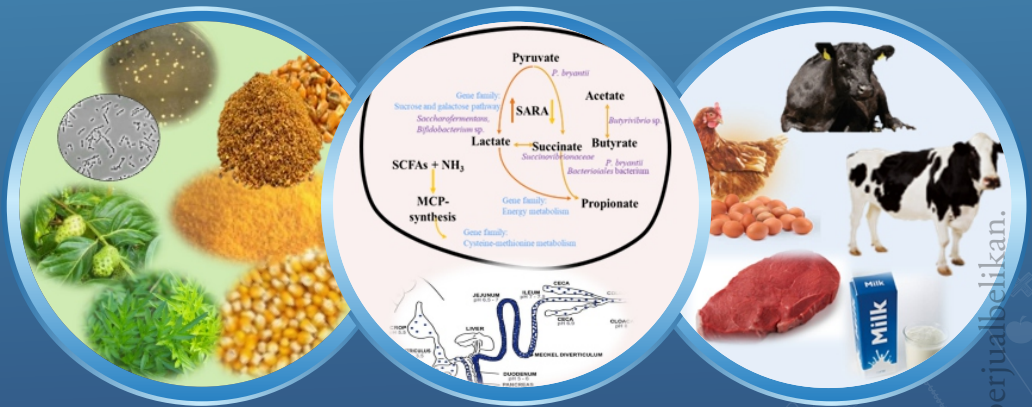


IMBUHAN PAKAN TERNAK BERBASIS MIKROBA DAN TANAMAN DALAM Mendukung PEMBANGUNAN PETERNAKAN BERKELANJUTAN DI INDONESIA

ORASI PENGUKUHAN PROFESOR RISET
KEPAKARAN IMBUHAN PAKAN TERNAK



OLEH:
AHMAD SOFYAN

BADAN RISET DAN INOVASI NASIONAL

**IMBUHAN PAKAN TERNAK
BERBASIS MIKROBA DAN TANAMAN
DALAM Mendukung PEMBANGUNAN
PETERNAKAN BERKELANJUTAN
DI INDONESIA**

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Diterbitkan pertama pada 2024 oleh Penerbit BRIN

Tersedia untuk diunduh secara gratis: penerbit.brin.go.id



Buku ini di bawah lisensi Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0).

Lisensi ini mengizinkan Anda untuk berbagi, mengopi, mendistribusikan, dan mentransmisi karya untuk penggunaan personal dan bukan tujuan komersial, dengan memberikan atribusi sesuai ketentuan. Karya turunan dan modifikasi harus menggunakan lisensi yang sama.

Informasi detail terkait lisensi CC BY-NC-SA 4.0 tersedia melalui tautan: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



**IMBUHAN PAKAN TERNAK
BERBASIS MIKROBA DAN TANAMAN
DALAM Mendukung PEMBANGUNAN
PETERNAKAN BERKELANJUTAN
DI INDONESIA**

**ORASI PENGUKUHAN PROFESOR RISET
KEPAKARAN IMBUHAN PAKAN TERNAK**

OLEH:
AHMAD SOFYAN

Reviewer:
Prof. Dr. Ir. Gunawan, M.S.
Prof. Dr. Ir. Arnold Parlindungan Sinurat, M.S.
Prof. Dr. Yantyati Widyastuti

Penerbit BRIN

Buku ini tidak diperjualbelikan.

© 2024 Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)
Pusat Riset Peternakan

Katalog dalam Terbitan (KDT)

Imbuhan Pakan Ternak Berbasis Mikroba dan Tanaman dalam Mendukung Pembangunan Peternakan Berkelanjutan di Indonesia /Ahmad Sofyan–Jakarta: Penerbit BRIN, 2024.

vi + 120 hlm.; 14,8 x 21 cm

ISBN 978-623-8372-98-0 (*e-book*)




- | | |
|------------------------|---------------------|
| 1. Imbuhan Pakan | 2. Antibiotik |
| 3. Bakteri Asam Laktat | 4. Bioaktif Tanaman |
| 5. Peternakan | |

530.12

Copy editor : Annisa' Eskahita Azizah
Proofreader : Meita Safitri
Penata Isi : Meita Safitri
Desainer Sampul : Meita Safitri

Edisi pertama : Agustus 2024



Diterbitkan oleh:
Penerbit BRIN, Anggota Ikapi
Direktorat Repositori, Multimedia, dan Penerbitan Ilmiah
Gedung B. J. Habibie, Jl. M. H. Thamrin No.8,
Kb. Sirih, Kec. Menteng, Kota Jakarta Pusat,
Daerah Khusus Ibukota Jakarta 10340
Whatsapp: +62 811-1064-6770
E-mail: penerbit@brin.go.id
Website: penerbit.brin.go.id
 PenerbitBRIN
 @Penerbit_BRIN
 @penerbit.brin

Buku ini tidak diperjualbelikan.

DAFTAR ISI

BIODATA RINGKAS	1
PRAKATA PENGUKUHAN	5
I. PENDAHULUAN.....	7
II. DINAMIKA PERKEMBANGAN TEKNOLOGI PENGUNAAN IMBUHAN PAKAN PADA TERNAK	15
A. Era Penggunaan Imbuhan Pakan AGPs (Sebelum Tahun 2018)	17
B. Era Penggunaan Imbuhan Pakan Non-AGPs (Tahun 2018–Sekarang).....	19
III. PETERNAKAN BERKELANJUTAN DAN PERANAN IMBUHAN PAKAN TERHADAP PRODUKTIVITAS TERNAK.....	21
A. Peternakan Berkelanjutan.....	21
B. Peranan Imbuhan Pakan terhadap Produktivitas Ternak.....	23
C. Implementasi dan Dampak Ekonomi Penggunaan Imbuhan Pakan.....	27
IV. INOVASI TEKNOLOGI IMBUHAN PAKAN BERBASIS MIKROBA DAN TANAMAN.....	31
A. Inovasi Imbuhan Pakan Berbasis Mikroba	34
B. Inovasi Imbuhan Pakan Berbasis Tanaman	43
V. POTENSI, PELUANG, DAN TANTANGAN SERTA STRATEGI PENGEMBANGAN.....	51
A. Potensi Sumber Daya.....	51
B. Peluang Pengembangan.....	52
C. Tantangan Pengembangan	53
D. Strategi Pengembangan	53
VI. KESIMPULAN	57
VIII. PENUTUP	59
UCAPAN TERIMA KASIH	61
DAFTAR PUSTAKA.....	65
DAFTAR PUBLIKASI ILMIAH.....	81
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	109

Buku ini tidak diperjualbelikan.

BIODATA RINGKAS



Ahmad Sofyan, lahir di Pati pada 5 Oktober 1979, adalah anak kedua dari Bapak Nur Salam dan Ibu Zaenab. Menikah dengan Evrin Safrilya Vanadianingrum, S.Pt. dan dikaruniai dua orang anak, yaitu Shidqina Firdausy ‘Ilma Sofriananda dan Hilman Azzamy Hafizuddin Sofriananda.

Berdasarkan Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 3/M Tahun 2022, yang bersangkutan diangkat sebagai Peneliti Ahli Utama Badan Riset dan Inovasi Nasional terhitung mulai tanggal 1 Oktober 2021.

Berdasarkan Keputusan Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional Nomor 179/I/HK/2024 tanggal 12 Juli 2024 tentang Pembentukan Majelis Pengukuhan Profesor Riset (MPPR), yang bersangkutan dapat melakukan pidato Pengukuhan Profesor Riset.

Menamatkan sekolah dasar di SD N Kadilangu, Trangkil, Pati, pada tahun 1993; Madrasah Ibtidaiyah Mansyaul ‘Ulum Kadilangu pada tahun 1994; sekolah menengah pertama di SMP N 1 Margoyoso, Pati, pada tahun 1996; dan sekolah menengah atas di SMU N 1 Pati pada tahun 1999. Memperoleh gelar Sarjana Peternakan (S.Pt.) dari IPB University, Bogor, pada tahun 2003; gelar Master of Science (M.Sc.) dari Universitas

Gadjah Mada, Yogyakarta, pada 2011; dan gelar S-3 Doctor of Philosophy in Agricultural Science (Ph.D.) dari University of Tsukuba, Jepang, pada tahun 2017.

Menduduki jabatan struktural sebagai Kepala Seksi Rancang Bangun UPT Balai Pengembangan Proses dan Teknologi Kimia LIPI (2011–2013); Kepala Laboratorium Teknologi Bioaditif Pakan BPTBA LIPI (2018–2020); dan ditugaskan sebagai Koordinator Program di Deputi Bidang Jasa Ilmiah (2020–2021); Anggota Tim Reformasi Birokrasi LIPI (2021); Tim Pengelola Rumah Program OR Ilmu Pengetahuan Teknik, Badan Riset dan Inovasi Nasional (2022); Ketua Kelompok Riset Teknologi Pakan Aditif dan Suplemen, Pusat Riset Peternakan BRIN (2022–sekarang).

Jabatan fungsional diawali sebagai Peneliti Ahli Pertama (III/b) pada 2008, Peneliti Ahli Muda (III/c) pada 2010, Peneliti Ahli Madya (IV/a) pada 2012, Peneliti Ahli Madya (IV/c) pada tahun 2019, dan Peneliti Ahli Utama (IV/d) pada tahun 2020.

Menghasilkan 125 artikel karya tulis ilmiah, baik yang ditulis dalam bahasa Indonesia (58) maupun bahasa Inggris (67), dalam terbitan prosiding serta jurnal skala nasional dan global. Sebanyak 22 kekayaan intelektual dimiliki dalam bentuk 12 paten terdaftar dan 10 paten *granted* serta sebanyak 5 paten telah dilisensikan.

Berperan aktif dalam pembinaan kader ilmiah peneliti di BPTBA LIPI dan Pusat Riset Peternakan BRIN. Pembimbing mahasiswa pada jenjang S-1 (IPB, UNS), S-2 (IPB, UNPAD

UNHAS), dan S-3 (IPB, UI, UGM). Aktif dalam organisasi ilmiah sebagai *associate research fellow* di Animal Feed and Nutrition Modelling Research Group (AFENUE) IPB University, Ketua Bidang Pengembangan Kompetensi dan Sertifikasi Profesi Asosiasi Ahli Nutrisi dan Pakan Indonesia (AINI), anggota Masyarakat Biodiversitas dan Bioinformatika Indonesia (MABBI), dan anggota aktif Himpunan Peneliti Indonesia (Himpenindo)/Perhimpunan Periset Indonesia (PPI). Sejak 2018 sampai 2023, mendapat amanah sebagai dosen luar biasa di Fakultas Peternakan UGM dan dosen tamu di Fakultas Peternakan IPB University.

Penghargaan yang pernah diperoleh adalah Pemuda Berprestasi dari Menteri Pemuda dan Olahraga RI (2009), Alltech Young Animal Scientist Chapter Japan dari Alltech Biotechnology Co. Ltd. USA (2015), Juara III Lomba Penulisan Karya Tulis Iptek Hakteknas XVII Kemenristek (2012), penerima Inventor Award: Suplemen pakan unggas dari LIPI (2017), Satyalencana Karya Sapta X Tahun dari Presiden RI (2017), Peneliti Terbaik Deputi IPT LIPI (2012), SDM Iptek Berprestasi LIPI (2020), dan Periset Terbaik Pusat Riset Peternakan BRIN (2023).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

PRAKATA PENGUKUHAN

Bismillaahirrahmaanirrahim

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Salam sejahtera untuk kita semua

Majelis Pengukuhan Profesor Riset, Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional yang mulia, dan hadirin yang saya hormati.

Pertama-tama marilah kita panjatkan puji dan syukur ke hadirat Allah Swt. atas segala rahmat, nikmat, dan karunia-Nya sehingga dalam kesempatan ini kita dapat berkumpul dan bersama-sama hadir dalam acara orasi ilmiah Pengukuhan Profesor Riset di Badan Riset dan Inovasi Nasional.

Pada kesempatan yang berbahagia ini, dengan segala kerendahan hati, izinkan saya pada tanggal 14 Agustus 2024, menyampaikan orasi ilmiah dengan judul:

“IMBUHAN PAKAN TERNAK
BERBASIS MIKROBA DAN TANAMAN DALAM
MENDUKUNG PEMBANGUNAN PETERNAKAN
BERKELANJUTAN DI INDONESIA”

Pada orasi ini, akan disampaikan *state of the art* tentang perkembangan, peluang, dan tantangan riset dan inovasi

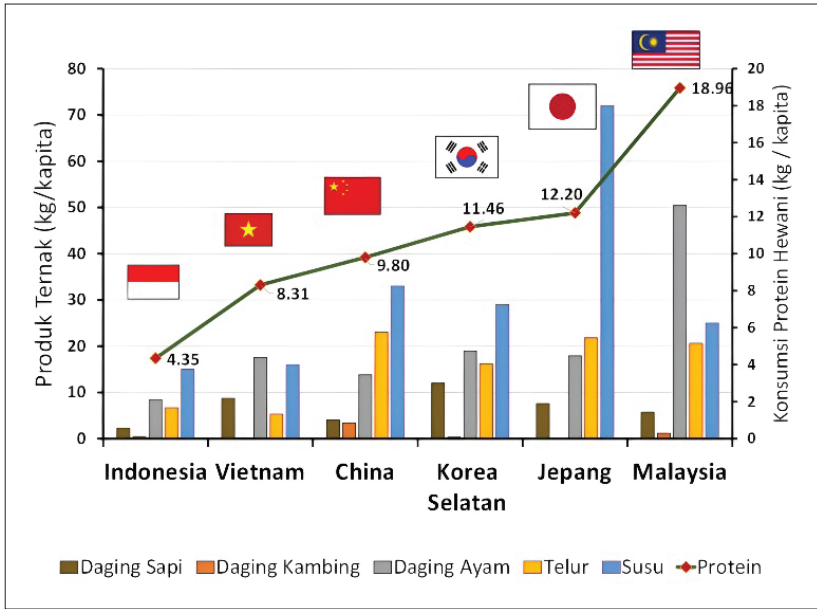
imbuhan pakan berbasis mikroba dan tanaman dari sumber keanekaragaman hayati Indonesia sehingga diperoleh teknologi kunci dalam seleksi, preparasi, dan optimasi untuk memperoleh sediaan dan produk imbuhan pakan ternak dalam meningkatkan produktivitas ternak secara berkelanjutan.

Orasi diharapkan dapat memberikan informasi terkait dengan peran penting dan manfaat imbuhan pakan ternak dalam mengoptimalkan proses pencernaan, peningkatan produktivitas, dan kualitas hasil ternak serta mendukung kelestarian lingkungan. Dengan demikian, langkah dan strategi pengembangan inovasi imbuhan pakan ternak yang tepat dapat dihasilkan sehingga kebijakan lintas sektoral dan sinergisitas para pemangku kepentingan dapat diwujudkan dalam mendukung kemandirian pangan hewani nasional.

I. PENDAHULUAN

Sektor peternakan memiliki kontribusi besar dalam pemenuhan kecukupan pangan dan gizi nasional, khususnya pangan sumber protein hewani. Jumlah konsumsi pangan asal ternak masyarakat Indonesia pada tahun 2022 per kapita per tahun mencapai 2,23 kg daging sapi; 8,21 kg daging ayam; 6,57 kg telur; dan 15,0 kg susu atau setara dengan konsumsi protein hewani 4,35 kg/kapita/tahun (Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan, 2023; OECD/FAO, 2023). Konsumsi protein hewani di Indonesia per kapita per tahun tersebut lebih rendah dibandingkan negara Asia lainnya, seperti Vietnam (8,31 kg), Tiongkok (9,80 kg), Korea Selatan (11,46 kg), Jepang (12,20 kg), dan Malaysia (18,96 kg; Gambar 1.1). Mengingat bahwa konsumsi protein hewani asal ternak penting dalam mendukung kesehatan dan sistem imunitas tubuh manusia, konsumsi protein hewani asal ternak di Indonesia perlu ditingkatkan.

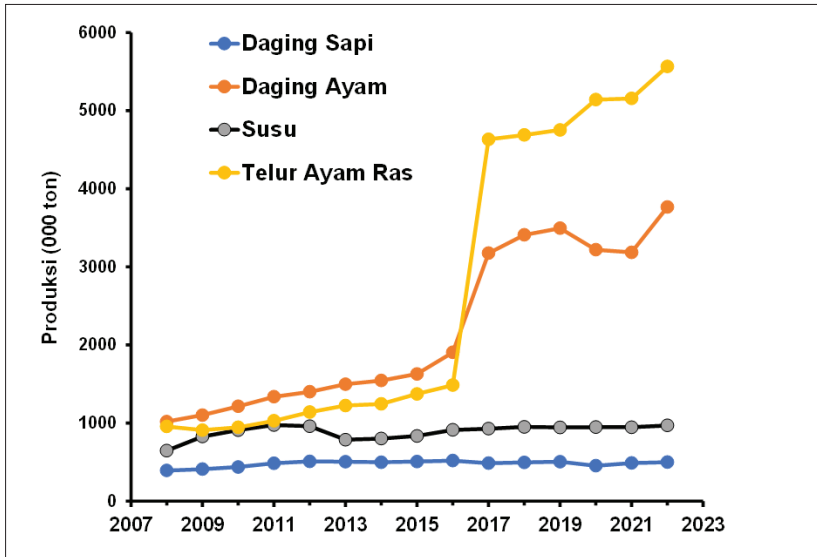
Konsumsi pangan asal ternak dipengaruhi oleh produksi daging, telur, dan susu yang dihasilkan secara nasional dan impor. Data Badan Pusat Statistik (BPS, 2022) menunjukkan bahwa produksi daging sapi nasional adalah 436,7 ribu ton atau 62,8% dari kebutuhan daging sapi di Indonesia (695,4 ribu ton), yang berarti bahwa sebanyak 258,7 ribu ton daging sapi (37,2%) masih bergantung pada impor. Produksi susu nasional adalah 968,9 ribu ton atau 23,1% dari kebutuhan susu nasional (4,2 juta ton) sehingga sebanyak 76,9% kebutuhan susu di



Keterangan: Berdasarkan data yang bersumber dari OECD/FAO (2023) dan Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan (2023).

Gambar 1.1 Tingkat Konsumsi Produk Pangan Asal Ternak di Indonesia dan Beberapa Negara Asia

Indonesia dipenuhi dari impor. Menurut Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan (2023), produksi daging ayam sebanyak 3,7 juta ton dan produksi telur sebanyak 5,6 juta ton. Kedua komoditas ini telah memenuhi kebutuhan nasional (Gambar 1.2). Berdasarkan gambaran data di atas, diperlukan upaya terus-menerus untuk meningkatkan produksi, terutama produksi daging sapi dan susu melalui peningkatan populasi dan produktivitasnya.



