysis. Training Course on Prevention and Control of Mycotoxin in Food and Feedstuff. *SEAMEO BIOTROP*, Bogor, Indonesia.
- Lesson, S. and J. D. Summers. 2005. *Nutrition of The Chicken. 3th Ed.* Ontario. Canada. University books.
- Li, L., Zhu, Y., Wang, X., He, Y., & Cao, B. 2014. “Effects of Different Dietary Energy and Protein Levels and Sex On Growth Performance, Carcass Characteristics and Meat Quality of F1 Angus× Chinese Xiangxi Yellow Cattle”. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 5(1), 1–12.
- Lubis D.A. 1963. *Ilmu Makanan Ternak*. Jakarta: PT Pembangunan.
- Macfarlane, G. T., Steed, H., & Macfarlane, S. 2008. “Bacterial Metabolism and Health Related Effects of Galacto Oligosaccharides and Other Prebiotics”. *Journal of Applied Microbiology*, 104(2), 305--344.
- Madigan, M.T., J.M Martinko, and J. Parker. 2011. *Biology of Microorganisms. 12th ed.* New York: Pretince Hall International.
- Mahrous, S.R. 2007. “Chemical Properties of *Aspergillus flavus* Infected Soybean Seeds Esposed to α -irradiaton During Storage”. *International Journal of Agriculture and Biology*, 9: 231–238.
- Malir, F. Ostry, V., Pfohl-Leszkowicz, Malir, J. and Toman, J. 2016. “Ocratoxin A: 50 Years of Research Review”. *Toxins*. 8 (191) 1–49.
- Mansyur, A., & Tangko, A. M. 2008. “Probiotik: Pemanfaatannya untuk Pakan Ikan Berkualitas Rendah”. *Media Akuakultur*, 3(2), 145–149.

- Marin, S., Magan, N., Ramos, N., Ramos, A., and Sanchis, V. 2004. "Fumonisin-Producing Strains of *Fusarium*: A Review of Their Ecophysiology". *Journal of Food Protection* 67(8):1792–805.
- Markov, S., Mihaljevic, B., Domijan, Pleadin, A.M.J., Delas, F., and Frece, J. 2015. "Inactivation of Aflatoxigenic Fungi and the Reductation of Aflatoxin B1 in Vitro and in Situ Using Gamma Radiation". *Food Control*, 54: 79–85.
- Martínez-Sánchez A, Magaña C, Saloña M, Rojo S. 2011. "First Record of *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) on Human Corpses in Iberian Peninsula". *Forensic Science International*. 206: 76–78. Messaoudi *et al.* 2012.
- McDonald P, Henderson AR, Heron SJE. 1991. *The Biochemistry of Silage*. Second edition. Aberystwyth (GB): J Wiley.
- Medion. 2019. Pencemaran Aflatoksin dalam Pakan Ayam. *Info Medion*.
- Mellor, S. 2000. "Alternative to Antibiotic". *Pig Progress*, 16: 18–21.
- Mir, N. A., Rafiq, A., Kumar, F., Singh, V., & Shukla, V. 2017. "Determinants of Broiler Chicken Meat Quality and Factors Affecting Them: A Review". *Journal of Food Science and Technology*, 54(10), 2997–3009.
- Morales, R., Folch, C., Iraira, S., Teuber, N., & Realini, C. E. 2012. "Nutritional Quality of Beef Produced in Chile from Different Production Systems". *Chilean Journal of Agricultural Research*, 72(1), 80.
- Moretta, A., Salvia, R., Scieuzo, C., Di Somma, A., Vogel, H., Pucci, P., Falabella, P. 2020. "A Bioinformatic Study of Antimicrobial Peptides Identified in the Black Soldier Fly (BSF) *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae)". *Scientific reports*, 10(1): 1-14. doi: 10.1038/s41598-020-74017-9
- Muhidin, D. 2001. *Agroindustri Papain dan Pektin*. Cetakan ke-2. Jakarta: Penebar Swadaya.

- Mulyaningsih, T. 2006. “Penampilan DET Jantan yang Digemukakan dengan Beberapa Imbangan Konsentrat dan Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*)”. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor.
- Murcia, H. W., G. J. Diaz, and M. C. Sandra. 2011. “Enzymatic Activity in Turkey, Duck, Quail, and Chicken Liver Microsomes Against Four Human Cytochrome P450 Prototype Substrates and Aflatokxin B1”. *J. Xenobiotics* 1(4): 17–21.
- Murni dan Septianingsih E. 2015. “Optimasi Pemberian Kombinasi Maggot dengan Pakan Buatan (Pellet) terhadap Pertumbuhan dan Sintasan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)”. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*: 345--355.
- Murphy, P. A., S. Hendrich, and C. Landgren. 2006. “Understanding Mycotoxins”. *J. Food Tech.* 51–55.
- Mustafa, M., Dasrul, D., Yaman, M. A., Wahyuni, S., & Sabri, M. 2017. “Pengaruh Pemberian Kombinasi Pakan Fermentasi dengan Multi Enzim dan Vitamin E dalam Ransum terhadap Peningkatan Kualitas Semen Ayam Arab”. *Jurnal Agripet*, 17(1), 43–52.
- Nahm K. H. 1995. “Possibilites for Preventing Mycotoxicosis in Domistic Fowl”. *J. Word’s Poultry Sci.* 51: 177–185.
- Nahrowi, Ridla M. 2011. “Paket 3 in 1 Silase Komplit: Proses Produksi Silase Ransum Komplit, Bakteri Asam Laktat dan Asam Organik dengan Sistem Satu Alur”. Inovasi Indonesia. IPB. 28 Agustus 2021. <<http://bic.web.id/login/inovasi-indonesia-unggulan/493-paket-3-in-1-silase-komplit>>.
- Nienaber, J. A., & Hahn, G. L. 2007. “Livestock Production System Management Responses to Thermal Challenges”. *International Journal of Biometeorology*, 52(2), 149–157. <<https://doi.org/10.1007/s00484-007-0103-x>>.
- Ninja, N., & Santoso, E. 2012. *Respons Tanaman Kailan terhadap Pupuk Bokashi Jerami Padi pada Tanah Aluvial*. (Doctoral dissertation, Tanjungpura University).

- Noveriza, R. 2008. “Kontaminasi Cendawan dan Mikotoksin pada Tumbuhan Obat”. *Perspektif*, 7(1) 35–46.
- Nurcholis, Arifiantini, R. I dan Yamin, M. 2015. “Pengaruh Pakan Limbah Tauge dan Suplementasi Omega-3 terhadap Produksi Spermatozoa Domba Garut”. *Agricola*, Vol 5 (2), 133–142
- O’Sullivan, L., Murphy, B., Mc Loughlin, P., Duggan, P., Lawlor, P. G., Hughes, H., & Gardiner, G. E. 2010. “Prebiotics from Marine Macroalgae for Human and Animal Health Applications”. *Marine drugs*, 8(7), 2038–2064.
- Oddy, V. H., Harper, G. S., Greenwood, P. L., & McDonagh, M. B. 2001. “Nutritional and Developmental Effects on the Intrinsic Properties of Muscles As They Relate to the Eating Quality of Beef”. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 41(7), 921–942.
- Oktaviana, D. O., Supriadi dan Maratun, J. 2020. “Potensi Tepung Daun Ashitaba Angelica Keskei sebagai Sumber Fitobiotik dalam Pakan terhadap Performa Burung Puyuh Jantan Coturnix Coturnix Japonica Fase Akhir (finisher)”. *Agrisaintifika*, 4(2).
- Owen, O. J., & Amakiri, A. O. 2011. “Serological and Haematological Profile of Broiler Finishers Fed Graded Levels of Bitter Leaf (*Vernonia amygdalina*) Meal. Adv. Agric”. *Biotechnol*, 1(77.8).
- Palsuyik, M., B. Harrach, C.J. Mirocha and S.V. Pathre. 1980. “Transmission of Zearalenone and Zearalenol Into Porcine Milk”. *Acta Vet. Acad. Sci. Hungar. Tom. 28*: 217–222.
- Panea B, Ripoll G, Olleta JL, Sanudo C. 2011. Effect of Sex and Crossbreeding on the Instrumental.
- Park S.I., Chang, B.S., Yoe, S.M. 2014. “Detection of Antimicrobial Substances from Larvae of the Black Soldier Fly, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae)”. *Ento Res.* 44: 58–64. doi: 10.1111/1748-5967.12050.
- Pasaribu, T. 2018. “Upaya Meningkatkan Kualitas Bungkil Inti Sawit Melalui Teknologi Fermentasi dan Penambahan Enzim untuk Unggas”. *Wartazoa*, 28(3), 119–128.

- Phong N V, Ly N T H, Nhac N V and Hang D T. 2013. "Protein Enrichment of Cassava by-Products Using *Aspergillus niger* and Feeding the Product to Pigs". *Livestock Research for Rural Development*. Volume 25, Article #130. Retrieved August 31, 2021, from <<http://www.lrrd.org/lrrd25/7/hang25130.htm>>.
- Pitt, J.I. and A.D. Hocking. 1991. "Significance of Fungi in Stored Products". p. 16-21. In B.R. Champ, E. Highley, A.D. Hockong, and J.I. Pitt (Eds.). *Fungi and Mycotoxins in Stored Products (Proc. Int. Conf)*. Bangkok, Thailand.
- Prasetyo, R. P., Santosa, S. S., & Iriyanti, N. 2013. "Penggunaan Level Pakan Fungsional terhadap Kadar Lemak dan Protein Daging Ayam Broiler". *Jurnal Ilmiah Peternakan*, 1(1), 289–298.
- Prastyawan, R. M., Tampoebolon, B. I. M., & Surono, S. 2012. "Peningkatan Kualitas Tongkol Jagung Melalui Teknologi Amoniasi Fermentasi (Amofer) terhadap Kecernaan Bahan Kering dan Bahan Organik Serta Protein Total Secara in Vitro (Doctoral dissertation, Diponegoro University).
- Prayitno, A. H., & Suryanto, E. 2010. "Kualitas Fisik dan Sensoris Daging Ayam Broiler yang Diberi Pakan dengan Penambahan Ampas Virgin Coconut Oil (VCO)(Physical and Sensory Quality of Meat of Broiler Chicken Fed with The Addition of Virgin Coconut Oil Waste)". *Buletin Peternakan*, 34(1), 55--63.
- Purbowati, E., C.I. Sutrisno, E. Baliarti, S.P.S. Budhi, W. Lestariana. E. Rianto dan Kholidin. 2009. "Penampilan Produksi Domba Lokal Jantan dengan Pakan Komplit dari Berbagai Limbah Pertanian dan Agroindustri". *Prosiding Seminar Nasional Kebangkitan Peternakan*. (130–138)
- Purkan, P. 2017. "Lactobacillus Bulgaricus sebagai Probiotik Guna Peningkatan Kualitas Ampas Tahu Untuk Pakan Cacing Tanah". *Jurnal Kimia Riset*, 2(1), 1–9.