Keterangan: Berdasarkan data yang bersumber dari Direktorat Jenderal Peternakan (2010) dan Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan (2012, 2015, 2019, 2023).

Gambar 1.2 Produksi Hasil Ternak (Daging, Susu, dan Telur) Selama 15 Tahun Terakhir (2008–2022)

Pembangunan peternakan berkelanjutan di Indonesia memiliki fokus utama pada upaya peningkatan konsumsi pangan asal ternak yang merupakan sumber protein hewani dan peningkatan produktivitas ternak (Bahri & Tiesnamurti, 2012). Banyak faktor yang memengaruhi peningkatan produktivitas ternak berkelanjutan, antara lain, integrasi penyediaan bahan pakan dengan sektor lainnya dan pengembangan ternak lokal yang ramah lingkungan. Untuk mendukung hal tersebut, pengembangan pakan berbasis sumber daya lokal menjadi faktor dominan untuk mendukung produktivitas ternak.

Pakan adalah komponen penting dalam kegiatan produksi peternakan dan merupakan komponen biaya terbesar, yaitu sekitar 70% (Julendra et al., 2020; Winarti et al., 2022). Berdasarkan data Gabungan Pengusaha Makanan Ternak (GPMT), pemenuhan kebutuhan pakan nasional pada tahun 2021 mencapai 19,50 juta ton dan tahun 2022 mencapai 20,04 juta ton dalam bentuk pakan konsentrat (Utomo, 2020; Suharno et al., 2020). Produksi pakan tersebut sebesar 48,7% untuk pemenuhan kebutuhan ayam pedaging; 35,8% untuk ayam petelur; 8,5% untuk ayam pembibitan; dan 7% untuk ternak lainnya (Tabel 1.1).

Tabel 1.1 Produksi Pakan dan Potensi Pasar Imbuhan Pakan di Indonesia Tahun 2019

Jenis Ternak	Produksi Pakan (ton)	Biaya Imbuhan Pakan (Rp/ton)	Potensi Pasar Imbuhan Pakan (Rp)
Ayam pedaging (broiler)	9.765.000	171.650	1.676.224.044.000
Ayam petelur (layer)	7.163.000	130.650	935.788.464.000
Bibit ternak (breeder)	1.704.000	130.750	222.829.380.000
Ternak lainnya	1.411.000	125.000	176.360.000.000
Jumlah	20.043.000	558.050	3.011.201.888.000

Sumber: Suharno et al. (2020)

Optimalisasi penggunaan pakan dalam mendukung produktivitas ternak yang efisien perlu dilakukan dengan penambahan imbuhan pakan (*feed additive*). Definisi imbuhan pakan

berdasarkan Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2009 tentang Peternakan dan Kesehatan Hewan adalah bahan baku pakan yang tidak mengandung zat gizi atau nutrien, yang tujuan pemakaiannya terutama untuk tujuan tertentu. Imbuhan pakan yang umum digunakan untuk peningkatan produktivitas ternak selama ini adalah imbuhan pakan berbasis antibiotik pemacu pertumbuhan atau *antibiotic growth promoters* (AGPs). Kebutuhan imbuhan pakan di Indonesia mencapai 374,5 ribu ton dengan estimasi potensi pasar mencapai 3,011 triliun rupiah dan dipenuhi melalui impor (Tabel 1.1).

Penggunaan imbuhan pakan berbasis AGPs dilaporkan memiliki dampak terhadap resistensi mikroba patogen pada ternak dan residu pada produk ternak. Hal ini dapat berdampak negatif pada kesehatan manusia. Oleh karena itu, sejak tahun 2006 penggunaan AGPs pada ternak unggas dan ruminansia dilarang di Uni Eropa (Castanon, 2007; Jouany & Morgavi, 2007). Beberapa negara Eropa dan Asia lainnya kemudian juga memberlakukan larangan penggunaan AGPs. Di Indonesia, penggunaan AGPs dilarang sejak awal tahun 2018 dengan terbitnya Peraturan Menteri Pertanian (Permentan) RI Nomor 14/Permentan/PK.350/5/2017 tentang Klasifikasi Obat Hewan. Sebagai implikasi dari kebijakan ini, industri peternakan beralih menggunakan imbuhan pakan non-AGPs, seperti probiotik, prebiotik, campuran probiotik dan prebiotik, serta bioaktif tanaman. Implikasi lainnya adalah riset imbuhan pakan non-AGPs makin berkembang. Upaya peningkatan efektivitas probiotik dalam meningkatkan produktivitas ternak terus dikembangkan. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa imbuhan pakan

yang mengandung kombinasi probiotik dan ekstrak mengkudu mampu menekan pertumbuhan parasit pada sekum ayam (Karimy et al., 2013; Suryani et al., 2014). Penelitian imbuhan pakan berbasis mikroba juga makin berkembang. Eksplorasi juga dilakukan pada pemanfaatan isolat bakteri asam laktat yang terkonfirmasi karakteristiknya sebagai kandidat probiotik unggas dan ruminansia (Damayanti et al., 2015; Martin et al., 2018).

Pengembangan riset imbuhan pakan berbasis mikroba dan bioaktif tanaman tidak hanya difokuskan pada peningkatan berat badan, tetapi juga untuk meningkatkan kualitas produk ternak. Pada unggas, penggunaan imbuhan pakan berupa probiotik mampu menurunkan kadar kolesterol daging dan telur puyuh, meningkatkan efisiensi pakan pada ayam pedaging, dan berpotensi meningkatkan margin bagi peternak ayam (Sofyan et al., 2012; Istiqomah et al., 2018; Istiqomah et al., 2020). Penambahan imbuhan pakan yang mengandung probiotik dan mineral organik mampu menurunkan kadar lemak dan kolesterol daging domba (Herdian et al., 2013).

Beberapa hasil riset menunjukkan bahwa inovasi imbuhan pakan berbasis mikroba dan tanaman ini tidak hanya berpengaruh positif pada pencernaan bahan pakan dan produktivitas ternak, tetapi juga memiliki efek fungsional dalam meningkatkan kualitas produk daging, telur, dan susu, serta berimplikasi pada peningkatan nilai ekonomi budi daya ternak. Dengan demikian, penggunaan imbuhan pakan mendukung upaya pengembangan peternakan. Berdasarkan uraian tersebut, dalam orasi ilmiah ini

disampaikan hasil-hasil penelitian penulis di bidang imbuhan pakan kaitannya dalam mendukung pembangunan peternakan berkelanjutan. Hasil penelitian yang disampaikan terutama terkait imbuhan pakan berbasis mikroba dan tanaman serta relevansinya dalam mendukung peningkatan produktivitas ternak di Indonesia.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

II. DINAMIKA PERKEMBANGAN TEKNOLOGI PENGUNAAN IMBUHAN PAKAN PADA TERNAK

Penggunaan *antibiotic growth promoters* (AGPs) pada ternak sendiri dikelompokkan berdasarkan spektrum penghambatan terhadap bakteri patogen. Kelompok AGPs spektrum luas terdiri atas *penicilin*, *cephalosporin*, *enrofloxacin*, *ionophores*, *macrolides*, *virginiamycin*, dan *tetracyclines* serta spektrum sempit ialah kelompok AGPs *aminoglycosides* (*neomycin*; Tabel 2.1).

Tabel 2.1 Beberapa Kelas, Mekanisme Kerja, Spektrum Efektivitas, dan Objek Ternak dari *Antibiotic Growth Promoters*

No.	Kelas (Antibiotik)	Mekanisme kerja	Spektrum	Objek Ternak
1.	<i>Aminoglycosides</i> (<i>Neomycin</i>)	Penghambatan sintesis protein (<i>bactericidal</i>)	Spektrum sempit	Ayam, babi, domba, sapi
2.	<i>Penicilins</i> (<i>Penicilin</i> , potasium, <i>procaine</i>)	Penghambatan sintesis dinding sel bakteri (<i>bactericidal</i>)	Spektrum luas	Babi, domba, sapi
3.	<i>Cephalosporins</i> (<i>Cetiofur</i>)	Penghambatan sintesis dinding sel bakteri (<i>bactericidal</i>)	Spektrum luas (terutama bakteri Gram positif)	Babi, domba, sapi

No.	Kelas (Antibiotik)	Mekanisme kerja	Spektrum	Objek Ternak
4.	<i>Quinolones, fluoroquinolones (Enrofloxacin)</i>	Penghambatan kerja enzim DNA gyrase (<i>bactericidal</i>)	Spektrum luas	Sapi
5.	<i>Ionophores (Lasalocid sodium, maduramicin, monensin, salinomycin)</i>	Mengubah permeabilitas membran (<i>bacteriostatic</i>)	Spektrum luas	Ayam, sapi
6.	<i>Macrolides (Erythromycin, tylosin)</i>	Penghambatan sintesis protein (<i>bacteriostatic</i>)	Spektrum luas	Ayam, babi, domba, sapi
7.	<i>Streptogramins (Virginiamycin)</i>	Penghambatan sintesis protein (<i>bacteriostatic</i>)	Spektrum luas (terutama bakteri Gram positif)	Ayam, babi, domba, sapi
8.	<i>Tetracyclines (Oxytetracycline, chlortetracycline)</i>	Penghambatan sintesis protein (<i>bacteriostatic</i>)	Spektrum luas	Ayam, babi, domba, sapi

Sumber: Brown et al. (2017)

Namun, sejak awal tahun 2018, Indonesia telah melarang penggunaan AGPs sebagai imbuhan pakan. Hal ini berdampak pada perubahan penggunaan imbuhan pakan dari AGPs kemudian digantikan non-AGPs.

A. Era Penggunaan Imbuan Pakan AGPs (Sebelum Tahun 2018)

Penggunaan imbuan pakan pada ternak pertama kali dilaporkan pada tahun 1940, yaitu sejak ditemukannya antibiotik untuk memacu pertumbuhan ternak. Efek penggunaan antibiotik pada ternak ditemukan ketika ayam menunjukkan pertumbuhan lebih tinggi pada saat diberi pakan dengan tambahan produk samping miselium kering dari *Streptomyces aureofaciens* yang mengandung antibiotik *chlortetracycline* (Castanon, 2007).

Pada periode tahun 1950–1998, AGPs umum digunakan sebagai imbuan pakan pada ternak, baik unggas maupun ruminansia (Brown et al., 2017). Berbagai macam AGPs telah digunakan sebagai imbuan pakan untuk meningkatkan pertambahan berat badan dan efisiensi pakan pada ternak selama sekitar lima dekade. Pada periode ini, penggunaan AGPs pada ternak berkembang pesat sehingga dikenal sebagai masa kejayaan penggunaan AGPs (*golden age of antibiotic era*). Pada periode ini, telah ditemukan sebanyak 60 jenis antibiotik, antara lain, AGPs *macrolides* di Amerika Serikat dan AGPs *penicilin*, *chlortetracycline*, dan *avoparcine* di Inggris (Castanon, 2007).

Pada tahun 1997, Uni Eropa melarang penggunaan AGPs jenis *avoparcine* dan pada tahun 1999 melarang penggunaan empat jenis AGPs pada ternak, yaitu *bacitracin*, *spiramycin*, *tylosin*, dan *virginiamycin* (Casewell et al., 2003). Larangan penggunaan AGPs ini terkait dengan munculnya mikroba patogen manusia yang kebal antibiotik yang berasal dari pangan asal hewan. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa terdapat

efek negatif akibat penggunaan AGPs pada ternak ruminansia maupun unggas terhadap kesehatan ternak dan manusia serta lingkungannya (Castanon, 2007; Jouany & Morgavi, 2007).

Sejak tahun 2006, Uni Eropa melarang penggunaan semua jenis AGPs, baik untuk ternak unggas maupun ruminansia (Castanon, 2007; Jouany & Morgavi, 2007), padahal beberapa jenis AGPs mampu meningkatkan produktivitas ternak, misalnya penggunaan AGPs *ionophores* pada penggemukan sapi potong yang mampu meningkatkan berat hidup 7,5% (Jouany & Morgavi, 2007). Sejak dilarangnya penggunaan AGPs sebagai pemacu pertumbuhan ternak oleh Uni Eropa pada tahun 2006, riset dan inovasi imbuhan pakan non-AGPs berbasis bahan lokal mulai berkembang (Sinurat et al., 2017; Sofyan, Julendra, et al., 2010).

Penggunaan AGPs di Indonesia sendiri diatur dalam Surat Keputusan Menteri Pertanian Nomor: 806/Kpts/TN.260/12/94 yang merupakan penjabaran dari Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 78 Tahun 1992 tentang Obat Hewan. Pada peraturan tersebut, imbuhan pakan dikelompokkan pada obat bebas terbatas untuk hewan. Beberapa imbuhan pakan yang umum digunakan untuk ternak adalah *monensin*, *spiramycin*, *flavomycin*, dan *tylosine* yang umumnya berfungsi sebagai pemacu pertumbuhan ternak. Seiring dengan berkembangnya isu resistensi mikroba patogen dan potensi bahaya residu AGPs pada produk ternak dari penggunaan AGPs, pemerintah mulai menerapkan kebijakan pengendalian penggunaan AGPs dalam mendukung keamanan nasional (Sinurat et al., 2017).

B. Era Penggunaan Imbuhan Pakan Non-AGPs (Tahun 2018–Sekarang)

Sejak tahun 2018, Indonesia telah melarang penggunaan imbuhan pakan AGPs untuk ternak. Larangan tersebut berdasarkan pada Peraturan Menteri Pertanian RI Nomor 14/Permentan/PK.350/5/2017 tentang Klasifikasi Obat Hewan. Penerapan kebijakan yang melarang penggunaan imbuhan pakan AGPs tersebut pada ternak berdampak pada penggunaan imbuhan pakan non-AGPs yang makin berkembang. Hal ini dibuktikan dengan banyaknya imbuhan pakan non-AGPs yang terdaftar di Kementerian Pertanian. Pada tahun 2020, telah terdaftar imbuhan pakan non-AGPs dalam sediaan probiotik/prebiotik (85 produk), enzim (104 produk), asam organik (66 produk), dan sediaan lainnya (36 produk) (Tangendjaja et al., 2020).

Setelah dilarangnya penggunaan AGPs sebagai imbuhan pakan pada ternak pada tahun 2018, penggunaan probiotik pada industri peternakan di Indonesia makin meningkat. Probiotik didefinisikan sebagai mikroba hidup yang diberikan ke ternak dalam jumlah yang memadai dan memberikan manfaat bagi kesehatan ternak sebagai inang. Beberapa spesies mikroba yang termasuk probiotik, antara lain, bakteri (*Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Bacillus*, *Bifidobacterium*, *Enterococcus*), khamir (*Saccharomyces cerevisiae*), dan jamur (*Aspergillus niger*).

Keuntungan penggunaan probiotik pada ternak, antara lain, peningkatan kinerja, modulasi mikrobiota usus, penghambatan patogen, peningkatan kesehatan usus, dan imunomodulasi pada ternak (Julendra et al., 2021; Suryani et al., 2014; Abd El-

Hack et al., 2020). Probiotik dalam bentuk konsorsium antara bakteri (*Lactobacillus plantarum*) dan khamir (*Saccharomyces cerevisiae*) dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, dan *Salmonella pullorum* secara *in vitro* (Sofyan, Martin, et al., 2019). Pada pengujian secara *in vivo*, pemberian probiotik *L. plantarum* dan *S. cerevisiae* dapat meningkatkan efisiensi protein dan energi metabolis pada ayam (Suryani et al., 2023) dan menurunkan kadar kolesterol telur dan daging puyuh (Istiqomah et al., 2020).

III. PETERNAKAN BERKELANJUTAN DAN PERANAN IMBUHAN PAKAN TERHADAP PRODUKTIVITAS TERNAK

A. Peternakan Berkelanjutan

Pengembangan peternakan di daerah tropis, seperti Indonesia, memiliki karakteristik tersendiri dibanding dengan peternakan di daerah *temperate* dan subtropis. Lingkungan tropis dicirikan oleh suhu dan kelembapan tinggi yang dapat menyebabkan cekaman panas (*heat stress*) pada ternak. Cekaman panas menyebabkan efek buruk pada tingkat kenyamanan, imunologi, dan fisiologi ternak (Oke et al., 2021). Cekaman panas ini berpotensi memberikan dampak pada tingginya angka mortalitas ternak, rendahnya fertilitas, menurunnya berat karkas dan produksi susu, serta laju pertumbuhan ternak yang lambat (Loor et al., 2016).

Menurut Hocquette dan Chatellier (2011), konsep pembangunan peternakan berkelanjutan mengintegrasikan tiga dimensi, yaitu (1) menghasilkan produk yang berkualitas, efisien, dan bernilai ekonomi (dimensi ekonomi); (2) mampu mengoptimalkan sumber daya genetik dan meminimalkan dampak cemaran nutrisi dan emisi metan sehingga kelestarian lingkungan terjaga (dimensi lingkungan); dan (3) mampu menjaga kesejahteraan ternak dan memberdayakan peran masyarakat (dimensi kemasyarakatan). Dalam mendukung pembangunan peternakan

berkelanjutan diperlukan kecukupan bahan pakan secara kuantitas, kualitas, dan kontinuitas. Kecukupan bahan pakan tersebut dapat dipenuhi, salah satunya, dari integrasi penyediaan bahan pakan dengan sektor lainnya (Bahri & Tiesnamurti, 2012). Pola integrasi ini dapat diimplementasikan dalam penyediaan bahan pakan ternak ruminansia yang sebagian besar berasal dari hasil samping tanaman pertanian dan agroindustri.

Beberapa bahan pakan dari hasil samping tanaman pertanian dan agroindustri yang digunakan dalam mendukung produktivitas ternak berkelanjutan, antara lain, kulit kacang tanah, dedak padi, dan kulit kedelai. Selain dimanfaatkan sebagai bahan pakan, ketiga bahan tersebut juga efektif sebagai bahan campuran dalam pembuatan mineral blok untuk suplemen pakan sapi potong di tingkat peternakan rakyat (Winarti et al., 2022).

Penelitian lainnya ialah fermentasi pakan komplit berbasis rumput dan campuran hasil samping tanaman pertanian, seperti jerami kedelai, jerami kacang tanah, ampas tahu, dedak padi dengan penambahan inokulum bakteri asam laktat, khamir *S. cerevisiae*, dan kapang *Rhizopus* sp. mampu meningkatkan daya simpan dan palatabilitas pakan ternak sapi potong (Sofyan et al., 2007; Sofyan, Yusiati, et al., 2011). Hal ini mengindikasikan bahwa pemanfaatan hasil samping tanaman pertanian dan agroindustri dengan aplikasi teknologi berperan penting dalam mendukung peternakan berkelanjutan.