- Purnamasari, L., Agus, A., dan Noviandi, C. T. 2019. “Effects of Methionine-Cysteine Amino Acid Supplementations in the Aflatoxin B1 Contaminated Diet on Broiler Production *Performance*”. *Buletin Peternakan*, 43(4): 231–236.
- Purnamasari, L., Agus, A., dan Noviandi, C. T. 2020. “Pengaruh Pemberian Asam Amino Metionin-Sistin pada Pakan yang Terkontaminasi Aflatoxin B1 terhadap Mortalitas dan Kinerja Organ dalam Ayam Broiler”. *Jurnal Ilmu Ternak Universitas Padjadjaran* 20(1):46–53.
- Purnamasari, L., Basalamah, S. A. M., Rahayu, S. dan Darwati, S. 2020. “Respons Fisiologis Domba Ekor Tipis dan Garut dengan Pemberian Pakan Konsentrat dan Limbah Tauge”. *Jurnal Ilmu Peternakan Terapan*, 4(1):27–33
- Purnamasari, L., Hidayat, B. S., and Purnomo, H. 2020. “Exploration of Local Microorganisms from Rumen and Their Potential to Make Silage from Agricultural Waste”. *ASEAN Journal on Science and Technology for Development*, 37 (3): 109–114.
- Purnamasari, L., Rahayu, S. dan Baihaqi, M. 2021. “Respons Fisiologis dan Palatabilitas Domba Ekor Tipis terhadap Limbah Tauge dan Kangkung Kering sebagai Pakan Pengganti Rumput”. *Journal of Livestock Science and Production*, 2(1): 56–63.
- Purnamasari, L., Sari, I. W., Rahayu, S. dan Yamin, M. 2021. “Substitusi Rumput dengan Kangkung Kering dan Limbah Tauge serta Pengaruhnya terhadap Performa Domba Garut”. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 23(1): 25–32
- Purnamasari, L., Sucipto, I., Muhlison, W dan Pratiwi, N. 2019. “Komposisi Nutrien Larva Black Soldier Fly (*Hermetia illucent*) dengan Media Tumbuh, Suhu dan Waktu Pengeringan yang Berbeda”. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner* 675–680.
- Purnamasari, Risa., & D. R. Santi. 2017. *Fisiologi Hewan*. Surabaya. Program Studi Arsitektur UIN Sunan Ampel.

- Puspitasary, D., Pujaningsih, R. I. dan Mangisah, I. 2018. “Pengaruh Pemberian Pakan Mengandung Limbah Tauge Kacang Hijau Fermentasi terhadap Konsumsi Ransum, Pertambahan Bobot Badan, dan Konversi Ransum Itik Lokal”. *Agromedia*, 36 (1): 57–66
- Rachmawati, Buchori D, Hidayat P, Hem S, Fahmi MR. 2010. “Perkembangan dan Kandungan Nutrisi Larva *Hermetia illucens* (Linnaeus) (Diptera: Stratiomyidae) pada Bungkil Kelapa Sawit”. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 7(1): 28–41.
- Rahayu W. P., Herawari, D., Broto, W., Ambarwati, S., Lioe, H.N., Simatupang, S., Pratiwi, C., and Rahayu, D. 2015. “Biocontrol of Toxigenic Mold by *Saccaromyces cereviceae* ARCC 9376”. *Proceeding of International Conference Food for a Quality Life*. 261–272.
- Rahayu, A dan A.S. Pradana. 2018. “Analisis Jenis-jenis Limbah Pasar sebagai Pakan Ternak di Kota Magelang”. *Prosiding seminar teknologi dan agribisnis peternakan VI*(110–114).
- Rahmawati, N. dan Irawan, A.C. 2020. “Pengaruh Pemberian Fitobiotik dalam Pakan terhadap Performa Produksi Ayam Ras Petelur Umur 28–32 Minggu”. *Jurnal Ilmiah Fillia Cendekia*. 5(1): 36–41
- Ravindran, V. 2013. “Advances in Poultry Nutrition”. *Poultry Development Review (ed.) FAO*, 64–66.
- Ravindran, V. 2013. “Poultry Feed Availability and Nutrition in Developing Countries”. *Poultry Development Review (ed.) FAO*, 6–63.
- Ravindran, V. (2013^c). “Main Ingredients Used in Poultry Feed Formulations”. *Poultry Development Review (ed.) FAO*, 67–69.
- Repeckiene J, Levinskaite L, Paskevicius A, Raudoniene. 2013. “Toxin-producing Fungi on Feed Grains and Application of Yeasts for their Detoxification”. *Polish Journal of Veterinary Sciences*.
- Retnani Y, S. Basymeleh dan L Herawati. 2009. Pengaruh Jenis Hijauan Pakan dan Lama Penyimpanan Terhadap Sifat

- Fisik Wafer. *Jurnal Ilmiah Ilmu-ilmu Peternakan*, Vol XII (4):196–202.
- Retnani, Y., Permana, I.G., Komalasari, N. R., dan Taryati. 2015. *Teknik Membuat Biskuit Pakan Ternak dari Limbah Pertanian*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Rezaei, M., Yngvesson, J., Gunnarsson, S., Jönsson, L., & Wallenbeck, A. 2018. “Feed Efficiency, Growth Performance, and Carcass Characteristics of A Fast-and A Slower-Growing Broiler Hybrid Fed Low-or High-Protein Organic Diets. *Organic Agriculture*, 8(2), 121–128.
- Rodríguez A, Medina A, Cordoba JJ, Magan N. 2014. “The Influence of Salt (NaCl) on Ochratoxin A Biosynthetic Genes, Growth and Ochratoxin A Production by Three Strains of *Penicillium nordicum* on A Dry-Cured Ham-Based Medium”. *Int. J. Food Microbiol.* 178, 113–119.
- Rohma, L. N., Sjoftjan, O., dan Natsir, M.H. 2019. “Komposisi Minyak Atsiri dan Aktivitas Antimikroba Rimpang Temu Putih dan Jahe Gajah sebagai Fitobiotik Pakan Unggas”. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Tropis*. 6(2): 181–187.
- Rustandi, Y., Ismuladi, I., & Silfiani, M. 2021. “Evaluasi Formulasi dan Pembuatan Complete Feed Bahan Pakan Lokal Daun Kopi di Peternak Sapi Potong Pasuruan Jawa Timur”. *AGROMIX*, 12(1), 62–67.
- Sami, A. 2019. “Efisiensi Pakan dan Pertambahan Bobot Badan Ayam Kub yang Diberi Fitobiotik dengan Berbagai Konsentrasi”. *Jurnal Galung Tropika*, 8 (2): 147–155.
- Santi, R. K., Fatmasari, D., Widyawati, S. D., & Suprayogi, W. P. S. 2012. “Kualitas dan Nilai Kecernaan in Vitro Silase Batang Pisang (*Musa paradisiaca*) dengan Penambahan Beberapa Akselerator”. *Tropical Animal Husbandry*, 1(1), 15–23.
- Sasongko, W. T. dan Sugoro, I. 2004. “Fermentasi Jerami padi Varietas Atomita 4 Secara Basah dengan Menggunakan Inoculum Campuran Isolate Bakteri Anaerob Fakultatif

- Rumen Kerbau”. *Prosiding Teknologi Isotop dan Radiasi*, 171–174.
- Saurin, H. 2005. *Conversion of Agro-industrial Wastes and Byproducts for Aquaculture*. IRD LaboGamet 911, av. Agropolis, BP 64501 34394-Montpellier. France.
- Scholz-Ahrens, K. E., Ade, P., Marten, B., Weber, P., Timm, W., Adil, Y., & Schrezenmeir, J. 2007. “Prebiotics, Probiotics, and Synbiotics Affect Mineral Absorption, Bone Mineral Content, and Bone Structure”. *The Journal of Nutrition*, 137(3), 838S--846S.
- Scollan, N. D., Dannenberger, D., Nuernberg, K., Richardson, I., MacKintosh, S., Hocquette, J. F., & Moloney, A. P. 2014. “Enhancing the Nutritional and Health Value of Beef Lipids and Their Relationship with Meat Quality”. *Meat Science*, 97(3), 384--394.
- Sejian, Veerasamy, Bhatta, R., Gaughan, J., Malik, P. K., Naqvi, S. M. M. K., & Lal, R. 2017. *Adapting Sheep Production to Climate Change*. In *Sheep Production Adapting to Climate Change* (pp. 1–29). Singapore: Springer.
- Siagian, P. L. 1998. “Peningkatan Kualitas Pakan Ayam dengan Penambahan Enzim: Pengaruh enzim terhadap Nilai Daya Cerna, Neraca Nitrogen dan Neraca Energi”. *Jurnal Kimia Terapan Indonesia (Indonesian Journal of Applied Chemistry)*, 8(1–2).
- Siekmann, L., Meier-Dinkel, L., Janisch, S., Altmann, B., Kaltwasser, C., Sürrie, C., & Krischek, C. 2018. “Carcass Quality, Meat Quality and Sensory Properties of the Dual-Purpose Chicken Lohmann Dual”. *Foods*, 7(10), 156.
- Sihombing, N.T.M., Silalahi, J., & Suryanto, D. 2014. “Antibacterial Activity of Aqueous Garlic (*Allium sativum*) Extracts and Virgin Coconut Oil and their Combination Against *Bacillus cereus* ATCC 14579 and *Escherichia coli* ATCC 8939”. *Int. J. Chem. Tech. Research*. 6 (5):2774–2782.

- Sim, L.L. 2005. "Microbial Community Analysis in Upflow Anaerobic Sludge Blanket for the Treatment of Palm Oil Mill Effluent". *Tesis*. Faculty of Civil Engineering, Universiti Teknologi Malaysia.
- Sivasankar, B. 2005. *Food Processing and Preservation*. Delhi: Asoke K. Ghosh.
- Sjofjan, O. 2003. "Isolasi dan Identifikasi *Bacillus sp* dari Usus Ayam Petelur sebagai Sumber Probiotik". *Penelitian Hibah Bersaing XII*. Fakultas Peternakan Universitas Padjajaran, Bandung.
- Soeparno. 2010. *Ilmu dan Teknologi Daging*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Sondakh, Erwin Hubert Barton, Johnly Alfreds Rorong, and Jerry Audy Donny Kalele. 2015. "Methane Gas Reduction Using Virgin Coconut Oil Supplementation in Rumen Fermentation Through in Vitro". *Animal Production*, 17 (3): 144–148.
- Soo-Peng, K., Harun, D., Mat-Amin, M., & Long, K. 2016. "Enhanced Virgin Coconut Oil (EVCO) As Natural Postmilking Teat Germicide to Control Environmental Mastitis Pathogens". *Int. J. Biotechnol. Wellness Ind.* 5: 128–134.
- Sopandi, T., & Aksono, H. E. B. 2012. "Reduction of Intracellular Lipid Accumulation, Serum Leptin and Cholesterol Levels in Broiler Fed Diet Supplemented with Powder Leaves of *Phyllanthus buxifolius*". *Asian Journal of Agricultural Research*, 6(3), 106--117.
- Suantika, R., Suryaningsih, L., & Gumilar, J. 2017. "Pengaruh Lama Perendaman dengan Menggunakan Sari Jahe terhadap Kualitas Fisik (Daya Ikat Air, Keempukan, dan pH) Daging Domba". *Jurnal Ilmu Ternak Universitas Padjadjaran*, 17(2), 67--72.
- Sumantri, C., Khaerunnisa, I., & Gunawan, A. 2020. "The Genetik Quality Improvement of Native and Local Chickens to Increase Production and Meat Quality in Order to