B. Peranan Imbuhan Pakan terhadap Produktivitas Ternak

Imbuhan pakan (*feed additive*) memegang peranan penting dalam mendukung produktivitas ternak. Mekanisme kerja dari fungsi imbuhan pakan berperan pada peningkatan kualitas bahan sebelum dikonsumsi ternak (pradigesti) dan peningkatan kegunaan (utilisasi) zat makanan pada saat dimetabolisasi dalam saluran/organ pencernaan.

1. Peningkatan Kualitas Bahan Pakan

Pemberian imbuhan pakan untuk tujuan peningkatan kualitas pakan pradigesti meliputi antijamur (*antifungal*), peningkat cita rasa pakan (*attracting agent*), dan pewarna (*colouring agent*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan inokulum *Rhizopus oryzae* dalam pengolahan bahan pakan dapat menurunkan kadar asam fitat dan aflatoxin (Sofyan, Damayanti, & Julendra, 2010) sehingga dapat meningkatkan aroma dan palatabilitas pakan (Febrisiantosa et al., 2008; Suryani, Karimy, et al., 2013).

Isolat mikroba potensial, seperti *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilactici*, dan *Saccharomyces cerevisiae*, menunjukkan pengaruh positif sebagai inokulum pengolahan bahan baku pakan maupun sebagai kandidat imbuhan pakan probiotik (Sofyan, Utomo, et al., 2011; Sofyan et al., 2013; Suryani, Istiqomah, et al., 2013). Isolat *L. plantarum* A1-E dan *Clostrida tropicalis* TKd-3 telah dilaporkan memiliki aktivitas pendegradasi asam fitat sehingga meningkatkan ketersediaan fosfor dalam pakan (Anggraeni et al., 2020).

Sediaan kandidat probiotik dalam bentuk konsorsium *Pediococcus acidilactici* MK-20 dan *Saccharomyces cerevisiae* M-41 yang masing-masing diisolasi dari usus besar dan sekum dari ternak mentok (*Anas moschata*) mampu memperbaiki pencernaan bahan pakan berserat (Anggraeni et al., 2018; Herdian et al., 2018). Hasil pengujian probiotik tersebut pada ayam broiler menunjukkan adanya peningkatan retensi energi yang merupakan indikasi adanya peningkatan pencernaan pakan (Suryani et al., 2023).

2. Optimasi Sistem Digesti pada Ternak

Pada ternak unggas, pemberian imbuhan pakan ditargetkan peranannya dalam organ pencernaan usus. Keberadaan sediaan mikroba bakteri asam laktat dalam usus halus akan berdampak pada optimalisasi penyerapan nutrisi (Damayanti et al., 2014; Martin et al., 2018). Selain dalam bentuk sediaan tunggal, probiotik dapat berupa sediaan berbagai spesies mikroba (konsorsium). Pemberian probiotik konsorsium bakteri asam laktat *L. plantarum* dan khamir *S. cerevisiae* meningkatkan nilai energi metabolis pakan dan performa puyuh (Martin et al., 2018; Sofyan, Martin, et al., 2019) dan produktivitas ayam (Julendra et al., 2020). Selain sumber mikroba, imbuhan pakan dapat diperoleh dari tanaman. Bioaktif tanaman golongan flavonoid mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogen, seperti *E. coli* dan *S. pullorum* (Julendra & Sofyan, 2007; Sofyan et al., 2012).

Optimasi proses pencernaan bahan pakan pada ternak ruminansia telah dilakukan melalui penambahan imbuhan pakan mikroba dan bioaktif dari tanaman. Pemberian probiotik *Prevotella bryantii* (strain 25A) dengan dosis $2,0 \times 10^{11}$ cfu per hari per ekor mampu menekan akumulasi asam laktat dan meningkatkan kadar ammonia (NH_3) rumen pada sapi perah (Chiquette et al., 2012). Pemberian probiotik *Selenomonas ruminantium* dan kultur khamir terbukti menurunkan akumulasi asam laktat (Jouany & Morgavi, 2007).

Imbuhan pakan dari bioaktif tanaman, seperti tanin dan saponin, dapat digunakan sebagai teknik untuk mengoptimalkan proses digesti, yaitu menurunkan populasi protozoa dan *archaea* sehingga dapat menurunkan produksi gas metan dalam rumen (Sofyan et al., 2015;). Bioaktif, seperti tanin dan saponin, dapat menurunkan populasi *archaea bacteria* yang merupakan mikroba penghasil gas metan dalam sistem fermentasi rumen sehingga menurunkan produksi gas metana pada pengujian *in vitro* (Jayanegara et al., 2009).

3. Peningkatan Produktivitas Ternak

Pengembangan imbuhan pakan menunjukkan kemampuan peningkatan produktivitas, status kesehatan pada ternak, dan kualitas hasil ternak. Pemberian imbuhan pakan yang mengandung *Lactobacillus salivarius* (0,25%), *P. pentosaceus* (0,25%), dan *Ganoderma lucidum* (0,50%) mampu memperbaiki imunitas dan meminimalkan kerusakan jaringan pada hati ayam broiler (Sofyan et al., 2012). Kombinasi antara ekstrak tepung cacing

tanah dan tanaman mengkudu (*Morinda citrifolia*) dengan probiotik *P. acidilactici* R01 yang diisolasi dari usus halus ayam kampung menunjukkan penurunan prevalensi infeksi *E. coli* dan *E. tennela* pada ayam broiler (Karimy et al., 2013; Suryani et al., 2014).

Perlakuan pemberian probiotik yang mengandung *Acetobacter xylinum-Saccharomyces cerevisiae* dalam sediaan teh fermentasi kombucha pada taraf 12,5% dalam air minum mampu meningkatkan kualitas daging ayam dengan indikasi menurunnya total kolesterol dan meningkatnya rasio *high density lipoprotein* (HDL) terhadap *low density lipoprotein* (LDL) pada daging ayam (Ramli et al., 2003; Ramli et al., 2007). Rasio HDL:LDL yang meningkat mengindikasikan terjadinya deposisi kolesterol pada jaringan otot karena sebagian besar kolesterol akan ditransportasikan ke mitokondria untuk dirombak menjadi taurin dan glisin.

Penambahan probiotik *P. acidilactici* hasil isolasi dari cairan rumen sapi yang dikombinasikan dengan mineral mikro dalam sediaan organik mampu memperbaiki status kesehatan ternak ruminansia (Suryani, Karimy, et al., 2013; Herdian et al., 2013). Pemberian probiotik *P. bryantii* pada sapi perah meningkatkan kualitas susu dengan indikasi kandungan lemak susu yang lebih tinggi (Chiquette et al., 2012). Kombinasi probiotik dari berbagai strain *Lactobacillus* dan fitobiotik (asam rosmarinat) memperbaiki status kesehatan ternak sapi perah prasapih (Stefańska et al., 2021).

4. Potensi Mendukung Kelestarian Lingkungan

Imbuhan pakan juga berperan dalam menjaga kelestarian lingkungan. Riset dan pengembangan imbuhan pakan berbasis mikroba berupa pemberian probiotik pada unggas meningkatkan utilisasi zat makanan yang berarti menurunkan kehilangan nutrisi (*nutrient loss*) sehingga mengurangi cemaran lingkungan (Julendra et al., 2020; Sofyan, Martin, et al., 2019). Sementara itu, pemanfaatan ekstrak tanaman dan herbal juga menurunkan prevalensi bakteri patogen pada saluran cerna sehingga potensi kontaminasi mikroba patogen pada lingkungan dapat diminimalkan (Karimy et al., 2013; Suryani et al., 2014)

Pada ternak ruminansia, penggunaan imbuhan pakan berbasis tanaman berpengaruh nyata dalam menurunkan emisi gas metan dalam rumen (Caprarulo et al., 2022). Selain itu, penggunaan rumput laut berpotensi dalam menekan kehilangan energi pakan dan produksi gas metan dalam sistem fermentasi rumen (McCauley et al., 2020). Kombinasi ekstrak tanaman sumber tanin dan saponin mampu menurunkan produksi gas metan (Jayanegara et al., 2020). Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan imbuhan pakan memberikan kontribusi dalam menurunkan tingkat cemaran akibat kontaminasi mikroba patogen dan menjaga kelestarian lingkungan.

C. Implementasi dan Dampak Ekonomi Penggunaan Imbuhan Pakan

Implementasi penggunaan imbuhan pakan mikroba (probiotik) dapat dilakukan pada ternak ruminansia dan nonruminansia.

Hasil uji *in vivo* menunjukkan bahwa pemberian probiotik *L. plantarum* AKK-30, yang diisolasi dari usus ayam kampung, yang dicampur dalam air minum menunjukkan peningkatan bobot badan, efisiensi pakan, dan peningkatan pertumbuhan vili usus (Julendra et al., 2020). Peningkatan jumlah vili usus berdampak pada meningkatnya area penyerapan zat makanan maupun metabolit dari aktivitas enzimatik dalam saluran pencernaan.

Penelitian Istiqomah et al. (2020) menunjukkan bahwa pemberian probiotik *L. plantarum* pada puyuh mampu menurunkan lemak dan kolesterol daging puyuh. Hasil penelitian Karimy et al. (2013) menyatakan bahwa kombinasi probiotik bakteri asam laktat (BAL) dan ekstrak daun mengkudu sebagai koksidiostat berpotensi dalam menekan angka mortalitas ternak unggas. Efek positif pemberian probiotik BAL dan tepung *Ganoderma* mampu menaikkan bobot badan ayam broiler sebesar 9% (Sofyan et al., 2012). Penggunaan probiotik BAL dan tepung *Ganoderma* tersebut apabila diterapkan di peternakan ayam broiler di Pulau Jawa dengan populasi 1,8 miliar ekor ayam pedaging (BPS, 2022), akan berdampak pada potensi keuntungan kenaikan jumlah produksi daging ayam yang signifikan dan berdampak pula pada kenaikan margin usaha peternakan.

Pada ternak ruminansia, pemberian probiotik *P. acidilactici* yang dikombinasikan dengan mineral organik mampu meningkatkan fermentabilitas pakan hijauan *in vitro* dan mampu memperbaiki kualitas daging domba (Herdian et al., 2013). Mekanisme penurunan kolesterol pada ternak yang diberi imbuhan pakan

terjadi karena kemampuan probiotik BAL menghasilkan enzim kolesterol reduktase sehingga biosintesis kolesterol dalam jaringan dapat dihambat (Istiqomah et al., 2018, 2020).

Dampak implementasi imbuhan pakan *P. acidilactici* dapat memperbaiki konversi ransum dan kualitas daging pada ternak domba. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian imbuhan pakan mengandung sediaan *Rhizopus* sp. (40 g/ekor/hari) pada ternak sapi dapat meningkatkan pertambahan bobot badan harian menjadi 0,40 kg/hari dibandingkan dengan kontrol (0,10 kg/hari; Istiqomah et al., 2010). Kenaikan bobot badan harian ini berpotensi meningkatkan efisiensi biaya pakan hingga 50%. Jika imbuhan pakan ini diberikan pada ternak sapi di wilayah Jawa, Bali, dan Nusa Tenggara Barat dengan total populasi 10,7 juta ekor (BPS, 2022), diharapkan dapat meningkatkan produksi daging sapi yang cukup signifikan sehingga mampu meningkatkan ketahanan pangan sumber protein hewani.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

IV. INOVASI TEKNOLOGI IMBUHAN PAKAN BERBASIS MIKROBA DAN TANAMAN

Secara umum, imbuhan pakan yang dikembangkan dapat dikelompokkan ke dalam imbuhan pakan berbasis mikroba (*microbial feed additive*) dan imbuhan pakan berbasis tanaman (*phytogenic feed additive*). Imbuhan pakan berbasis mikroba berupa probiotik dari bakteri alam laktat, khamir, dan produk turunannya, seperti enzim maupun peptida antimikroba (bakteriosin; Tabel 4.1). Imbuhan pakan berbasis tanaman berupa ekstrak herbal, oligosakarida (prebiotik), dan tanin (Tabel 4.2).

Tabel 4.1 Jenis Imbuhan Pakan Berbasis Mikroba (Bakteri, Khamir, dan Jamur) dan Aplikasinya pada Ternak

No.	Sumber	Metabolit/ Fungsi	Aplikasi Objek Ternak	Efikasi
1.	<i>Lactobacillus plantarum</i> (strain AKK-30, A1-E)	<i>Plantaricin</i> , <i>enzim fitase</i> , <i>Cholesterol reductase</i>	<i>In vitro</i> Unggas (<i>in vivo</i>)	Menghambat bakteri patogen (<i>E. coli</i> , <i>S. pullorum</i>) 1% pakan (10^6 cfu/g) meningkatkan berat hidup, energi metabolis, status kesehatan, menurunkan kolesterol

No.	Sumber	Metabolit/ Fungsi	Aplikasi Objek Ternak	Efikasi
2.	<i>Pediococcus acidilactici</i> (strain RS2)	<i>Pediocin</i>	Ruminansia (<i>in vitro</i>) Ruminansia (<i>in vivo</i>)	Menghambat bakteri patogen, meningkatkan pencernaan pakan 30 mg/ekor (10^6 cfu/g) meningkatkan efisiensi pakan dan kualitas daging domba
3.	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	<i>Cholesterol reductase</i>	Puyuh (<i>in vivo</i>)	Menurunkan kadar kolesterol puyuh
4.	Kombucha, simbiosis <i>Acetobacter xylinum</i> dan <i>S. cerevisiae</i>	Asam organik	Ayam pedaging (<i>in vivo</i>)	12,5% dalam air minum meningkatkan pertumbuhan menurunkan kolesterol daging
5.	<i>Rhizopus oligosporus</i>	Antifungal, reduksi fitat, atraktan	Pengolahan bahan pakan, ruminansia (<i>in vivo</i>) sapi peranakan Ongole	Meningkatkan palatabilitas pakan, pemberian 30g/hari meningkatkan penambahan berat badan

Sumber: (1) Istiqomah et al. (2018), Basa et al. (2019), Basa et al. (2020), Julendra et al. (2020), Anggraeni et al. (2020); (2) Herdian et al. (2013), Istiqomah et al. (2014), Kanwal et al. (2021); (3) Istiqomah et al. (2018), Istiqomah et al. (2020), Julendra et al. (2021), Sofyan, Utomo, et al. (2011); (4) Ramli et al. (2007), Ramli et al. (2003), Sofyan (2003); (5) Suryani, Karimy, et al. (2013), Febrisiantosa et al. (2008)

Tabel 4.2 Beberapa Sumber Bioaktif Tanaman dan Aplikasinya untuk Ternak

No.	Bahan Baku	Bioaktif Utama	Objek Ternak	Fungsi dan Aplikasi
1.	Mengkudu (<i>Morinda citrifolia</i>)	Tanin	Ayam pedaging (<i>in vivo</i>)	200 mg/kg bobot badan sebagai antiparasit
2.	Kenikir (<i>Cosmos caudatus</i>)	Flavonoid	Ayam pedaging (<i>in vivo</i>)	200 mg/kg bobot badan sebagai antiparasit
3.	Pepaya jepang (<i>Cnidocolus aconitifolius</i>)	Alkaloid	Ruminansia (<i>in vitro</i>)	5% penambahan pada pakan menurunkan rumen NH ₃ , meningkatkan sintesis protein mikroba
4.	Ling zhie (<i>Ganoderma lucidum</i>)	Asam ganoderik, lucidenik, polysaccharides, triterpenoids	Ayam pedaging (<i>in vivo</i>)	2% dalam bentuk campuran imbuhan pakan meningkatkan ketahanan sel imunitas.
5.	Lamtoro (<i>Leucaena leucocephala</i>)	Flavonoid, Methoxy-phenols	Ruminansia (<i>in vitro</i>)	Menurunkan prevalensi nematodes
			Ruminansia (awetan pakan)	5% dalam pakan silase menurunkan pertumbuhan jamur.

No.	Bahan Baku	Bioaktif Utama	Objek Ternak	Fungsi dan Aplikasi
6.	Gamal (<i>Gliricidia sepium</i>)	<i>Glycosylated flavonoid, phenylpropanoids, anthraquinonic glycosides</i>	Ruminansia (<i>in vitro</i>)	Menurunkan prevalensi nematoda
				Penambahan pada pelet pakan meningkatkan pertumbuhan sapi.
7.	Mimba (<i>Azadiracta indica</i>)	Tanin, <i>azadiractin</i>	Ruminansia (<i>in vitro</i>)	Menurunkan populasi protozoa, emisi gas metana rumen
8.	Gambir (<i>Uncaria gambir</i>)	Tanin	Ruminansia (<i>in vitro</i>)	4% dalam pakan meningkatkan protein mikroba.

Sumber: (1) Karimy et al. (2013), Suryani et al. (2014); (2) Julendra et al. (2012); (3) Herdian et al. (2020); (4) Febrisiantosa et al. (2012), Sofyan et al. (2012), Ahmad et al. (2023); (5) Jayanegara dan Sofyan (2009), Miralestari et al. (2021); (6) Romero et al. (2020), Winarti et al. (2022); (7) Sakti et al. (2014), Sofyan et al. (2017); (8) Alfaafa et al. (2019)

A. Inovasi Imbuhan Pakan Berbasis Mikroba

Inovasi imbuhan pakan berbasis mikroba umumnya diisolasi dari ternak inangnya agar kemampuan adaptasi dan fungsional imbuhan pakan optimal. Isolat sebagai kandidat probiotik untuk ternak unggas diisolasi dari saluran pencernaan usus halus (Sofyan et al., 2012; Damayanti et al., 2014). Probiotik untuk ternak ruminansia dan pengawetan pakan hijauan masing-masing

dapat diisolasi dari rumen sapi dan rumput gajah (*Pennisetum purpureum*; Sofyan et al., 2013).

1. Isolasi dan Identifikasi Kandidat Mikroba

Mikroba lokal yang beragam memberikan peluang akan diperolehnya isolat-isolat unggul untuk kandidat imbuhan pakan (Sofyan, Martin, et al., 2019). Berbagai macam sumber isolat mikroba kandidat probiotik untuk ternak berasal dari ekosistem saluran pencernaan ternak, seperti rumen pada ternak ruminansia dan tembolok, usus halus, usus, dan sekum pada ternak unggas (Damayanti et al., 2013; Sofyan et al., 2013; Istiqomah et al., 2014). Selain itu, kandidat probiotik dapat diisolasi dari habitat alami (rumput atau silase; Damayanti et al., 2013; Sofyan et al., 2013) dan ekosistem lingkungan ekstrim seperti sumber air panas alami (Vanadianingrum, 2008).