- Build the Indonesian Chicken Industry”. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 492, No. 1, p. 012099). IOP Publishing.
- Sundolf, S. F. and Strickland, C. 1986. “Zearalenone and Zeranol: Potential Residue Problems in Livestock”. *Vet Hum Toxicol*, 28(3):242–50.
- Superianto, S., Harahap, A. E., & Ali, A. 2018. “Nilai Nutrisi Silase Limbah Sayur Kol dengan Penambahan Dedak Padi dan Lama Fermentasi yang Berbeda”. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 13(2), 172–181.
- Suradi K. 2008. “Perubahan Sifat Fisik Daging Ayam Broiler Post Mortem Selama Penyimpanan Temperatur Ruang”. *Tesis*. Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran. Bandung
- Suryono. 2003. “Dadih: Produk Olahan Susu Fermentasi Tradisional yang Berpotensi sebagai Pangan Probiotik”. 28 Agustus 2021. <<http://rudycr.com/PPS702-ipb/07134/suryono.htm>>.
- Syaikhullah, G., Adhyatma, M., & Khasanah, H. 2020. “Respons Fisiologis Domba Ekor Tipis terhadap Waktu Pemberian Pakan yang Berbeda”. *Jurnal Sains dan Teknologi Peternakan*, 2(1), 33–39.
- Tangwatcharin, P., & Khopaibool, P. 2012. “Activity of Virgin Coconut Oil, Lauric Acid or Monolaurin in Combination with Lactic Acid Against *Staphylococcus aureus*”. *Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health*, 43 (4): 969–985.
- Taoukis, P. S. and Giannakourou, M. C. 2004. *Temperature and Food Stability: Analysis and Control*. Woodhead Publishing Ltd. Cambridge, UK.
- Tatra, A.J. 2010. “Pengaruh Penambahan Beberapa Additif terhadap Kualitas Silase Daun Rami (*Boehmeria nivea*, L. GAUD)”. *Skripsi*. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor.
- Taylor, D. J. 2001. “Effect of Antibiotics and their Alternatives”. *British Poultry Science*, 42, 67–68.

- Tenkinsen, K.K. and Eken, H. S. 2008. "Aflatoxin M1 Levels in UHT Milk and Khasar Cheese Consumed in Turkey". *Food and Chemical Toxicology* 46: 3287–3289.
- Thalib, A., J. Bestari, Y. Widiawati, Fl. Hamid dan D. Suherman. 2000. "Pengaruh Perlakuan Silase Jerami Padi dengan Mikroba Rumen Kerbau terhadap Daya Cerna dan Ekosistem Rumen Sapi". *Jitv* 5: 1–6.
- Tsubouchi, H. Terada, H., Yamamoto, K., Hisada, K., and Sakabe, Y. 1985. "Caffeine Degradation and Increased Ochratoxin A Production by Toxigenic Strains of *Aspergillus Ochraceus* Isolated from Green Coffee Beans". *Mycopathologia* 90, 181–186.
- Uhlířová, L., Tůmová, E., Chodová, D., Vlěková, J., Ketta, M., Volek, Z., & Skøivanová, V. 2018. "The Effect of Age, Genotype and Sex on Carcass Traits, Meat Quality and Sensory Attributes of Geese". *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 31(3), 421.
- Ulfah, M. 2006. "Potensi Tumbuhan Obat sebagai Fitobiotik Multi Fungsi untuk meningkatkan penampilan dan kesehatan satwa di penangkaran. *Media Konservasi* XI (3): 109–114.
- Umela, S., & Bulontio, N. 2016. "Daya Dukung Jerami Jagung sebagai Pakan Ternak Sapi Potong". *Jurnal Technopreneur (JTech)*, 4(1), 64–72.
- Utari F.D., Prasetyono, B.W.H.E dan Muktiani, A. 2012. "Kualitas Susu Kambing Perah Peranakan Ettawa yang Diberi Suplementasi Protein Terproteksi dalam Wafer Pakan Komplit Berbasis Limbah Agroindustri". *Animal Agriculture Journal*, Vol. 1 (1): 427–441.
- Van der Stegen G. H., Essens, P. J.M. and Van der Lijn, J. 2001. "Effect of Roasting Conditions on Reduction of Ochratoxin A in Coffee". *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(10):4713–4715.
- Van Winsen RL, Keuzenkamp D, Urlings BAP, Lipman LJA, Snijders JAM, Verheijden JHM, Van Kanpen F. 2002.

- “Effect of Fermented Feed on Shedding of Enterobacteriaceae by Fattening Pigs”. *Veterinary Microbiology*. 87:267–276
- Visek WJ. 1978. The mode of growth promotion by antibiotics. *J Anim Sci*. 46: 1447–1469.
- Vidal A, Sanchis V, Ramos AJ, Marín S. 2015. “Thermal Stability and Kinetics of Degradation of Deoxynivalenol, Deoxynivalenol Conjugates and Ochratoxin A during Baking of Wheat Bakery Products”. *Food Chem*, 276–286.
- Vrabcheva T. Usleber E., Dietrich R, Martlbauer E. 2000. “Co-occurrence of Ochratoxin A and Citrinin in Cereals from Bulgarian Villages with A History of Balkan Endemic Nephropathy. *J. Agric. Food Chem*, 2483–2488.
- Vujanovic, V., Smoragiewicz, W., and Kryzstyniak, K. 2001. “Airborne Fungal Ecological Niche Determination As One of the Possibilities for Indirect Mycotoxin Risk Assessment Indoor Air”. *Environ. Toxicol*. 16: 1–8.
- Wang, B., Mahoney, N.E., Pan, Z., Khir, R., Wu, B., Ma, H., and Zao, L. 2016. “Effectiveness of Pulsed Light Treatment for Degradation and Detoxification of Aflatoxin B1 and B2 in Rough Rice and Rice Bran”. *Food Control* 59: 461–467.
- Wardah, A., & Sihmawati, R. R. 2020. “Peningkatan Performans Produksi dan Kualitas Daging pada Ayam Broiler Periode Finisher yang Diberi Fitobiotik”. *STIGMA: Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Unipa*, 13(02), 1–15.
- Wardah, J. R., & Sopandi, T. 2017. “Effect of Phyllanthus Buxifolius Leaf as a Feed Supplement on Liver Function and Haematological Response of Quail (*Coturnix coturnix japonica*) Challenged with Infectious Newcastle Disease Virus”. *Int. J. Poult. Sci*, 16(9), 354–363.
- Wardhana AH. 2016. “Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) sebagai Sumber Protein Alternatif untuk Pakan Ternak”. *Wartazoa*. 26(2): 69–78.

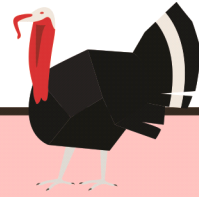
- Warner, R. D., Greenwood, P. L., Pethick, D. W., & Ferguson, D. M. 2010. "Genetik and Environmental Effects on Meat Quality". *Meat Science*, 86(1), 171–183.
- Wacekiewicz, A. 2014. "Mycotoxins: Natural Occurrence of Mycotoxins in Food". *Encyclopedia of Food Microbiology*, 880–886.
- Wenk, C. 2000. "Why All the Discussion About Herbs?". In Proc. Alltech's 16th Ann. Symp. Biotechnol. in the Feed Industry, 2000 (pp. 79–96). Nottingham University Press.
- Weston, A. R., Rogers, R. W., & Althen, T. G. 2002. "The Role of Collagen in Meat Tenderness". *The Professional Animal Scientist*, 18(2), 107–111.
- Widianingrum, D. C., Krismaputri, M.E., dan Purnamasari, L. 2021. "Potensi Tepung Magot Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) sebagai Agen Antibakteri dan Immunomodulator Pakan Ternak Unggas secara *In vitro*. *Sainvet*".
- Widianingrum, D. C., Windria, S., & Salasia, S.I.O. 2016. "Antibiotic Resistance and Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus* Isolated from Bovine, Crossbred Etawa Goat and Human". *Asian J. Anim. Vet. Adv.*, 11: 122–129.
- Widianingrum, D.C., Noviandi, C.T., & Salasia, S.I.O. 2019. "Antibacterial and Immunomodulator Activities of Virgin Coconut Oil (VCO) against *Staphylococcus aureus*". *Heliyon*, 5(10), p.e02612.
- Widianingrum, D.C., S. I. O. Salasia, and C. T. Noviandi. 2019. "Kecernaan dan Karakteristik Fermentasi Rumen in Vitro Ransum Ruminansia dengan Supplementasi Virgin Coconut Oil (VCO) Terproteksi". In *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*. 168–176.
- Widianingrum, D.C., Salasia, S.I.O. 2021. "Immunomodulator Effects of Virgin Coconut Oil in Wistar Rats Infected with *Staphylococcus aureus*. *JITV*".

- Widiastuti, R. 2014. “Residu Aflatoksin dan Metabolitnya pada Berbagai Produk Pangan Asal Hewan dan Pencegahannya”. *Wartazoa*, 24 (3): 179–190.
- Widodo, N., & Khasanah, H. 2021. “The Effect of Binahong Leaf Meal (*Anredera cordifolia* (ten.) Steenis) as Feed Additive on Digestive Organs Profile of Broiler Chickens”. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 759, No. 1, p. 012024). IOP Publishing.
- Widodo, N., Krismaputri, M.E., Widianingrum, D. C. 2020. “Aktivitas Anti-bakteri Tepung Daun Binahong (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis) terhadap *Escherichia coli*, *Salmonella sp.* dan *Lactobacillus sp.* sebagai Fitobiotik”. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*. 662–668.
- Widyanti, Meiske & Yoffla O. 2011. “Analisis Iklim Mikro Kandang Domba Garut Sistem Tertutup Milik Fakultas Peternakan IB Garut”. *Jurnal Keteknik Pertanian*. V 25 (1).
- Wijanarko, F. R., Putra, N. G. W., Krismaputri, M. E., Purnamasari, L., Yulianto, R., Khasanah, H., & Widianingrum, D. C. 2021. “Potensi Antimikrobia Alami Nanoemulsi Ekstrak Binahong terhadap *Salmonella typhi*”. In *Prosiding Seminar Teknologi Agribisnis Peternakan (Stap) Fakultas Peternakan Universitas Jenderal Soedirman* (Vol. 8, pp. 207--212).
- Wijaya, G.H., Yamin, M., Nuraini, H., dan Esfansiari, A. 2016. “Performans Produksi dan Profil Metabolik Darah Domba Garut dan Jonggol yang Diberi Limbah Tauge dan Omega-3”. *Jurnal Veteriner*, 17 (2): 246–256.
- Williams, C. M. 2013. “Poultry Waste Management in Developing Countries”. *Poultry Development Review* (ed.) FAO, 46–49.
- Wina, E., 2005. “Teknologi Pemanfaatan Mikroorganismen dalam Pakan untuk Meningkatkan Produktivitas Ternak Ruminansia di Indonesia: Sebuah Review”. *Wartazoa* 15 (4): 173–186.