Isolasi dan identifikasi merupakan tahap awal untuk memperoleh isolat mikroba. Isolat tersebut sebagai kandidat imbuhan pakan berbasis mikroba (probiotik). Sumber isolat dapat berasal dari saluran pencernaan ternak (cairan rumen), pakan hijauan (rumput), dan lingkungan lainnya (Damayanti et al., 2013; Sofyan et al., 2013). Isolasi BAL dilakukan dengan sumber inokulum secara berseri atau bertingkat menggunakan larutan NaCl 0,85% atau akuades steril. Supernatan hasil pengenceran seri tertinggi ditumbuhkan dalam medium selektif seperti halnya *deMan Rogosa & Sharpe Agar* (MRSA) sebagai media spesifik pertumbuhan BAL (Damayanti et al., 2013).

Inkubasi pertumbuhan BAL dilakukan selama 48 jam pada suhu 37°C dalam *anaerobic jar* yang dilengkapi dengan *anaerocult* sebagai penyerap oksigen. Koloni yang tumbuh diamati morfologinya untuk memastikan isolat BAL yang tumbuh. Pemurnian dilakukan dengan penumbuhan kembali hasil goresan (*streaking*) pada medium MRSA yang baru (Sofyan, Utomo, et al., 2011; Damayanti et al., 2013).

Identifikasi isolat mikroba dilakukan melalui pengamatan morfologi, uji biokimia, dan molekuler. Karakterisasi morfologi dapat dilakukan dengan menggunakan mikroskop, sedangkan uji biokimia dapat dilakukan dengan uji katalase, pewarnaan Gram, dan kit API CHL 50 (bioMerieux®). Beberapa penciri bakteri asam laktat yang diisolasi dari rumen sapi dan silase hijauan dengan uji biokimia adalah Gram positif, uji katalase negatif serta menunjukkan reaksi positif terhadap beberapa jenis d-glukosa, d-ribosa, d-fruktosa, d-mannosa, d-celibiosa, d-trehalosa, dan gentibiosa yang teridentifikasi sebagai *Lactobacillus paracasei* dan *L. brevis* (Sofyan et al., 2013).

Konfirmasi hasil pengujian secara biokimia dilakukan validasi dengan pendekatan identifikasi molekuler. Hasil identifikasi secara molekuler dari isolat BAL sampel cairan rumen dan silase rumput gajah yang diperoleh kemudian dilakukan sekuens 16s rRNA menggunakan dua primer, yaitu 27f dan 1492r. Edit sekuens dilakukan dengan FinchTV (<http://www.geospiza.com/finchTV>) dalam format sekuens FASTA. Analisis metode BLAST (*basic local alignment search tool*) nukleotida

pada laman NCBI (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/blast/Blast.cgi>) diperoleh BAL jenis *P. acidilactici* dan *L. lactis* (Istiqomah et al., 2014; Sofyan et al., 2013).

Setelah isolat terseleksi, teridentifikasi, dan teruji sebagai kandidat probiotik, diperlukan usaha untuk melindungi isolat dalam bentuk materi mikroba terdeposit. Deposit mikroba ini nantinya selain untuk tujuan preservasi, juga untuk *scaling up* atau komersialisasi. Hal ini diharapkan sebagai upaya untuk meningkatkan koleksi kekayaan sumber daya mikroba yang tersimpan di InaCC (Indonesia Culture Collection) BRIN, maupun *depository culture* lainnya, seperti Food and Nutrition Culture Collection (FNCC, <https://fncc-ugm.id>), Institut Pertanian Bogor Culture Collection (IPBCC, <https://ipbculturecollection.id/>), dan University of Indonesia Culture Collection (UICC, <https://www.sci.ui.ac.id/sarana-dan-fasilitas/>).

2. Optimasi dan Preservasi Isolat Mikroba

Upaya untuk mengoptimalkan pertumbuhan isolat dan karakteristik fungsional isolat sebagai kandidat probiotik dilakukan dengan melakukan pengayaan nutrisi pada media tumbuh. Pertumbuhan isolat kandidat probiotik ditingkatkan dengan menambahkan fraksi oligosakarida sebagai prebiotik berupa inulin atau fruktooligosakarida (FOS). Penambahan inulin atau FOS dengan dosis 1 gram/100 mL pada media tumbuh isolat *L. plantarum* AKK30 tidak hanya meningkatkan pertumbuhan isolat, tetapi juga meningkatkan daya hambat terhadap bakteri patogen *Staphylococcus aureus* FNCC 6049, *S. pullorum* ATCC

13036, *E. coli* FNCC 0194, dan *Pseudomonas aeruginosa* FNCC 0063 (Julendra et al., 2019; Grendpina et al., 2020).

Tahapan pengembangan imbuhan pakan probiotik yang terpenting adalah menjamin isolat yang teruji dapat disimpan dengan melihat stabilitas dan viabilitasnya. Pengembangan metode pembuatan sediaan mikroba yang umum dilakukan adalah dengan mikroenkapsulasi. Teknologi dalam produksi sediaan probiotik dengan mikroenkapsulasi dapat dilakukan dengan metode pengeringan beku (*freeze drying*) (Istiqomah et al., 2014; Sofyan, Utomo, et al., 2011; Sofyan et al., 2012) dan pengeringan semprot (*spray drying*) (Damayanti et al., 2013; Suryani et al., 2014; Anggraeni et al., 2020).

Teknologi mikroenkapsulasi untuk produksi sediaan imbuhan pakan, seperti probiotik dengan teknik pengeringan beku (*freeze drying*) dilakukan dengan menyiapkan isolat bakteri asam laktat yang telah ditumbuhkan dalam media de Man Rogosa Sharpe (MRS), disentrifugasi pada 4500 rpm selama sepuluh menit (terbentuk pelet), dan ditambahkan bahan pengisi (skim 20% w/v) ke dalam *cryotube* steril dan diliofilisasi selama tiga jam menggunakan *freeze dryer* (-58°C). Setelah proses pengeringan, *cryotube* disimpan pada suhu 4°C (Sofyan et al., 2012; Herdian et al., 2016).

Teknologi mikroenkapsulasi lainnya dalam pembuatan imbuhan pakan/probiotik ialah teknik pengeringan semprot menggunakan *spray dryer* (Lab Plant SD-Basic). Isolat BAL

ditumbuhkan dalam media (MRS) pada suhu 37°C selama 18 jam. Kultur disentrifugasi pada 4500 rpm selama sepuluh menit, kemudian *biomass*/pelet dicampur dengan larutan skim (20% b/v). Campuran dihomogenisasi menggunakan *homogenizer* 8.000 rpm selama lima menit sebelum proses mikroenkapsulasi. *Spray dryer* dioperasikan pada suhu udara *inlet* 110°C, suhu udara *outlet* 68°C, dan kecepatan pompa level 3. Kultur kering yang diperoleh dari *spray dryer* kemudian ditambah skim sebagai bahan pengisi (*filler*) untuk memperoleh kepadatan sel 1×10^9 cfu/g (Suryani et al., 2014).

3. Kekayaan Intelektual Imbuhan Pakan Berbasis Mikroba

Berbagai inovasi terkait pengembangan metode dan produk inovasi imbuhan pakan berbasis mikroba telah didaftarkan sebagai kekayaan intelektual/paten. Kekayaan intelektual pertama adalah paten terdaftar tahun 2018 dengan nomor S00201810160 tentang probiotik untuk menurunkan kadar kolesterol unggas (Gambar 4.1). Dalam paten tersebut diungkapkan penyediaan probiotik berupa kultur kering yang mengandung *L. plantarum* AKK30 dengan jumlah populasi 10^7 – 10^9 cfu/g dan menggunakan bahan pengisi berupa larutan skim sebanyak 15%–25%. Dikombinasikan dengan *S. cerevisiae* B18 dengan jumlah populasi 10^6 – 10^8 cfu/g dan menggunakan bahan pengisi berupa tapioka sebanyak 45%–55%. Probiotik tersebut memiliki kemampuan menurunkan kolesterol pada daging dan telur puyuh atau unggas lainnya (Istiqomah et al., 2018). Inovasi ini dimaksudkan untuk mengatasi kadar kolesterol yang masih



Sumber: Business Innovation Center (2020)

Gambar 4.1 Prototipe Bio-ReChol: Probiotik penurunan kolesterol unggas masuk dalam buku 112 Inovasi Indonesia.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

relatif tinggi pada produk ternak sehingga berpotensi membawa dampak negatif bagi kesehatan manusia.

Kekayaan intelektual kedua adalah paten terdaftar pada tahun 2019 dengan nomor P00201910962 tentang sinbiotik bakteri asam laktat dan oligosakarida sebagai imbuhan untuk unggas. Pada invensi ini diuraikan tentang formulasi sinbiotik yang terdiri dari *Lactobacillus plantarum* AKK30 yang kepadatan selnya 10^7 – 10^9 cfu/mL dengan penambahan inulin 0,5% v/v atau mananoligosakarida (MOS) sebanyak 0,5% dalam bentuk kultur kering maupun kultur cair untuk memperbaiki saluran pencernaan. Hasil invensi ini adalah adanya indikasi peningkatan pencernaan zat makanan, peningkatan energi metabolis sebesar 7,15%–7,66%, retensi nitrogen sebesar 8,35%–14,42%, dan mikrostruktur berupa profil vili usus sebesar 44,6%–50,79% pada ayam broiler.

Kekayaan intelektual ketiga adalah paten terdaftar pada 2013 dengan nomor P0020130017 dan dikabulkan (*granted*) pada 2020 dengan nomor IDP000057167 tentang suplemen pakan untuk ruminansia yang mengandung kompleks probiotik-biom mineral dan proses pembuatannya. Invensi imbuhan pakan ini dilatarbelakangi oleh masih rendahnya produktivitas ternak ruminansia akibat defisiensi mineral dan proses pencernaan bahan pakan yang rendah (Gambar 4.2).

Pastikan Empat Sehat Lima Sempurna
Ensuring Complete Feeding

Defisiensi mineral esensial pada ternak ruminansia berdampak pada perkembangan sistem fermentasi rumen dan pertumbuhan produktivitas. Pada umumnya defisiensi mineral ini diatasi dengan pemberian antibiotik atau probiotik sistem probiotik dan mineral organik.

Inovasi ini menawarkan produk Biomixpro sebagai alternatif pengganti antibiotik. Produk adalah organik terdiformulasi dari kultur kering bakteri asam laktat isolasi sendiri (probiotik) yang dikombinasikan dengan kompleks mineral esensial terkandung ragi (mineral organik). Produk yang terkandung ini dapat digunakan sebagai tambahan pakan untuk meningkatkan nutrisi dan kondisi kesehatan ternak.

Deficiency of essential mineral in ruminant affects the ruminal fermentation system and productivity. This innovation offers Biomixpro, a supplement from organic, additive containing probiotic and organic mineral complex. Biomixpro is an healthy alternative of antibiotic that can be mixed into the feeding to improve ruminant's immunity and overall health.

Kompleks Biomixpro (Mineral Organik - Probiotik) Antidefisiensi Mineral, Peningkat Kecernaan dan Performa Ternak Ruminansia

what
107 INOVASI INDONESIA | 2017

“Menggabungkan obat hewan, suplemen, mineral dan pemacu pertumbuhan menjadi satu produk membantu peternak memperoleh berbagai manfaat dan kemudahan.”

PROSPEK INOVASI
KELOMPOK INOVASI PROTOTYPE KEMBARA BIODI-LIQUID

PATIN
SMAUS | TELAH DIPATENKAN

KEUNGGULAN INOVASI

- Meningkatkan suplemen dengan berbagai manfaat sekaligus
- Formula: dari bahan organik sebagai bahan pangan asal ternak (dagang dan hasil yang dihasilkan oleh ternak)
- Menengah terpadunya diformulasikan rumen dan mineral karena peternak harus memberikan berbagai suplemen secara terpisah-pisah!

INOVATOR
Ahmad Sofyan, M.Sc. Anestara Anggraeni Sals, S.Pt.
Nuzulita Nurhuda, M.Sc. Nur Hafidza, M.Sc.
Laila Nurrahman, M.Sc. Nur Hafidza, M.Sc.
Fauz Nurrahman, M.Sc. Nur Hafidza, M.Sc.
Sigit Nur Hafidza, M.Sc. Nur Hafidza, M.Sc.

INSTITUSI
Lembaga Ilmu Pengajaran Indonesia
Bidang Pengembangan Proses dan Teknologi Kemitraan
Jl. Jend. Sudirman Km. 10,5, Duren Kuning
Kec. Pagiin, Gunung Putri
20136, Bogor, Jawa Barat

KATEGORI TEKNOLOGI

why
107 INOVASI INDONESIA | 2017

Sumber: Business Innovation Center (2015)

Gambar 4.2 Prototipe Biomixpro: Imbuhan pakan berbasis mikroba untuk peningkatan produktivitas ternak ruminansia masuk ke dalam buku *107 Inovasi Indonesia*.

Pada paten P0020130017 diungkapkan suplemen pakan untuk ternak ruminansia yang mengandung kompleks probiotik-biomineral dan proses pembuatannya, khususnya komposisi suplemen yang mengandung kombinasi probiotik berupa bakteri asam laktat (BAL) dan biomineral berupa hasil fermentasi galek singkong dengan mineral anorganik oleh khamir *S. cerevisiae* (Sofyan et al., 2013). Keunggulan invensi ini adalah keberadaan sediaan probiotik dalam satu kesatuan suplemen mineral mikro

Buku ini tidak diperjualbelikan.

yang memiliki fungsi dalam mendukung proses pencernaan sekaligus mencegah defisiensi mineral mikro esensial.

Pada tahun 2015, paten P0020130017 tentang suplemen pakan untuk ruminansia tersebut dicatat dalam 107 Inovasi Indonesia dari Business Innovation Center (BIC). Pada tahun 2020, paten S00201810160 tentang inovasi imbuhan pakan penurun kolesterol unggas juga mendapat penghargaan sebagai 112 Inovasi Indonesia dari BIC dan ditetapkan oleh Kementerian Riset dan Teknologi Republik Indonesia sebagai lembaga intermediasi proses inovasi bisnis untuk menciptakan nilai tambah ekonomi dan bisnis serta daya saing nasional Indonesia (<https://bic.web.id/general/about/bic>).

Paten probiotik dan biomineral tersebut ditujukan untuk meningkatkan proses digesti bahan pakan di rumen dan tingkat defisiensi mineral pada ternak ruminansia dapat diatasi. Pemberian produk invensi ini juga telah terbukti menurunkan kadar kolesterol daging domba. Paten telah dimanfaatkan oleh mitra perusahaan/pabrik pakan KJUB Puspetasari dengan perjanjian lisensi nomor B-2118/K.3/KS.02/X/2020 dan 177/DU.RR/SPK/X/2020.

B. Inovasi Imbuhan Pakan Berbasis Tanaman

Inovasi imbuhan pakan berbasis tanaman dikembangkan dengan memformulasikan bioaktif yang terkandung dalam tanaman tersebut. Bioaktif memiliki karakteristik, seperti antimikroba, anti-parasit, dan antimetagen yang berperan dalam proses pencer-

naan zat makanan dalam saluran pencernaan ternak (Julendra et al., 2012). Karakteristik bioaktif setiap jenis tanaman berbeda sehingga diperlukan seleksi sumber bioaktif, termasuk metode dalam memperoleh sediaan bioaktif (ekstraksi dan *biorefinery*) dan teknologi proteksi bioaktif tanaman sehingga dapat menjaga stabilitas sediaan pada proses formulasi dan pasca formulasi imbuhan pakan.

1. Seleksi dan Identifikasi Bioaktif Tanaman

Seleksi tanaman lokal yang mengandung bioaktif tertentu sebagai alternatif imbuhan pakan pengganti AGPs dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa parameter, antara lain, karakteristik bioaktif, ketersediaan/kelimpahan tanaman, kemudahan dalam budidaya, kemudahan dalam memperoleh tanaman, dan biaya produksi. Karakteristik bioaktif perlu dievaluasi sebagai dasar dalam pengujian, formulasi, dan aplikasinya ke ternak termasuk manajemen pemberian pakan. Karakterisasi awal dapat dilakukan dengan menganalisis komposisi nutrisi dan bioaktif tertentu yang terkandung dalam kandidat tanaman lokal tersebut.

Beberapa bioaktif dari tanaman yang berperan dalam metabolisme zat makanan pada saluran pencernaan ternak unggas dan ruminansia adalah fenol, flavonoid, dan tanin yang umum terdapat pada tanaman herbal dan leguminosa. Beberapa sampel tanaman yang terseleksi sebagai kandidat imbuhan pakan adalah daun mengkudu (*Morinda citrifolia*), daun kenikir (*Cosmos caudatus*), dan daun mimba (*Azadirachta indica*).

Pada umumnya, bahan tersebut mengandung senyawa polisakarida, alkaloid, dan antrakuinon yang memiliki kemampuan dalam menghambat bakteri patogen, seperti *Staphylococcus*, *Bacillus subtilis*, dan *E. coli* (Julendra et al., 2011; Suryani et al., 2014). Daun mengkudu diketahui mengandung vitamin C, terpenoid, alkaloid, *anthraquinone*, asam amino, *flavone glycoside*, dan asam linoleat yang diketahui memiliki aktivitas antioksidan.

Bioaktif juga dapat diekstrak dari herbal seperti halnya *Ganoderma lucidum* yang diekstrak untuk menekan kerusakan organ akibat infeksi bakteri patogen atau virus penyebab penyakit tetelo (*new castle disease*) ataupun gumboro (*infectious bursal disease*) pada ayam. Kerusakan jaringan hati dan usus halus pada ayam akibat infeksi *Salmonella pullorum* dapat ditekan dengan pemberian imbuhan pakan mengandung tepung *G. lucidum* yang dikombinasikan dengan probiotik (Sofyan et al., 2012).

Herbal *G. lucidum* mengandung bioaktif *polysaccharides*, *triterpenoids*, asam ganoderik, dan lucidenik yang dapat melindungi hati melalui berbagai mekanisme yang mencakup modulasi enzim fase I (enzim *cytochrome*) dan II (enzim konjugasi), penekanan β -glucuronidase, tindakan antifibrotik dan antivirus, pengaturan produksi oksida nitrat, pemeliharaan homeostasis kalsium hepatoseluler, aktivitas imunomodulator, dan menekan efek radikal bebas (Ahmad et al., 2023).

2. Teknologi Ekstraksi

Teknologi ekstraksi dilakukan untuk meningkatkan kemurnian suatu bioaktif agar lebih memiliki kemampuan aktivitas fungsional tertentu. Beberapa metode ekstraksi bioaktif tanaman, antara lain, ekstraksi dengan pelarut (*solvent extraction*), ekstraksi dengan bantuan *microwave* (*microwave-assisted extraction*), dan ekstraksi dengan bantuan ultrasonik (*ultrasonic-assisted extraction*) (Altemimi et al., 2017).

Salah satu contoh teknik ekstraksi dengan pelarut (polar, etanol) adalah pada bioaktif tanaman mengkudu dengan pengeringan sampel pada suhu 50–60°C serta digiling dan diayak pada ukuran 30 *mesh* (Karimy et al., 2013; Suryani et al., 2014). Sampel daun mengkudu kemudian direndam dalam etanol 40% (v/v) selama tiga hari. Selanjutnya, dilakukan penyaringan untuk mendapatkan filtrat bebas dari residu. Filtrat dipekatkan dengan evaporasi hingga diperoleh konsistensi yang kental. Filtrat yang dihasilkan ini dicampurkan dengan bahan pengisi lainnya dan proses granulasi sehingga dihasilkan suatu sediaan imbuhan pakan dalam bentuk granula.

Pada riset lainnya, implementasi metode ekstraksi dilakukan dengan mengombinasikan metode maserasi/ekstraksi pelarut dan gelombang ultrasonik. Tingkat rendemen kombinasi teknik ekstraksi pelarut dan ultrasonik bermanfaat dalam menurunkan penggunaan bahan kimia sehingga lebih ramah lingkungan. Penggunaan ultrasonik pada ekstraksi pelarut meningkatkan efisiensi hasil ekstrak (Anggraeni et al., 2022).

3. Teknologi Proteksi Bioaktif

Teknologi proteksi bioaktif yang umum digunakan adalah mikroenkapsulasi dan nanoenkapsulasi. Teknologi mikroenkapsulasi ditujukan untuk melindungi senyawa bioaktif inti dalam lingkungan yang heterogen maupun homomatriks. Teknik dan jenis bahan pelapis berperan penting dalam menentukan kualitas hasilnya berupa mikrokapsul. Enkapsulasi memungkinkan bahan aktif, seperti polifenol, karotenoid, pigmen, asam lemak, fitosterol, probiotik, vitamin, mineral, dan peptida bioaktif, terperangkap dalam matriks pembawa sebagai bahan pengisi (*carrier*). Hal ini bermanfaat dalam menjaga stabilitas senyawa bioaktif yang tinggi terhadap variasi suhu, cahaya, pH, atau oksigen (Zabot et al., 2022).

Nanoenkapsulasi merupakan teknologi proteksi inti terhadap bahan aktif yang padat, cair, atau gas yang ada di dalamnya berupa cangkang atau matriks untuk membentuk nanokapsul (Rajendran et al., 2022). Dinding nanokapsul mampu melindungi inti dari lingkungan sekitar dan menargetkannya pada organ tertentu. Pemberian nanoenkapsulasi turmerik dari ekstrak kunyit menunjukkan peningkatan bobot badan, penurunan kolesterol, tingkat mortalitas, dan populasi *E. coli* pada ayam broiler (Gopi et al., 2018).

4. Kekayaan Intelektual Imbuan Pakan Berbasis Tanaman

Beberapa invensi metode dan produk imbuan pakan berbasis tanaman telah didaftarkan sebagai kekayaan intelektual/paten. Invensi terkait imbuan pakan berbasis tanaman yang di-

daftarkan pada tahun 2011 adalah sediaan antibakteri alami sebagai imbuhan pakan unggas dan proses pembuatannya yang didaftarkan pada 21 Oktober 2011 dengan nomor registrasi P00201100624. Paten berikutnya tentang formula pakan tambahan organik untuk meningkatkan performa ternak dengan nomor P00201100784 didaftarkan pada 29 November 2011.

Invensi pada paten P00201100624 dilatarbelakangi oleh permasalahan masih tingginya kasus infeksi parasit *E. tennela* pada unggas penyebab penyakit berak darah (koksidia). Pada invensi ini diungkapkan bahwa sediaan antikoksidia berbahan dasar herbal untuk unggas terdiri dari ekstrak daun mengkudu, daun kenikir, daun pepaya, dan ekstrak tepung cacing tanah. Sediaan ini memiliki karakteristik: (1) memiliki daya antimikroba patogen tanpa berefek negatif terhadap bakteri menguntungkan khususnya bakteri asam laktat; (2) memiliki kemampuan larut dalam air; dan (3) dosis efektif sebesar 100–300 mg/kgBB pada unggas.

Invensi paten P00201100784 memaparkan tentang pengembangan formula imbuhan pakan yang terdiri dari ekstrak daun mengkudu (*M. citrifolia*), daun kenikir (*Cosmos caudatus*), dan daun pepaya (*Carica papaya*) yang dikombinasikan dengan sediaan probiotik. Kombinasi antara ekstrak tanaman herbal dengan probiotik memberikan nilai tambah terhadap kemampuan menekan infeksi parasit, mendukung performa, dan kualitas daging unggas.

Pada tahun 2012, paten dengan nomor P00201100784 sebagai salah satu paten yang prospektif dan mendapat penghargaan 104 Inovasi Indonesia oleh Business Innovation Center (BIC; Gambar 4.3). Pada tahun 2017, paten ini dikabulkan (*granted*) dengan nomor IDP000044333 dari Direktorat Jenderal Hak Kekayaan Intelektual, Kementerian Hukum dan HAM RI.

Pada tahun 2019, diterbitkan perjanjian lisensi tentang sediaan antibakteri alami sebagai imbuhan pakan unggas dan proses pembuatannya (P00201100624) antara Pusat Pemanfaatan Iptek Lembaga Pengetahuan Indonesia (LIPI) dengan CV Palma Persada. Lisensi ini untuk mengimplementasikan sekaligus mengomersialisasikan invensi tentang imbuhan pakan antikoksidia pada unggas.



Sumber: Business Innovation Center (2012)

Gambar 4.3 Prototipe Herbalomix: Inovasi pakan berbasis tanaman herbal sebagai pencegah koksidiosis pada unggas masuk dalam buku *104 Inovasi Indonesia*.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

V. POTENSI, PELUANG, DAN TANTANGAN SERTA STRATEGI PENGEMBANGAN

Terdapat potensi sumber daya imbuhan pakan, peluang dalam pengembangan, serta tantangan yang dihadapi dalam inovasi dan implementasi imbuhan pakan ternak. Strategi pengembangan imbuhan pakan perlu mengintegrasikan segenap potensi komoditas bahan baku, peluang dari dukungan kebijakan dan permintaan pasar, serta tantangan kompetitor imbuhan pakan dari impor.

A. Potensi Sumber Daya

Bahan baku lokal yang berada di darat maupun di laut dengan karakteristik fisik dan kimianya serta sifat fungsionalnya yang spesifik merupakan potensi sumber daya yang besar dalam pengembangan inovasi imbuhan pakan. Selain itu, biomassa dari rumput laut yang berupa makroalga *Sargassum* sp. cukup melimpah di perairan Nusantara dan dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pakan, agen antimetagen, dan antihelmintes (Herdian et al., 2023; Sakti et al., 2024).

Banyaknya jenis tanaman herbal (*G. lucidum*, *M. citrifolia*, *C. caudatus*), senyawa fenol tanin dan saponin (*Bauhinia purpurea*, *Acacia* sp.), dan juga bioaktif tertentu merupakan bahan baku potensial untuk dieksplorasi agar memiliki khasiat lebih untuk ternak (Darma et al., 2023; Miralestari et al., 2021). Komoditas lainnya adalah biomassa dari maggot (*Hermetia illucens*) yang memiliki bioaktif peptida yang berpotensi sebagai imbuhan

pakan yang berfungsi untuk mendukung proses pencernaan pakan (Mulianda et al., 2021).

Potensi komoditas lokal, baik berupa sumber mikroba maupun bioaktif, memerlukan implementasi teknologi tepat guna untuk mengolah dan lebih mengoptimalkan sifat fungsionalnya dalam mendukung proses metabolisme zat makanan di tubuh ternak.

B. Peluang Pengembangan

Kebijakan pelarangan penggunaan AGPs memberikan peluang dalam pengembangan imbuhan pakan. Selain itu, ada kebijakan sistem insentif pajak produk hasil riset dan inovasi seperti yang tertuang pada Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 45 Tahun 2019. Kebijakan insentif ini dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, profitabilitas, dan daya saing produk inovasi imbuhan pakan dalam negeri.

Seiring dengan meningkatnya kesadaran dan perhatian masyarakat terkait dengan keamanan produk peternakan yang alami dan bebas residu antibiotik mendorong industri peternakan untuk menggunakan imbuhan pakan. Penggunaan imbuhan pakan non-AGPs memberikan solusi dari isu keamanan pangan hewani akibat residu dari penggunaan AGPs pada produk ternak. Hal ini memberikan peluang penggunaan inovasi imbuhan pakan non-AGPs dalam meningkatkan keunggulan komparatif produk peternakan untuk tujuan ekspor.

C. Tantangan Pengembangan

Kebutuhan produk hasil ternak dalam mencukupi kebutuhan pangan hewani nasional yang makin tinggi berdampak pada meningkatnya kebutuhan imbuhan pakan nasional (Utomo, 2020). Kebutuhan imbuhan pakan yang selama ini sebagian besar masih bergantung pada impor merupakan tantangan bagi produk inovasi imbuhan pakan lokal agar mampu bersaing dengan produk imbuhan pakan impor (Sofyan et al., 2015). Oleh karena itu, secara kuantitatif produk imbuhan pakan dalam negeri masih perlu ditingkatkan.

Kendala lingkungan tropis yang ada (tingginya cekaman panas dan resiko kontaminasi jamur), termasuk upaya pencegahan penyakit akibat gangguan metabolisme, sebagai tantangan perlu pengaplikasian penggunaan imbuhan pakan (Santos et al., 2019). Gangguan metabolisme *sub-acute ruminal acidosis* (SARA) pada ternak ruminansia memerlukan manajemen imbuhan pakan berupa pemberian probiotik untuk menjaga keseimbangan mikroba rumen (Chiquette et al., 2012; Sofyan, 2017). Tantangan wabah penyakit, baik pada ternak unggas maupun ruminansia, perlu upaya pencegahan dengan penerapan pemberian imbuhan pakan untuk mendukung sistem kekebalan ternak dan upaya lain seperti penerapan program *biosecurity* secara integratif.

D. Strategi Pengembangan

Pengembangan inovasi dan teknologi imbuhan pakan diarahkan pada pemanfaatan sumber daya mikroba dan peningkatan nilai

tambah dari tanaman lokal. Inovasi imbuhan pakan diharapkan mampu mendukung kedaulatan pakan/bahan pakan serta mampu memberikan kontribusi nyata dalam memenuhi kebutuhan daging nasional. Biodiversitas Nusantara, seperti isolat mikroba, untuk kandidat probiotik perlu dieksplorasi agar memiliki nilai guna sebagai imbuhan pakan dalam mengoptimalkan produktivitas ternak (Suryani et al., 2014).

Pemanfaatan komoditas bahan baku berbasis mikroba dan tanaman masih menghadapi berbagai kelemahan, antara lain terbatasnya sarana dan prasarana, seperti peralatan ekstraksi, preservasi, dan fabrikasi; karakteristik bahan baku yang mudah rusak yang memerlukan teknologi yang tepat; dan tingkat kompetisi komoditas pakan, pangan, dan farmasi yang memerlukan kolaborasi antarpemangku kepentingan yang masih rendah.

Pengembangan inovasi dan teknologi imbuhan pakan adalah mewujudkan kemandirian sektor peternakan, baik skala peternakan rakyat, UMKM (usaha mikro, kecil, dan menengah), maupun industri peternakan yang berkelanjutan dalam mendukung pemenuhan kebutuhan pangan hewani nasional. Oleh karena itu, bahan baku imbuhan pakan lokal harus optimal dalam eksplorasi dan pemanfaatannya untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri.

Pengembangan imbuhan pakan memerlukan strategi dalam menghadapi kompetisi produk impor. Dukungan pendanaan kegiatan riset, pengembangan, pengkajian, dan penerapan produk perlu terus dilakukan. Riset kolaborasi antara BRIN, lembaga

riset swasta, perguruan tinggi, dan industri perlu dikembangkan dalam memperkuat justifikasi fungsi produk imbuhan agar hilirisasi produk inovasi segera dapat terimplementasi dan bermanfaat bagi masyarakat.

Oleh karena itu, tantangan untuk penguasaan teknologi terkini terkait omiks (analisis sejumlah besar data yang mewakili struktur dan fungsi keseluruhan sistem biologis tertentu pada tingkat tertentu) dapat mendorong pengembangan peternakan yang berbasis nutrisi presisi (*nutrition precision*), khususnya pada aspek pakan dan metabolisme nutrisi (Sofyan, Uyeno, et al., 2019; Eom et al., 2022). Pada akhirnya, inventarisasi data, efikasi, dan potensi imbuhan pakan akan memberikan informasi dan bukti ilmiah dalam formulasi dan manajemen pemberian pakan yang presisi sekaligus sebagai acuan dan bahan pertimbangan dalam pengambilan kebijakan dan implementasi teknologi di masyarakat.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

VI. KESIMPULAN

Pengembangan imbuhan pakan berbasis mikroba dan tanaman telah dilakukan untuk menggantikan penggunaan AGPs pada ternak. Pemberian imbuhan pakan berbasis mikroba berupa probiotik *L. plantarum* (0,1%) dalam air minum meningkatkan bobot badan, efisiensi pakan, dan pertumbuhan vili usus ayam broiler serta menurunkan lemak dan kolesterol puyuh. Pada ternak ruminansia, pemberian probiotik *P. acidilactici* yang dikombinasikan dengan mineral organik mampu meningkatkan fermentabilitas pakan hijauan *in vitro* dan mampu memperbaiki kualitas daging domba. Produk imbuhan pakan berbasis mikroba masih diperlukan dengan pengembangan teknologi enkapsulasi dan granulasi agar isolat dari biodiversitas mikroba lokal secara efektif memberikan peningkatan kinerja ternak

Aplikasi imbuhan pakan berbasis tanaman yang diformulasikan dari daun mengkudu (*M. citrifolia*) dan kenikir (*C. caudatus*) dengan dosis 200 mg/kg dapat menurunkan prevalensi penyakit koksidiosis dengan menekan pertumbuhan parasit *E. tenela* pada usus ayam broiler. Penambahan imbuhan pakan daun mimba (*A. indica*) dengan campuran mineral organik mampu memperbaiki fermentabilitas *in vitro* dari pakan hijauan sapi potong. Efektivitas imbuhan pakan berbasis tanaman khas tropis di Indonesia masih perlu ditingkatkan dengan pengembangan teknologi ekstraksi dan *biorefinery* serta teknologi proteksi bioaktif yang terkandung.

Pembangunan peternakan berkelanjutan sudah menjadi keharusan dalam setiap penentuan arah riset bidang peternakan dan pertanian. Agar sektor peternakan mampu lebih berkontribusi terhadap perekonomian nasional maka diperlukan pendekatan integratif. Hal ini mengingat keterbatasan lahan untuk menghasilkan pakan ternak, ketergantungan bahan substitusi dari impor, serta tingkat persaingan komoditas biomassa untuk pakan, pangan, dan energi. Adanya tingkat risiko ternak terhadap penyakit dan tingginya biaya yang langsung berdampak terhadap penurunan produktivitas ternak juga menyebabkan perlunya pendekatan integratif.

Kebijakan dalam pengembangan imbuhan pakan memerlukan dukungan pemerintah dalam riset (fasilitasi dan pendanaan), penciptaan iklim investasi bagi kemudahan usaha untuk menggunakan produk riset, dan peran aktif seluruh *stakeholder* bidang peternakan. Dukungan pemerintah dan para pemangku kepentingan untuk memfasilitasi peningkatan produksi (*scaling up*) sangat diperlukan agar imbuhan pakan dapat diaplikasikan secara cepat di masyarakat. Dukungan pemerintah juga diperlukan dalam pendampingan proses sertifikasi produk inovasi imbuhan pakan, insentif pajak, dan kemudahan dalam berinvestasi di bidang peternakan.

VIII. PENUTUP

Inovasi imbuhan pakan berbasis mikroba dan tanaman memberikan kontribusi dalam menggantikan penggunaan *antibiotic growth promoters* (AGPs). Pengembangan inovasi imbuhan pakan berbasis mikroba dan tanaman lokal melalui aktivitas riset terintegrasi dengan para pemangku kepentingan memberikan dampak dan nilai tambah dalam pemanfaatan potensi lokal serta turut menjaga kelestarian lingkungan.

Produk inovasi imbuhan pakan berbasis mikroba dan tanaman ini dapat diaplikasikan di tingkat peternakan rakyat dan industri. Riset dan inovasi imbuhan pakan diharapkan dapat memberikan keuntungan bagi peternak dan mengurangi impor imbuhan pakan. Dukungan pemerintah dan pemangku kepentingan dalam penyediaan sarana dan prasarana (logistik peternakan) serta pengembangan sentra peternakan rakyat dan industri peternakan berkontribusi besar untuk mencapai kemandirian pangan sumber protein hewani dan menjadikan Indonesia sebagai Lumbung Pangan Dunia 2045.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Presiden Republik Indonesia atas penetapan penulis sebagai Peneliti Ahli Utama; kepada Kepala BRIN, Prof. Dr. Laksana Tri Handoko, M.Sc.; Wakil Kepala BRIN, Prof. Dr. Ir. Amarulla Octavian, ST., M. Sc., DESD., IPU., ASEAN.Eng.; Ketua Majelis Pengukuhan Profesor Riset (MPPR), Prof. Dr. Gadis Sri Haryani, DEA; Sekretaris MPPR, Prof. Ir. Wimpie Agoeng Noegroho Aspar, MSCE., Ph.D. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Tim Penelaah Naskah Orasi, yakni Prof. Dr. Ir. Gunawan, M.S.; Prof. Ir. Arnold Parlindungan Sinurat, M.S., Ph.D.; dan Prof. Dr. Yantiyati Widyastuti atas segala bimbingan dan arahan dalam penyusunan naskah orasi ini.

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada Sekretaris Utama BRIN, Nur Tri Aries Suestiningtyas, M.A.; Kepala OR Pertanian dan Pangan; Kepala BOSDM; dan Kepala PR Peternakan yang telah memberikan kesempatan pada orasi profesor riset di tempat terhormat ini.

Penghargaan yang tinggi dan ucapan terima kasih disampaikan kepada Deputy Bidang IPT terdahulu, yaitu Dr. Masbah RT. Siregar; Dr. Syahrul Aiman; Dr. L.T. Handoko; Prof. Dr. Agus Haryono; Dr. Ir. Putut Irwan Pudjiono (alm.; Kepala BPPTK 2004–2009); Dr. Ir. Suharwadji, M.App.Sc. (Kepala BPPTK 2009–2011); Dr. Hardi Julendra (Kepala BPTBA 2009–2017);

dan Dr. Satriyo Krido Wahono (Kepala BPTBA 2018–2021) atas segala arahan dan bimbingan kepada penulis selama penulis mengembangkan karir di LIPI dan BRIN.