- Wink M, 2015. “Modes of Action of Herbal Medicines and Plant Secondary Metabolites”. *Medicines*, 2: 251–286.
- Yang, F., Haile, D. J., Berger, F. G., Herbert, D. C., Van Beveren, E., & Ghio, A. J. 2003. “Haptoglobin Reduces Lung Injury Associated with Exposure to Blood”. *American Journal of Physiology-Lung Cellular and Molecular Physiology*, 284(2), L402--L409.
- Yani, A. dan Purwanto, B. P. 2006. “Pengaruh Iklim Mikro terhadap Respons Fisiologis Sapi Peranakan Fries Holland dan Modifikasi Lingkungan untuk Meningkatkan Produktivitasnya”. *Media Peternakan*, 29(1): 35–46.
- Yegani, M. Smith, T. K. Leeson, S. and Boermans, H. J. 2006. “Effects of Feeding Grains Naturally Contaminated with *Fusarium* Mycotoxins on Performance and Metabolism of Broiler Breeders”. *Poultry Science*. 85(9): 1541–1549.
- Yunianta. 2013. “Upaya Penurunan Tingkat Toksisitas Aflatoksin B1 pada Jagung serta Penggunaannya sebagai Pakan Broiler”. Tesis. Fakultas Peternakan. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Yunianto, V. D. dan Sukamto. 2019. “Penambahan Fitobiotik {Tepung Kulit Bawang Merah dan Kulit Bawang Putih} sebagai Pakan Aditif terhadap Performans Kalkun”. *Prosiding Seminar Nasional* 3(1)
- Yunior Acosta Aragon (October 3rd 2012). “The Use of Probiotic Strains as Silage Inoculants, Probiotic in Animals, Everlon Cid Rigobelo, IntechOpen”. DOI: 10.5772/50431. Available from: <<https://www.intechopen.com/chapters/39665>>.
- Yuniwanti EYW, Asmara W, Artama WT, Tabbu CR. 2012. “The Effect of Virgin Coconut Oil on Lymphocyte and CD4 in Chicken Vaccinated Against Avian Influenza virus”. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 37(1): 64–69.
- Yuniwanti EYW. 2012. “Virgin Coconut Oil As Immunomodulator on Broiler Chicken Infected by Avian Influenza Virus”. [Dissertation]. Universty of Gadjah Mada.

- Zailzar, D. L., Sujono, M. K., & Suyatno, I. 2011. "Peningkatan Kualitas dan Ketersediaan Pakan untuk Mengatasi Kesulitan di Musim Kemarau pada Kelompok Peternak Sapi Perah". *Jurnal Dedikasi*, 8.
- Zakariah, M.A., 2012. "Fermentasi Asam Laktat pada Silase". Fakultas Peternakan. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Zhang, G. F., Yang, Z. B., Wang, Y., Yang, W. R., Jiang, S. Z., & Gai, G. S. 2009. "Effects of Ginger Root (*Zingiber officinale*) Processed to Different Particle Sizes on Growth Performance, Antioxidant Status, and Serum Metabolites of Broiler Chickens". *Poultry Science*, 88(10), 2159–2166.
- Zheng, H., Wei, S., Xu, Y. and Fan, M. 2015. "Reduction of Aflatoxin B1 in Peanut Meal by Extrusion Cooking". *LWT-Food Science and Technology* 64:515–519.
- Zuidhof, M. J., Fedorak, M. V., Ouellette, C. A., & Wenger, I. I. 2017. "Precision Feeding: Innovative Management of Broiler Breeder Feed Intake and Flock Uniformity". *Poultry Science*, 96(7), 2254–2263.





Tentang Penulis



Dr. Desy Cahya Widianingrum, S.Pt., lahir di Temanggung, Jawa Tengah. Saat ini penulis adalah staf dosen di Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Jember dengan bidang keahlian nutrisi dan kesehatan ternak. Lulusan terbaik S1 Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Diponegoro (2012) ini juga dinobatkan sebagai Doktor termuda di Universitas Gajah Mada (2017) dengan percepatan tanpa melalui jenjang magister di Program Studi Sain Veteriner, Fakultas Kedokteran Hewan. Beberapa prestasi yang dicapainya di antaranya adalah *Awardee* Program Magister Doktor Sarjana Unggul (PMDSU) *Batch I*;



pemenang beasiswa *Sandwich like* Peningkatan Kualitas Publikasi Internasional (PKPI) di Hiroshima University Jepang; serta prestasi lain ditingkat nasional. Buku yang telah beliau tulis di antaranya “Pengantar Teknologi Peternakan”, “Kesehatan Ternak Tropis”, “Mastitis: Deteksi, Pencegahan, dan Pengobatan”, dan “Budi Daya Tanaman Pakan di Indonesia”.