Terima kasih kepada para pembimbing tugas akhir saat penulis menempuh pendidikan sarjana di IPB (Prof. Dr. Nahrowi, Dr. Rita Mutia), program pascasarjana di UGM (Prof. Dr. Ristianito Utomo, Prof. Dr. Lies Mira Yusiati, Dr. Yantyati Widyastuti), dan program doktoral di University of Tsukuba Jepang (Prof. Dr. Makoto Mitsumori, Prof. Dr. S. Kushibiki, Prof. Dr. A. Tajima, Prof. Dr. K. Tajima, Dr. T. Shinkai). Terima kasih juga kepada para kolega di IPB, UGM, UNPAD, UNDIP, UNS, UIN Suska, UNHAS, UNHAN, UMKO, dan lainnya; teman peneliti di eks BPTBA LIPI; serta peneliti/periset PR Peternakan dan Kelompok Riset Teknologi Pakan Aditif dan Suplemen.

Penghargaan yang tinggi penulis sampaikan kepada orang tua (Ibu Zaenab dan Bapak Nur Salam) dan kakak (Mbak Anik R.) yang telah mendidik, membimbing, dan selalu mendoakan penulis; kepada istri penulis, Evrin S.V., dan ananda, Shidqina dan Azzam, yang selalu memberikan dorongan motivasi dalam penulis mengabdikan di BRIN (sebelumnya di LIPI); kepada bapak dan ibu mertua, Bapak Drs. Madai (alm.) dan Ibu Sri Hartiningrum (alm.); serta keluarga besar Bapak Salim Subakir dan Bapak Patmoban atas segala doa dan dukungannya kepada penulis. Apresiasi yang tinggi kepada Bapak Zamroni Salim dan Ibu Roaeta Salim yang telah memberikan *support* selama penulis menempuh pendidikan menengah hingga perguruan tinggi.

Mengakhiri orasi ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada panitia pengukuhan profesor riset dan para hadirin. Mohon maaf atas segala kekurangan dan kelemahan saya. Semoga Allah Swt., senantiasa membimbing dan memberikan petunjuk kepada kita semua.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abd El-Hack, M. E., El-Saadony, M. T., Shafi, M. E., Qattan, S. Y., Batiha, G. E., Khafaga, A. F., Abdel-Moneim, A. M. E., & Alagawany, M. (2020). Probiotics in poultry feed: A comprehensive review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 104(6), 1835–1850. <https://doi.org/10.1111/jpn.13454>
- Ahmad, M. F., Ahmad, F. A., Zeyauallah, M., Alsayegh, A. A., Mahmood, S. E., AlShahrani, A. M., Khan, M. S., Shama, E., Hamouda, A., Elbendary, E. Y., & Attia, K. A. H. A. (2023). *Ganoderma lucidum*: Novel insight into hepatoprotective potential with mechanisms of action. *Nutrients*, 15(8). <https://doi.org/10.3390/nu15081874>
- Alfaafa, J., Suryahadi, **Sofyan, A.**, Sukria, H. A., & Istiqomah, L. (2019). Effect of tannin supplementation from *Uncaria gambir* extract on rumen fermentation, microbial protein and in vitro gas production. Dalam *IOP conference series: Earth and environmental science*, 387 (Artikel 012039). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/387/1/012039>
- Altemimi, A., Lakhssassi, N., Baharlouei, A., Watson, D. G., & Lightfoot, D. A. (2017). Phytochemicals: Extraction, isolation, and identification of bioactive compounds from plant extracts. *Plants*, 6(4). <https://doi.org/10.3390/plants6040042>
- Anggraeni, A. S., Istiqomah, L., Damayanti, E., Anwar, M., Sakti, A. A., & Karimy, M. F. (2018). Cellulolytic yeast from gastrointestinal tract of muscovy duck (*Anas moscata*) as probiotic candidate. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 43(4), 361–372. <https://doi.org/10.14710/jitaa.43.4.361-372>

- Anggraeni, A. S., **Sofyan, A.**, Jayanegara, A., Laconi, E. B., Kumalasari, N. R., Herdian, H., & Darma, I. N. G. (2022). Impact of distinct levels swimming crab shell powder (*Portunus pelagicus*) supplementation on in vitro rumen fermentation properties processed with phosphoric acid as a chitosan source. Dalam *IOP conference series: Earth and environmental science*, 977 (Artikel 012124). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/977/1/012124>
- Anggraeni, A. S., Suryani, A. E., **Sofyan, A.**, Sakti, A. A., Istiqomah, L., Karimy, M. F., & Darma, I. N. G. (2020). Nutrient digestibility of broiler chicken fed diets supplemented with probiotics phytase-producing. Dalam *IOP conference series: Earth and environmental science*, 462 (Artikel 012003). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/462/1/012003>
- Badan Pusat Statistik (2022). *Peternakan dalam angka 2022*. <https://www.bps.go.id/id/publication/2022/06/30/4c014349ef-2008bea02f4349/peternakan-dalam-angka-2022.html>
- Bahri, S., & Tiesnamurti, B. (2012). Strategi pembangunan peternakan berkelanjutan dengan memanfaatkan sumber daya lokal. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 31(4), 142–152.
- Basa, E. L. U., Abinawanto, A., Sophian, A., Julendra, H., & **Sofyan, A.** (2020). The detection of plantaricin-encoding genes and their amino acid profiles in *Lactobacillus plantarum* AKK30 isolated from Indonesian native chicken. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 21(12), 5792–5799. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d211241>
- Basa, E. L. U., Julendra, H., Abinawanto, A., **Sofyan, A.**, & Sophian, A. (2019). Analysis of organic acids from *Lactobacillus plantarum* with gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). Dalam *AIP conference proceedings*, 2168 (Artikel 012124). AIP Publishing. <https://doi.org/10.1063/1.5132522>

- Brown, K., Uwiera, R. R. E., Kalmokoff, M. L., Brooks, S. P. J., & Inglis, G. D. (2017). Antimicrobial growth promoter use in livestock: a requirement to understand their modes of action to develop effective alternatives. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 49(1), 12–24. <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2016.08.006>
- Business Innovation Center. (2012). *104 inovasi Indonesia*. <https://bic.web.id/public/storage/flippdf/104%20Inovasi%20Indonesia%202012/index.html>
- Business Innovation Center. (2015). *107 inovasi Indonesia*. Business Innovation Center bekerja sama dengan LIPI. <https://bic.web.id/public/storage/flippdf/107%20Inovasi%20Indonesia%202015/index.html>
- Business Innovation Center. (2020). *112 inovasi Indonesia*. <https://bic.web.id/public/storage/flippdf/112%20Inovasi%20Indonesia%202020/index.html>
- Caprarulo, V., Ventura, V., Amatucci, A., Ferronato, G., & Gilioli, G. (2022). Innovations for reducing methane emissions in livestock toward a sustainable system: Analysis of feed additive patents in ruminants. *Animals*, 12(20), Artikel 2760. <https://doi.org/10.3390/ani12202760>
- Casewell, M., Friis, C., Marco, E., McMullin, P., & Phillips, I. (2003). The European ban on growth-promoting antibiotics and emerging consequences for human and animal health. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 52(2), 159–161. <https://doi.org/10.1093/jac/dkg313>
- Castanon, J. I. R. (2007). History of the use of antibiotic as growth promoters in European poultry feeds. *Poultry Science*, 86(11), 2466–2471. <https://doi.org/10.3382/ps.2007-00249>
- Chiquette, J., Allison, M. J., & Rasmussen, M. (2012). Use of *Prevotella bryantii* 25A and a commercial probiotic during subacute acidosis challenge in midlactation dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 95(10), 5985–5995. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5511>

- Damayanti, E., Julendra, H., **Sofyan, A.**, & Hayati, S. N. (2014). Bile salt and acid tolerant of lactic acid bacteria isolated from proventriculus of broiler chicken. *Media Peternakan*, 37(2), 80–86. <https://doi.org/10.5398/medpet.2014.37.2.80>
- Damayanti, E., Sakti, A. A., Karimy, M. F., Herdian, H., Julendra, H., **Sofyan, A.**, & Istiqomah, L. (2013). Penapisan bakteri asam laktat asal rumen sapi dan kambing sebagai probiotik dan viabilitasnya selama proses spray drying dan penyimpanan. Dalam T. Sujitno (Ed.), *Prosiding seminar ilmu pengetahuan teknik 2013 “Teknologi untuk mendukung pembangunan nasional”* (216–222). PPET LIPI.
- Damayanti, E., Suryani, A. E., **Sofyan, A.**, Karimy, M. F., & Julendra, H. (2015). Seleksi bakteri asam laktat dengan aktivitas anti jamur yang diisolasi dari silase dan saluran cerna ternak. *Agritech*, 35(2), 164–169.
- Darma, I. N. G., Jayanegara, A., **Sofyan, A.**, Laconi, E. B., Ridla, M., & Herdian, H. (2023). Evaluation of nutritional values of tree-forage legume leaves from Gunungkidul District, Indonesia. *Biodiversitas*, 24(5), 2733–2745. <https://doi.org/https://doi.org/10.13057/biodiv/d240527>
- Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan. (2012). *Statistik peternakan dan kesehatan hewan 2012*. <https://repository.pertanian.go.id/items/0f08dc4a-fd2d-4ba5-bf0a-ddc1e933c34b>
- Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan. (2015). *Statistik peternakan dan kesehatan hewan 2015*. <https://ditjenpkh.pertanian.go.id/berita/26-buku-statistik-peternakan-dan-kesehatan-hewan-tahun-2015>
- Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan. (2019). *Statistik peternakan dan kesehatan hewan 2019*. <https://ditjenpkh.pertanian.go.id/berita/2-buku-statistik-peternakan-dan-kesehatan-hewan-tahun-2019>

- Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan. (2023). *Statistik peternakan dan kesehatan hewan 2023*. <https://ditjenpkh.pertanian.go.id/berita/1765-buku-statistik-peternakan-dan-kesehatan-hewan-tahun-2023>
- Direktorat Jenderal Peternakan. (2010). *Statistik peternakan 2010*. <https://repository.pertanian.go.id/items/1f10ce5d-60ce-481d-b972-2f6dd6f6f065>
- Eom, J. S., Lee, S. J., Gu, B. H., Lee, S. J., Lee, S. S., Kim, S. H., Kim, W. B., Lee, S. S. & Kim, M. (2022). Metabolomic and transcriptomic study to understand changes in metabolic and immune responses in steers under heat stress. *Animal Nutrition*, *11*, 87–101. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2022.06.012>
- Febrisiantosa, A., Istiqomah, L., **Sofyan, A.**, Damayanti, E., Herdian, H., Julendra, H., & Angwar, M. (2012). Persentase karkas, kandungan lemak dan kolesterol daging ayam dengan pemberian aditif pakan mengandung bakteri asam laktat dan tepung *Ganoderma lucidum*. Dalam *Workshop nasional unggas lokal 2012* (109–113).
- Febrisiantosa, A., **Sofyan, A.**, Damayanti, E., Julendra, H., & Herdian, H. (2008). *Imbuhan pakan peningkat citarasa* (Nomor Pendaftaran Paten P00200900285). Ditjen HKI. <http://bic.web.id/general/view/Penyedap+Rasa+Pakan+Ternak>
- Gopi, S., Amalraj, A., Varma, K., Jude, S., Reddy, P. B., Divya, C., Haponiuk, J. T., & Thomas, S. (2018). Turmeric nanofiber-encapsulated natural product formulation act as a phytogenic feed additive-a study in broilers on growth performance, biochemical indices of blood, and *E. coli* in cecum. *International Journal of Polymeric Materials and Polymeric Biomaterials*, *67*(9), 581–588. <https://doi.org/10.1080/00914037.2017.1354206>
- Grendpina, N., Fitri, D., Julendra, H., **Sofyan, A.**, & Damayanti, E. (2020). Enhancing anti-pathogenic bacteria activity of *Lactobacillus plantarum* AKK-30 cultured on the medium containing fructose-oligosaccharides. Dalam *Proceedings of the 16th ASEAN food conference - 16th AFC* (205–209). <https://doi.org/10.5220/0009991802050209>

- Herdian, H., Angwar, A., Damayanti, E., **Sofyan, A.**, Julendra, H., Febrisiantosa, A., & Istiqomah, L. (2016). *Simbiotik untuk meningkatkan performa produksi ternak unggas dan proses pembuatannya* (Nomor Paten IDP000040926). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual. <https://pdki-indonesia.dgip.go.id/detail/30d29fb940f1a40ecd9a55ebd6828642d66f6362a1dd16a0b87451cbc8208087?type=patent&keyword=Simbiotik&nomor=P00201000374>
- Herdian, H., Istiqomah, L., Damayanti, E., Suryani, A. E., Anggraeni, A. S., Rosyada, N., & Susilowati, A. (2018). Isolation of cellulolytic lactic-acid bacteria from mentok (*Anas moschata*) gastrointestinal tract. *Tropical Animal Science Journal*, 41(3), 200–206. <https://doi.org/10.5398/tasj.2018.41.3.200>
- Herdian, H., **Sofyan, A.**, Sakti, A. A., Darma, I. N. G., Novianty, H., Sefrienda, A. R., Kurniawan, T., Hariyadi, S., Adiando, N., & Permadi, S. (2023). Rumen degradation profile of several macroalgae collected from Gunungkidul DI Yogyakarta. Dalam *Developing modern livestock production in tropical countries* (95–99). CRC Press.
- Herdian, H., **Sofyan, A.**, Sakti, A. A., Julendra, H., Karimy, M. F., Suryani, A. E., Damayanti, E., & Istiqomah, L. (2013). Performance and meat quality of local sheep administered with feed additive containing probiotic and organic mineral complex. *Media Peternakan*, 36(3), 203–208. <https://doi.org/10.5398/med-pet.2013.36.3.203>
- Herdian, H., **Sofyan, A.**, Sakti, A. A., Karimy, M. F., Fitriana, E. L., & Laconi, E. B. (2020). Effects of spinach tree leaves and high concentrates diets supplemented with micro minerals on in vitro rumen fermentation profiles. Dalam *IOP conference series: Earth and environmental science*, 462 (Artikel 012004). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/462/1/012004>

- Hocquette, J. F., & Chatellier, V. (2011). Prospects for the European beef sector over the next 30 years. *Animal Frontiers*, 1(2), 20–28. <https://doi.org/10.2527/af.2011-0014>
- Istiqomah, L., Febrisiantosa, A., **Sofyan, A.**, & Damayanti, E. (2010). Implementation of fermented rice bran as a flavor enhancer additive and its effect on feed utilization and beef cattle performance. Dalam *Proceedings of the international seminar ISTAP* (109–114).
- Istiqomah, L., Julendra, H., Suryani, A., Sakti, A., Karimy, M., **Sofyan, A.**, Herdian, H., Anggraeni, A., Anwar, M., & Damayanti, E. (2018). *Probiotik untuk menurunkan kadar kolesterol unggas* (Nomor Permohonan Paten S00201810160). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual. <https://pdki-indonesia.dgip.go.id/detail/fd-87c7c68ccf547056d372b10f685fb7d04097968d88a2156fa67d-3c5aceb926?nomor=S00201810160&type=patent&key-word=S00201810160>
- Istiqomah, L., Sakti, A. A., **Sofyan, A.**, Herdian, H., & Anggraeni, A. S. (2020). Cholesterol-lowering activity of lactic acid bacteria and yeast when used as probiotics in laying quail (*Coturnix coturnix Japonica*). *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 45(4), 305–319. <https://doi.org/10.14710/jitaa.45.4.305-319>
- Istiqomah, L., Suryani, A., Damayanti, E., **Sofyan, A.**, Aswari, A., & Hermawati, N. (2014). Aktivitas penghambatan probiotik dan biomineral terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* secara in vitro. Dalam Y. Pranoto (Ed.), *Seminar nasional sinergi pangan, pakan dan energi terbarukan* (287–294). BPPTK LIPI.
- Jayanegara, A., & **Sofyan, A.** (2009). Supplementary feeding on the nutrient balance of lactating dairy cow at contrasting temperature regimes: Assessment using cornell net carbohydrate and protein system (CNCPS) model. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 34(3), 196–204.

- Jayanegara, A., **Sofyan, A.**, Makkar, H. P. S., & Becker, K. (2009). Kinetika produksi gas, pencernaan bahan organik dan produksi gas metana in vitro pada hay dan jerami yang disuplementasi hijauan. *Media Peternakan*, 32(2), 120–129 <https://journal.ipb.ac.id/index.php/mediapeternakan/article/view/1147>
- Jayanegara, A., Yogiarto, Y., Wina, E., Sudarman, A., Kondo, M., Obitsu, T., & Kreuzer, M. (2020). Combination effects of plant extracts rich in tannins and saponins as feed additives for mitigating in vitro ruminal methane and ammonia formation. *Animals*, 10(9), Artikel 1531. <https://doi.org/10.3390/ani10091531>
- Jouany, J. P., & Morgavi, D. P. (2007). Use of “natural” products as alternatives to antibiotic feed additives in ruminant production. *Animal*, 1(10), 1443–1466. <https://doi.org/10.1017/S1751731107000742>
- Julendra, H., & **Sofyan, A.** (2007). Uji in vitro penghambatan aktivitas *Escherichia coli* dengan tepung cacing tanah (*Lumbricus rubellus*). *Media Peternakan*, 30(1), 41–47.
- Julendra, H., Damayanti, E., Hayati, S., & **Sofyan, A.** (2011). Penghambatan aktivitas bakteri patogen dan non patogen dengan ekstrak daun mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) sebagai imbuhan pakan. Dalam *Prosiding seminar nasional prospek dan potensi sumberdaya ternak lokal dalam menunjang ketahanan pangan hewani* (500–508).
- Julendra, H., **Sofyan, A.**, & Damayanti, E. (2012). Peluang Pemanfaatan Phytogetic Feed Additives (PFA's) Untuk Pengembangan Unggas Organik. Dalam B. Widyanto (Ed.), *Prosiding seminar ilmu pengetahuan teknik 2012 “Teknologi untuk mendukung pembangunan nasional”* (177–180). PPET.
- Julendra, H., **Sofyan, A.**, Abinawanto, & Yasman. (2019). Improving antibacterial activity and viability of *Lactobacillus plantarum* AKK30 as feed additive by addition of different oligosaccharides. Dalam *IOP conference series: Earth and environmental science*, 251 (Artikel 012051). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/251/1/012051>

- Julendra, H., **Sofyan, A.**, Istiqomah, L., Karimy, M. F., Abinawanto, & Yasman. (2021). Intestinal morphology, energy availability, and growth performance of broilers treated with the combination of probiotic and inulin. *Tropical Animal Science Journal*, 44(1), 39–47. <https://doi.org/10.5398/tasj.2021.44.1.39>
- Julendra, H., **Sofyan, A.**, Karimy, M. F., Abinawanto, & Yasman. (2020). Nutrient utilizations and intestinal morphology of broilers treated with *Lactobacillus plantarum* AKK30-oligosaccharides synbiotic. *Tropical Animal Science Journal*, 43(2), 158–168. <https://doi.org/https://doi.org/10.5398/tasj.2020.43.2.158>
- Kanwal, H., Di Cerbo, A., Zulfiqar, F., Sabia, C., Nawaz, A., Siddiqui, F. M., Aqeel, M., & Ghazanfar, S. (2021). Probiotic characterization and population diversity analysis of gut-associated *Pediococcus acidilactici* for its potential use in the dairy industry. *Applied Sciences*, 11(20), Artikel 9586. <https://www.doi.org/10.3390/app11209586>
- Karimy, M. F., Julendra, H., Hayati, S. N., **Sofyan, A.**, Damayanti, E., & Priyowidodo, D. (2013). Efektifitas ekstrak daun kenikir (*Cosmos caudatus*), daun mengkudu (*Morinda citrifolia*), dan tepung cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) dalam sediaan granul larut air sebagai koksidiostat alami terhadap infeksi *Eimeria tenella* pada ayam broiler. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*, 18(2), 88–98.
- Loor, J. J., Elolimy, A. A., & McCann, J. C. (2016). Dietary impacts on rumen microbiota in beef and dairy production. *Animal Frontiers*, 6(3), 22–29. <https://doi.org/10.2527/af.2016-0030>
- Lu, J., Guo, Y., Muhmood, A., Zeng, B., Qiu, Y., Wang, P., & Ren, L. (2022). Probing the antioxidant activity of functional proteins and bioactive peptides in *Hermetia illucens* larvae fed with food wastes. *Scientific Reports*, 12, Artikel 2799. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-06668-9>

- Martin, R. S. H., Laconi, E. B., Jayanegara, A., **Sofyan, A.**, & Istiqomah, L. (2018). Activity and viability of probiotic candidates consisting of lactic acid bacteria and yeast isolated from native poultry gastrointestinal tract. Dalam *AIP conference proceedings 2021* (Artikel 070012). AIP Publishing. <https://doi.org/10.1063/1.5062810>
- McCauley, J. I., Labeeuw, L., Jaramillo-Madrid, A. C., Nguyen, L. N., Nghiem, L. D., Chaves, A. V., & Ralph, P. J. (2020). Management of enteric methanogenesis in ruminants by algal-derived feed additives. *Current Pollution Reports*, 6(3), 188–205. <https://doi.org/10.1007/s40726-020-00151-7>
- Miralestari, M., Sudarman, A., Suharti, S., & **Sofyan, A.** (2021). Enhancing physical-chemical quality and palatability of king grass (*Pennisetum* hybrid) silage treated by combination of water soluble carbohydrate and legume sources. Dalam *Proceedings of the 3rd international conference of computer, environment, agriculture, social science, health science, engineering and technology ICEST* (270–275). <https://doi.org/10.5220/0010041602700275>
- Mulianda, R., **Sofyan, A.**, Herdian, H., Laconi, E. B., Ridla, M., Wardani, W. W., & Jayanegara, A. (2021). In sacco nutrient degradability of silage containing intact and defatted black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 46(3), 227–235. <https://doi.org/10.14710/ji-taa.46.3.227-235>
- OECD/FAO. (2023). *OECD-FAO agricultural outlook 2023–2032*. OECD Publishing. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cc6361en>
- Oke, O. E., Uyanga, V. A., Iyasere, O. S., Oke, F. O., Majekodunmi, B. C., Logunleko, M. O., Abiona, J. A., Nwosu, E. U., Abioja, M. O., Daramola, J. O., & Onagbesan, O. M. (2021). Environmental stress and livestock productivity in hot-humid tropics: Alleviation and future perspectives. *Journal of Thermal Biology*, 100, Artikel 103077. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2021.103077>

- Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 14/Permentan/PK.350/5/2017 tentang Klasifikasi Obat Hewan. (2017). <https://simrek.ditjenpkh.pertanian.go.id/fileinfo/Regulasi-3-Permentan142017.pdf>
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 45 Tahun 2019 tentang Perubahan atas Peraturan Pemerintah Nomor 94 Tahun 2010 tentang Penghitungan Penghasilan Kena Pajak dan Pelunasan Pajak Penghasilan dalam Tahun Berjalan. (2019). <https://jdih.kemenukeu.go.id/in/dokumen/peraturan/d4b6496e-e329-4428-b67a-f87b6bd3c87f>
- Rajendran, D., Ezhuthupurakkal, P. B., Lakshman, R., Gowda, N. K. S., Manimaran, A., & Rao, S. B. (2022). Application of encapsulated nano materials as feed additive in livestock and poultry: a review. *Veterinary Research Communications*, 46(2), 315–328. <https://doi.org/10.1007/s11259-022-09895-7>
- Ramli, N., Mutia, R., & Sofyan, A. (2003). The enhanced of broiler carcass quality given drinking water containing metabolite from Aceto-Sacch. *Indonesian Journal of Tropical Animal Development, Edisi Spesial*, 49–53.
- Ramli, N., Sofyan, A., & Anggraini, E. (2007). Performa ayam broiler yang diberi metabolit Aceto-Sacch dalam air minum. *Media Peternakan*, 30(1), 35–40.
- Romero, N., Areche, C., Cubides-Cárdenas, J., Escobar, N., García-Beltrán, O., Simirgiotis, M. J., & Céspedes, Á. (2020). In vitro anthelmintic evaluation of *Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocephala*, and *Pithecellobium dulce*: Fingerprint analysis of extracts by UHPLC-orbitrap mass spectrometry. *Molecules*, 25(13), Artikel 3002. <https://doi.org/10.3390/molecules25133002>
- Sakti, A. A., Kustantinah, Sofyan, A., Nurcahyo, R. W., Fidriyanto, R., Kusnadi, H., Prasetyo, A., Putnarubun, C., Permadi, S., Pramono, L. Hartati, Hudaifa, I., & Suwignyo, B. (2024). Molecular identification, chemical composition, and in vitro anthelmintic activity of *Sargassum duplicatum* against *Haemonchus contortus*. *Tropical Animal Science Journal*, 47(2), 188–196. <https://doi.org/10.5398/tasj.2024.47.2.188>

- Sakti, A. A., **Sofyan, A.**, & Herdian, H. (2014). Pengaruh suplementasi daun sumber tanin dan dedak fermentasi terhadap karakteristik fermentasi rumput gajah secara in vitro. Dalam Y. Pranoto (Ed.), *Prosiding seminar nasional sinergi pangan pakan dan energi terbarukan* (500–504). BPPTK LIPI.
- Santos, R. R., Awati, A., Roubos-van den Hil, P. J., van Kempen, T. A. T. G., Tersteeg-Zijderveld, M. H. G., Koolmees, P. A., Smits, C., & Fink-Gremmels, J. (2019). Effects of a feed additive blend on broilers challenged with heat stress. *Avian Pathology*, 48(6), 582–601. <https://doi.org/10.1080/03079457.2019.1648750>
- Sinurat, A. P., Bahri, S., Muahrsini, S., Puastuti, W., Priyanti, A., Nurhayati, I. S., & Priyono. (2017). *Kebijakan pengendalian penggunaan antibiotic growth promoters dan ractopamine dalam mendukung keamanan pangan nasional*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan.
- Sofyan, A.** (2003). *Evaluasi taraf penambahan teh fermentasi kombucha dalam air minum terhadap organ dalam, lemak abdominal dan kolesterol ayam broiler* [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor.
- Sofyan, A.** (2017). *A study on the relationship between ruminal fermentation, milk production and blood biochemical profiles in dairy cows during the transition period* [Disertasi]. University of Tsukuba. <http://hdl.handle.net/2241/00147888>
- Sofyan, A.**, Angwar, M., Herdian, H., Damayanti, E., Istiqomah, L., Febrisiantosa, A., Julendra, H., Wibowo, M. H., & Untari, T. (2012). Performance enhancement and immunity profile of broiler treated feed additive containing lactic acid bacteria and *Ganoderma lucidum*. *Media Peternakan*, 35(3), 201-206 <https://doi.org/10.5398/medpet.2012.35.3.201>
- Sofyan, A.**, Aswari, A. N., Purwoko, T., & Damayanti, E. (2013). Screening of lactic acid bacteria from rumen liquor and king grass silage as well as their antibacterial activities. *Media Peternakan*, 36(3), 216–223. <https://doi.org/10.5398/medpet.2013.36.3.216>

- Sofyan, A., Damayanti, E., & Julendra, H.** (2010). Reduction of phytic acid and aflatoxin content to rice bran through fermentation by *Rhizopus* spp. combined with deproteinated chitin waste addition. Dalam *Proceeding of the international seminar ISTAP* (104–108).
- Sofyan, A., Febrisiantosa, A., Herdian, H., & Julendra, H.** (2007). Palatabilitas silase pakan komplit dengan berbagai penambahan semi-aerobic inoculant. Dalam *Prosiding seminar nasional AINI VI* (416–421). Fakultas Peternakan UGM Yogyakarta.
- Sofyan, A., Julendra, H., Damayanti, E., Sutrisno, B., & Wibowo, M. H.** (2010). Performance and histopathology of broiler chicken infected by salmonella pullorum and fed feed additive containing earth worm meal (*Lumbricus rubellus*). *Media Peternakan*, 33(1), 31-35 <https://journal.ipb.ac.id/index.php/mediapeternakan/article/view/1245>
- Sofyan, A., Martin, R. S. H., Laconi, E. B., Jayanegara, A., Julendra, H., Damayanti, E., & Suryani, A. E.** (2019). The assays of bacteria-yeast consortia as probiotics candidates and their influences on nutrients utilization of quails diet. *Tropical Animal Science Journal*, 42(3), 196–202. <https://doi.org/10.5398/tasj.2019.42.3.196>
- Sofyan, A., Sakti, A. A., Herdian, H., Khairulli, G., Suryani, A. E., Karti, P. D. M. H., & Jayanegara, A.** (2017). *In vitro* gas production kinetics and digestibility of king grass (*Pennisetum* hybrid) added by organic mineral and natural crude tannin. *Journal of Applied Animal Research*, 45(1), 122–125. <https://doi.org/10.1080/09712119.2015.1129339>
- Sofyan, A., Sakti, A. A., Karimy, M. F., Julendra, H., Istiqomah, L., Herdian, H., Damayanti, E., & Suryani, A. E.** (2015). Effectivity of probiotic, micromineral enriched yeast and their combination with *Azadirachta indica* leaves containing tannin on fermentability and digestibility of *Pennisetum* hybrid. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*, 20(2), 95–104. <https://doi.org/10.14334/jitv.v20i2.1164>

- Sofyan, A., Utomo, R., Yusiati, L. M., & Widyastuti, Y.** (2011). Isolation and identification of lactic acid bacteria and *Saccharomyces cerevisiae* from natural sources as feed-silage inoculants. Dalam Indonesian Society for Lactic Acid Bacteria (Ed.), *The 3rd international conference of Indonesian Society for Lactic Acid Bacteria (3rd IC-ISLAB): Better life with lactic acid bacteria: Exploring novel functions of lactic acid bacteria* (978–979).
- Sofyan, A., Uyeno, Y., Shinkai, T., Hirako, M., Kushibiki, S., Kanamori, H., Mori, S., Katayose, Y., & Mitsumori, M.** (2019). Metagenomic profiles of the rumen microbiota during the transition period in low-yield and high-yield dairy cows. *Animal Science Journal*, 90(10), 1362–1376. <https://doi.org/10.1111/asj.13277>
- Sofyan, A., Yusiati, L. M., Widyastuti, Y., & Utomo, R.** (2011). Microbiological characteristic and fermentability of king grass (*Pennisetum* hybrid) silage treated by lactic acid bacteria-yeast inoculants consortium combined with rice bran addition. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 36(4), 265–272. <https://doi.org/10.14710/jitaa.36.4.265-272>
- Stefańska, B., Sroka, J., Katzer, F., Goliński, P., & Nowak, W. (2021). The effect of probiotics, phytobiotics and their combination as feed additives in the diet of dairy calves on performance, rumen fermentation and blood metabolites during the preweaning period. *Animal Feed Science and Technology*, 272, Artikel 114738. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114738>
- Suharno, B., Tawaf, R., & Kurniawan, W. (2020). *Data bisnis peternakan 2020*. Asosiasi Obat Hewan Indonesia (ASOHI).
- Surat Keputusan Menteri Pertanian Nomor 806/Kpts/TN.260/12/94 tentang Klasifikasi Obat Hewan. (1994).
- Suryani, A. E., Istiqomah, L., **Sofyan, A.**, Sakti, A. A., & Karimy, M. F. (2013). Carcass quality, blood profile and organ histopathology of sheep fed organic additive containing probiotic and micromineral enriched yeast. Dalam *Proceeding of international conference of appropriate technology development, 2015* (54–59). LIPI.

- Suryani, A. E., Karimy, M. F., Istiqomah, L., **Sofyan, A.**, Herdian, H., & Wibowo, M. H. (2014). Prevalensi kolibasilosis pada ayam broiler yang diinfeksi *Escherichia coli* dengan pemberian bioaditif, probiotik dan antibiotik. *Widyariset*, 17(2), 233–244. <https://doi.org/10.14203/widyariset.17.2.2014.233-244>
- Suryani, A. E., Karimy, M. F., **Sofyan, A.**, Julendra, H., Damayanti, E., & Sakti, A. A. (2013). Pengaruh pemberian imbuhan pakan organik terhadap penambahan berat badan sapi peranakan simental. Dalam M. H. Abbas, Husmaini, Rusdimansyah, & Rahmiwati (Ed.), *Prosiding seminar nasional pengembangan ternak lokal* (273–280). Fakultas Peternakan, Universitas Andalas.
- Suryani, A., Anggraeni, A. S., Istiqomah, L., **Sofyan, A.**, & Sakti, A. A. (2023). Dietary supplementation of cellulase-producing probiotic on nutrients digestibility of broiler chicken. Dalam *Proceedings of the 4th international conference of animal science and technology (ICAST 2021)* (Artikel 030033). AIP Publishing. <https://doi.org/10.1063/5.0143996>
- Tangendjaja, B., Uli, E., Priyadi, A. H., Wijanarko, A., & Kurniawan, W. (2020). *Kompendium pelengkap & imbuhan pakan*. Asosiasi Obat Hewan Indonesia bekerja sama dengan Gita Pustaka. <https://jurnalpeternakan.com/product/kompendium-pelengkap-dan-imbuhan-pakan-2020/>
- Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2009 tentang Peternakan dan Kesehatan Hewan. (2009). <https://pusvetma.ditjenpkh.pertanian.go.id/upload/regulasi/1592648320.1.%20UU%2018%202009.pdf>
- Utomo, D. B. (2020, 24 November). *Potret bisnis pakan ternak 2020 dan prospek bisnis tahun 2021* [Bahan paparan dalam Webinar Nasional Bisnis Peternakan Dampak Pandemi Covid-19 - ASO-HI. GPMT.
- Vanadianingrum, E. S. (2008). *Isolasi dan karakterisasi bakteri penghasil enzim xilanase dari cairan rumen kambing & domba dan sumber air panas di Cipanas* [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor.

- Winarti, E., Gunawan, **Sofyan, A.**, Wirasti, C. A., Noviandi, C. T., Panjono, Agus, A., Harper, K. J., & Poppi, D. P. (2022). Improving live weight gain in Ongole crossbred bulls through processing of *Gliricidia sepium* leaf meal and cassava in a supplement concentrate. *Animal Feed Science and Technology*, 292, Artikel 115401. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2022.115401>
- Zabot, G. L., Schaefer Rodrigues, F., Polano Ody, L., Vinícius Tres, M., Herrera, E., Palacin, H., Córdova-Ramos, J. S., Best, I., & Olivera-Montenegro, L. (2022). Encapsulation of bioactive compounds for food and agricultural applications. *Polymers*, 14(19), Artikel 4194. <https://doi.org/10.3390/polym14194194>

DAFTAR PUBLIKASI ILMIAH

Jurnal Internasional

1. Anggraeni, A. S., **Sofyan, A.**, Herdian, H., Kumalasari, N. R., Laconi, E. B., & Jayanegara, A. (2024). In vitro and in sacco evaluation of total mixed ration silage added with different levels of chitosan. *Czech Journal of Animal Science*, 69(3), 178–190. <https://doi.org/10.17221/173/2023-CJAS>
2. Adli, D. N., Sholikin, M. M., Ujilestari, T., Ahmed, B., Harahap, M. A., **Sofyan, A.**, & Sugiharto, S. (2024). Effect of fermentation of herbal products on growth performance, breast meat quality, and intestinal morphology of broiler chickens: A meta-analysis. *Italian Journal of Animal Science*, 23(1), 734–750. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2024.2351441>
3. Du, Z., Nakagawa, A., Fang, J., Ridwan, R., Astuti, W. D., Sarwono, K. A., **Sofyan, A.**, Widyastuti, Y., & Cai, Y. (2024). Cleaner anaerobic fermentation and greenhouse gas reduction of crop straw. *Microbiology Spectrum*. <https://doi.org/10.1128/spectrum.00520-24>
4. Sakti, A. A., Kustantinah, **Sofyan, A.**, Nurcahyo, R. W., Fidriyanto, R., Kusnadi, H., Prasetyo, A., Putnarubun, C., Permadi, S., Pramono, H., Hartati, L., Hudaifa, I., & Suwignyo, B. (2024). Molecular identification, chemical composition, and in vitro anthelmintic activity of *Sargassum duplicatum* against *Haemonchus contortus*. *Tropical Animal Science Journal*, 47(2), 188–196. <https://doi.org/10.5398/tasj.2024.47.2.188>
5. Kustantinah, K., Sakti, A. A., Suwignyo, B., **Sofyan, A.**, Hanim, C., Herdian, H., Jasmadi, J., Pasaribu, T., Julendra, H., Gunawan, G., Ratnawati, P., Hartati, L., & Tarigan, S. A. E. (2024). In vitro anthelmintic activity of *Chaetomorpha vieillardii* ethanolic extract against adult worm motility and egg-hatching of *Haemonchus contortus* from sheep. *Veterinary Integrative Sciences*, 22(2), 445–462. <https://doi.org/10.12982/VIS.2024.031>