Listya Purnamasari, S.Pt., M.Sc., lahir di Sukoharjo, Jawa Tengah. Penulis adalah dosen Nutrisi Makanan Ternak pada Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Jember sejak 2017. Gelar sarjananya diperoleh dari Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor (IPB) pada 2013 dan gelar masternya, diperoleh dari Fakultas Peternakan, Universitas Gadjah Mada (UGM) pada 2016. Selain mengajar, penulis juga aktif melaksanakan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat. Hasil penelitian dan pengabdian yang telah dilaksanakan dipublikasikan pada berbagai jurnal dan prosiding seminar baik nasional maupun internasional serta sudah pernah menulis buku ajar dengan judul *Pengantar Teknologi Peternakan* dan *Kesehatan Ternak Tropis dan Manajemen Produksi Ternak*. Sampai saat ini, penulis juga menjadi anggota Ikatan Sarjana Peternakan Indonesia (ISPI) dan Himpunan Ilmuwan Peternakan Indonesia (HILPI). Penulis pernah mengabdikan diri sebagai fasilitator lapang Sekolah Peternakan Rakyat (SPR) di Bojonegoro dalam naungan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) IPB tahun 2016.



Himmatul Khasanah, S.Pt., M.Si., lahir di Rembang. Penulis bekerja sebagai dosen di Program Studi Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Jember semenjak Maret 2017. Penulis menyelesaikan studi sarjana dan master sains di Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor pada 2013 dan 2016. Penulis adalah *awardee* LPDP dalam negeri tahun (2014–2016).

Spesialisasi penulis adalah di bidang Pemuliaan dan Produksi Ternak. Penulis mengampu mata kuliah Kesehatan Ternak Tropis, Pengantar Ilmu Peternakan, Pengantar Teknologi Peternakan, Anatomi dan Fisiologi Ternak, Dasar Reproduksi Ternak, Agrobiosains, Agrobioteknologi, Genetika Ternak, Pertanian Organik, Inovasi Produk Pertanian, Bioteknologi Peternakan, Inovasi Pengolahan Hasil Ternak, Inovasi Pangan Fungsional, Teknologi Reproduksi Ternak, dan Manajemen Pembibitan dan Penggemukan Ternak.

Penulis merupakan *best talent* PEP LPDP angkatan 4, Putri Luwes Universitas Jember pada 2017 dan Best Oral Presenter pada ICALS 2020. Penulis juga telah memublikasikan karya ilmiah di Jurnal Nasional dan Internasional. Selain itu, penulis juga aktif dalam keorganisasian di Bidang Peternakan seperti ISPI dan HANTER IPB.



Melinda Erdya Krismaputri, S.Pt., M.Si., adalah seorang dosen yang mengajar sejak Maret 2017 di Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Jember yang fokus pada bidang Nutrisi Pakan Ternak. Gelar sarjana diperoleh penulis kelahiran Pati ini dari Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro dengan fokus penelitian

skripsi pada bidang Teknologi Hasil Ternak. Begitu pun dengan gelar magisternya, diperoleh dari Fakultas Peternakan dan

Pertanian, Universitas Diponegoro dengan fokus penelitian tesis pada bidang Nutrisi Pakan Ternak.

Penulis adalah *awardee* Beasiswa Pendidikan Paskasarjana Dalam Negeri dari Kemenristekdikti (2013–2015). Sampai saat ini, penulis menjadi anggota Ikatan Sarjana Peternakan Indonesia (ISPI). Penulis adalah Putri Luwes ke-2 Universitas Jember 2019.



Inovasi merupakan tren yang tengah dikembangkan disegala aspek bidang pengetahuan. Buku inovasi manajemen pakan ternak menjadi daya tarik untuk kami susun karena pakan menjadi faktor terbesar dalam usaha peternakan. Kehadiran sentuhan manajemen yang baru dan inovatif diharapkan dapat meningkatkan profit usaha peternakan. Kualitas pakan merupakan titik penting yang harus diketahui oleh pelaku usaha peternakan. Pakan yang berkualitas dapat diketahui berdasar kandungan nutrisinya termasuk kandungan senyawa metabolit skunder. Pakan dengan kualitas rendah, dapat ditingkatkan secara optimal dengan pengolahan pakan yang juga dibahas dalam buku ini. Selain membahas peran pakan dalam mencukupi kebutuhan hidup, buku ini juga memaparkan beberapa riset mengenai kegunaan pakan potensial yang dapat memicu imunitas tubuh. Pakan dengan kandungan zat yang memiliki efek imunomodulator maupun antimikrobal sangat potensial dikembangkan untuk menghasilkan ternak yang sehat dan tentunya menghemat biaya pengobatan. Terlepas dari poin diatas, manajemen pemberian pakan juga memberikan efek bagi pertumbuhan bobot badan dan kualitas daging yang dihasilkan. Daging yang dihasilkan dalam budidaya peternakan, dapat diinovasikan dengan memberikan tritmen pakan pada ternak. Terakhir, buku ini juga dilengkapi dengan cara pengukuran kualitas daging. Inovasi manajemen yang disajikan dalam buku ini, lengkap dari tanaman asal hingga kualitas daging.



BUKU TEKS

INOVASI MANAJEMEN PAKAN TERNAK

Dr. Desy Cahya Widianingrum, S.Pt.
Himmatul Khasanah, S.Pt., M.Si.
Melinda Erdya Krismaputri, S.Pt., M.Si.
Listya Purnamasari, S.Pt., M.Sc.

2021