6. Gunawan, W., Winarti, E., **Sofyan, A.**, Putridinanti, A., Andarwati, S., Noviandi, C. T., Agus, A., Harper, K., & Poppi, D. (2023). Improving growth rates of Ongole crossbred bulls by formulation and level of supplement of by-products. *Animal Production Science*. <https://doi.org/10.1071/AN23229>
7. Irawan, A., **Sofyan, A.**, Wahyono, T., Harahap, M. A., Febrisiantosa, A., Sakti, A. A., Herdian, H., & Jayanegara, A. (2023). Relationships between dietary rumen-protected lysine and methionine with the lactational performance of dairy cows: A meta-analysis. *Animal Bioscience*, *36*, 1666–1684. <https://doi.org/10.5713/ab.23.0084>
8. Dewi, Y. L., **Sofyan, A.**, Herdian, H., Sakti, A. A., Irawan, A., Jasmadi, J., Anggraeni, A. S., Mardawati, E., Adriyanto, A., Mahata, M. E., Handayani, U. F., Soares, D. C. D. C., Bouk, G., Sinabang, M. K., & Harmiansyah, H. (2023). Processing technology to improve seaweed nutritional quality as a feed for poultry: A review and its implementation. *World's Poultry Science Journal*, *80*(1), 207–235. <http://doi.org/10.1080/00439339.2023.2270952>
9. Sitaresmi, P. I., Hudaya, M. F., Kumala, S., Herdis, H., **Sofyan, A.**, Bintara, S., Widyobroto, B. P., & Widayat, D. T. (2023). Effect of short time precise dietary energy-protein on reproductive parameters of local crossbred dairy goats. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, *10*(2), 257–268. <https://doi.org/10.5455/javar.2023.j677>
10. Darma, I. N. G., Jayanegara, A., **Sofyan, A.**, Laconi, E. B., Ridla, M., & Herdian, H. (2023). Evaluation of nutritional values of tree-forage legume leaves from Gunungkidul District, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, *24*(5). <https://smujo.id/biodiv/article/view/13048>
11. Handayani, U. F., **Sofyan, A.**, Wulandari, Harahap, M. A., Sholikin, M. M., Julendra, H., Herdian, H., Okselni, T., Lestari, D., & Mahata, M. E. (2023). Dietary supplementation of tomato waste for improving performance and egg quality of laying hens: A meta-analysis approach. *Journal of Animal and Feed Sciences*, *32*(3), 221–232. <https://doi.org/10.22358/jafs/159529/2023>

12. Ridwan, R., Abdelbagi, M., **Sofyan, A.**, Fidriyanto, R., Astuti, W. D., Fitri, A., Sholikin, M., Rohmatussolihat, R., Sarwono, K. A., Jayanegara, A., & Widyastuti, Y. (2023). Meta-analysis to observe silage microbiome differentiated by the use of inoculant and type of raw material. *Frontiers in Microbiology*, *14*, Artikel 1063333. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1063333>
13. Sholikin, M. M., Sadarman, Irawan, A., **Sofyan, A.**, Jayanegara, A., Rumhayati, B., Hidayat, C., Adli, D. N., Julendra, H., Herdian, H., Manzila, I., Hudaya, M. F., Harahap, M. A., Qomariyah, N., Budiarto, R., Krisnan, R., Asmarasari, S. A., Hayanti, S. Y., Wahyono, T., Priyatno, T. P., Ujilestari, T., Negara, W., Wulandari, & Nahrowi. (2023). A meta-analysis of the effects of clay mineral supplementation on alkaline phosphatase, broiler health, and performance. *Poultry Science*, *102*(3), Artikel 102456. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.102456>
14. **Sofyan, A.**, Irawan, A., Herdian, H., Harahap, M. A., Sakti, A. A., Suryani, E. A., Novianty, H., Kurniawan, T., Darma, I. N. G., Windarsih, A., & Jayanegara, A. (2022). Effects of various macroalgae species on methane production, rumen fermentation, and ruminant production: A meta-analysis from in vitro and in vivo experiments. *Animal Feed Science and Technology*, *294*, 115503. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2022.115503>
15. Winarti, E., Gunawan, **Sofyan, A.**, Wirasti, C. A., Noviandi, C. T., Panjono, Agus, A., Harper, K. J., & Poppi, D. P. (2022). Improving live weight gain in Ongole crossbred bulls through processing of *Gliricidia sepium* leaf meal and cassava in a supplement concentrate. *Animal Feed Science and Technology*, *292*, 115401. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2022.115401>
16. Sadarman, Ridla, M., Jayanegara, A., Nahrowi, **Sofyan, A.**, Herdian, H., Darma, I. N. G., Wahyono, T., Febrina, D., Harahap, R. P., & Nurfitriani, R. A. (2022). Influence of ensiling and tannins addition on rumen degradation kinetics of soy sauce residues. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, *10*(2), 270–276. <https://doi.org/10.17582/journal.aavs/2022/10.2.270.276>

17. Irawan, A., **Sofyan, A.**, Ridwan, R., Hassim, H. A., Respatie, A. N., Wardani, W. W., Sadarman, Astuti, W. D., & Jayanegara, A. (2021). Effects of different lactic acid bacteria groups and fibrolytic enzymes as additives on silage quality: A meta-analysis. *Biore-source Technology Reports*, 14, 100654. <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2021.100654>
18. Julendra, H., **Sofyan, A.**, Istiqomah, L., Karimy, M. F., Abinawanto, A., & Yasman. (2021). Intestinal morphology, energy availability, and growth performance of broilers treated with the combination of probiotic and inulin. *Tropical Animal Science Journal*, 44(1), 39–47. <https://doi.org/10.5398/tasj.2021.44.1.39>
19. Mulianda, R., Jayanegara, A., Laconi, E. B., Ridla, M., **Sofyan, A.**, & Herdian, H. (2021). In sacco nutrient degradability of silage containing defatted black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 46(3), 227–235. <https://doi.org/10.14710/jitaa.46.3.227-235>
20. Sadarman, Irawan, A., Elfawati, Sholikin, M. M., Harahap, R. P., Rusli, R. K., Solfa, R., **Sofyan, A.**, Nahrowi, Jayanegara, A. (2021). Propolis supplementation affects performance, intestinal morphology, and bacterial population of broiler chickens. *South African Journal of Animal Science*, 51(4), 476–487. <https://doi.org/10.4314/sajas.v51i4.8>.
21. Sadarman, Arisandi, R., Hamid, A., Saleh, E., Zain, W. N. H., Sholikin, M. M., Prihambodo, T. R., Harahap, R. P., Solfaine, R., **Sofyan, A.**, & Irawan, A. (2021). The effects of mixed vitamins, minerals, fatty acids, and amino acids supplementation into drinking water on broiler chickens' performance and carcass traits. *Journal of World's Poultry Research*, 11(1), 47–52. <https://doi.org/10.36380/jwpr.2021.7>
22. Basa, E. L., Abinawanto, A., Sophian, A., Julendra, H., & **Sofyan, A.** (2020). The detection of plantaricin-encoding genes and their amino acid profiles in *Lactobacillus plantarum* AKK30 isolated from Indonesian native chicken. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 21(12), 5792–5799. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d211241>

23. Julendra, H., **Sofyan, A.**, Karimy, M. F., Abinawanto, A., & Yasman, Y. (2020). Nutrient utilizations and intestinal morphology of broilers treated with *Lactobacillus plantarum* AKK-30-oligosaccharides synbiotic. *Tropical Animal Science Journal*, 43(2), 158–168. <https://doi.org/10.5398/tasj.2020.43.2.158>
24. Istiqomah, L., Sakti, A. A., **Sofyan, A.**, Herdian, H., & Anggraeni, A. S. (2020). Cholesterol-lowering activity of lactic acid bacteria and yeast when used as probiotics in laying quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 45(4), 305–319.
25. Anggraeni, A. S., Herdian, H., **Sofyan, A.**, Jayanegara, A., & Aulia, N. S. (2020). Rumen fermentation characteristics and in vitro digestibility of king grass silage supplemented with shredded coconut pulp. *Indonesian Veterinary Journal*, 21(3), 389–401.
26. **Sofyan, A.**, Uyeno, Y., Shinkai, T., Hirako, M., Kushibiki, S., Kanamori, H., Mori, S., Katayose, Y., Mitsumori, M. (2019). Metagenomic profiles of the rumen microbiota during the transition period in low-yield and high-yield dairy cows. *Animal Science Journal*, 90(7), 1362–1376. <https://doi.org/10.1111/asj.13277>
27. **Sofyan, A.**, Martin, R. S. H., Laconi, E. B., Jayanegara, A., Julendra, H., Damayanti, E., & Suryani, E. A. (2019). The assays of bacteria-yeast consortia as probiotics candidates and their influences on nutrients utilization of quails diet. *Tropical Animal Science Journal*, 42(3), 192–202. <https://doi.org/10.5398/tasj.2019.42.3.196>
28. **Sofyan, A.**, Mitsumori, M., Ohmori, H., Uyeno, Y., Hasunuma, T., Akiyama, K., Yamamoto, H., Yamaguchi, T., Shinkai, T., Hirako, M., & Kushibiki, S. (2017). Differences in rumen fermentation characteristics between low-yield and high-yield dairy cows in early lactation. *Animal Science Journal*, 88(7), 974–982. <https://doi.org/10.1111/asj.12745>
29. Ghali, I., **Sofyan, A.**, Ohmori, H., Shinkai, T., & Mitsumori, M. (2017). Diauxic growth of *Fibrobacter succinogenes* S85 on cellobiose and lactose. *FEMS Microbiology Letters*, 364(15), Artikel fnx150. <https://doi.org/10.1093/femsle/fnx150>

30. **Sofyan, A.**, Sakti, A. A., Herdian, H., Khairulli, G., Suryani, E. A., Karti, P. D. M. H., & Jayanegara, A. (2017). In vitro gas production kinetics and digestibility of king grass (*Pennisetum* hybrid) added by organic mineral and natural crude tannin. *Journal of Applied Animal Research*, 41(1), 122–125. <https://doi.org/10.1080/09712119.2015.1129339>
31. Shinkai, T., Mitsumori, M., **Sofyan, A.**, Kanamori, H., Sasaki, H., Katayose, Y., & Takenaka, A. (2016). Comprehensive detection of bacterial carbohydrate-active enzyme coding genes expressed in cow rumen. *Animal Science Journal*, 87(11), 1363–1370. <https://doi.org/10.1111/asj.12585>
32. **Sofyan, A.**, Sakti, A. A., Karimy, M. F., Julendra, H., Istiqomah, L., Herdian, H., Damayanti, E., & Suryani, E. A. (2015). Effectivity of probiotic, micromineral enriched yeast and their combination with neem (*Azadirachta indica*) leaves containing tannin on fermentability and digestibility of king grass (*Pennisetum* hybrid). *Indonesian Journal of Animal and Veterinary Sciences*, 20(2), 95–104. <https://doi.org/10.14334/jitv.v20i2.1164>
33. **Sofyan, A.**, Yusiati, L. M., Widyastuti, Y., & Utomo, R. (2011). Microbiological characteristics and fermentability of king grass (*Pennisetum* hybrid) silage treated by lactic acid bacteria-yeast inoculants consortium combined with rice bran addition. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 36(4), 265–272. <https://doi.org/10.14710/jitaa.36.4.265-272>
34. Istiqomah, L., **Sofyan, A.**, Damayanti, E., & Julendra, H. (2009). Amino acid profile of earthworm meal (*Lumbricus rubellus*) for animal feedstuff. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 34(4), 253–257. <https://doi.org/10.14710/jitaa.34.4.253-257>

Jurnal Nasional

35. Qomariyah, N., Zulkarnain, Sadarman, Prihambodo, T. R., Laconi, E. B., Jayanegara, A., & **Sofyan, A.** (2023). Digestive evaluation of tofu dregs influenced by fermentation and tannin. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Tropis*, 9(3), 630–636. <https://ojs.uho.ac.id/index.php/peternakan-tropis/article/view/24491>

36. **Sofyan, A.**, Utomo, R., Yusiati, L. M., & Widyastuti, Y. (2017). Improving physico-chemical characteristic and palatability of king grass (*Pennisetum* hybrid) silage by inoculation of *Lactobacillus plantarum*-*Saccharomyces cerevisiae* consortia and addition of rice bran. *Buletin Peternakan*, 41(1), 61–71. <https://doi.org/10.21059/buletinpeternak.v41i1.12980>
37. **Sofyan, A.**, Sakti, A. A., Herdian, H., Khairulli, G., & Jayanegara, A. (2015). Physical and chemical properties of ruminant bio-mineral supplement containing micromineral incorporated by *Saccharomyces cerevisiae* cultivated on different growth media. *Jurnal Kimia Terapan Indonesia*, 17(2), 139–146. <https://inajac.lipi.go.id/index.php/InaJAC/article/view/30/134>
38. Damayanti, E., Suryani, E. A., **Sofyan, A.**, Karimy, M. F., & Julendra, H. (2015). Seleksi bakteri asam laktat dengan aktivitas anti jamur yang diisolasi dari silase dan saluran cerna ternak. *Agritech*, 35(2), 164–169. <https://doi.org/10.22146/agritech.9402>
39. **Sofyan, A.**, Aswari, A. N., Purwoko, T., & Damayanti, E. (2013). Screening of lactic acid bacteria from rumen liquor and king grass silage as well as their antibacterial activities. *Media Peternakan*, 36(3), 216–223. <https://doi.org/10.5398/medpet.2013.36.3.216>
40. Damayanti, E., Julendra, H., **Sofyan, A.**, & Hayati, S. N. (2014). Bile salt and acid tolerance of lactic acid bacteria isolated from proventriculus of broiler chicken. *Media Peternakan*, 37(2), 80–86. <https://doi.org/10.5398/medpet.2014.37.2.80>
41. Suryani, E. A., Karimy, M. F., Istiqomah, L., **Sofyan, A.**, Herdian, H., & Wibowo, M. H. (2014). Prevalensi kolibasilosis pada ayam broiler yang diinfeksi *Escherichia coli* dengan pemberian bio-aditif, probiotik dan antibiotik. *Widyariset*, 17(2), 233–245. <https://widyariset.pusbindiklat.lipi.go.id/index.php/widyariset/article/download/266/254>
42. Herdian, H., **Sofyan, A.**, Sakti, A. A., Julendra, H., Karimy, M. F., Suryani, E. A., Damayanti, E., & Istiqomah, L. (2013). Performance and meat quality of local sheep administered with feed additive containing probiotic and organic mineral complex. *Media Peternakan*, 36(3), 203–208. <https://doi.org/10.5398/medpet.2013.36.3.203>

43. Karimy, M. F., Julendra, H., Hayati, S. N., **Sofyan, A.**, Damayanti, E., & Priyowidodo, D. (2013). Efektivitas ekstrak daun kenikir (*Cosmos caudatus*), daun mengkudu (*Morinda citrifolia*), dan tepung cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) dalam sediaan granul larut air sebagai koksidiostat alami terhadap infeksi *Eimeria tenella* pada ayam broiler. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*, 18(2), 88–98. <https://doi.org/10.14334/jitv.v18i2.308>
44. **Sofyan, A.**, Angwar, M., Herdian, H., Damayanti, E., Istiqomah, L., Febrisiantosa, A., Julendra, H., Wibowo, M. H., & Untari, T. (2012). Performance enhancement and immunity profile of broiler treated feed additive containing lactic acid bacteria and *Ganoderma lucidum*. *Media Peternakan*, 35(3), 201–206. <https://doi.org/10.5398/medpet.2012.35.3.201>
45. Julendra, H., **Sofyan, A.**, Hayati, S. N., & Istiqomah, L. (2012). Uji antibiotik dari tepung cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) sebagai pemacu pertumbuhan. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan*, 4(5), 48–58.
46. **Sofyan, A.**, Julendra, H., Damayanti, E., Sutrisno, B., & Wibowo, M. H. (2010). Performance and histopathology of broiler chicken infected by *Salmonella pullorum* and fed feed additive containing earth worm meal (*Lumbricus rubellus*). *Media Peternakan*, 33(1), 31–35. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/mediapeternakan/article/view/1245>
47. Jayanegara, A., **Sofyan, A.**, Makkar, H. P. S., & Becker, K. (2009). Kinetika produksi gas, pencernaan bahan organik dan produksi gas metana in vitro pada hay dan jerami yang disuplementasi hijauan mengandung tanin. *Media Peternakan*, 32(2), 120–129. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/mediapeternakan/article/view/1147>
48. Jayanegara, A., & **Sofyan, A.** (2009). Supplementary feeding on the nutrient balance of lactating dairy cows at contrasting temperature regimes: Assessment using Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS) model. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 34(3), 196–204. <https://doi.org/10.14710/jitaa.34.3.196-204>

49. Ramli, N., Suci, D. M., Sunanto, S., Nugraheni, C., Yulifah, A., & **Sofyan, A.** (2008). Performan ayam broiler yang diberi ransum mengandung potassium diformate sebagai pengganti flavomycin. *Jurnal AGRIPET*, 8(1), 1–8. <https://doaj.org/article/10dd23eb-219c4f7492385228d6128ec2>
50. **Sofyan, A.**, Damayanti, E., & Julendra, H. (2008). Aktivitas antibakteria dan retensi protein tepung cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) sebagai pakan imbuhan dengan taraf penambahan kitosan. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*, 13(3), 182–188. <http://medpub.litbang.pertanian.go.id/index.php/jitv/issue/archive?issuesPage=3#issues>
51. Damayanti, E., **Sofyan, A.**, & Julendra, H. (2008). Daya antimikroba tepung cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) dan potensinya sebagai aditif dalam pakan ternak. *Jurnal Biosfera*, 25(3), 123–128.
52. Julendra, H., Damayanti, E., **Sofyan, A.**, & Febrisiantosa, A. (2008). Karakteristik fisiko-kimia dan mikrobiologis pakan berbasah dasar onggok fermentasi selama penyimpanan. *Jurnal Sains MIPA*, 13(1), 1–5. <https://jurnal.fmipa.unila.ac.id/sains/article/view/273/pdf>
53. Jayanegara, A., & **Sofyan, A.** (2008). Penentuan aktivitas biologis tanin beberapa hijauan secara in vitro menggunakan 'Hohenheim gas test' dengan polietilen glikol sebagai determinan. *Media Peternakan*, 31(1), 44–52. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/mediapeternakan/article/view/1115>
54. Julendra, H., & **Sofyan, A.** (2007). In vitro test of *Escherichia coli* inhibited by earth worm meal (*Lumbricus rubellus*). *Media Peternakan*, 30(1), 41–47. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/mediapeternakan/article/view/1031>
55. Ramli, N., **Sofyan, A.**, & Anggraini, E. (2007). Performance of broiler given Aceto-Sacch's metabolite into drinking water. *Media Peternakan*, 30(1), 35–40. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/mediapeternakan/article/view/1027>
56. Ramli, N., Mutia, R., & **Sofyan, A.** (2003). Peningkatan kualitas karkas ayam broiler dengan penambahan hasil metabolit Aceto-Sacch. *Jurnal Pengembangan Peternakan Tropis, Edisi Spesial Oktober*, 49–53.

Buku Internasional

57. Sofyan, A., Herdian, H., & Irawan, A. (2024). Biomass utilization and biorefinery by-product from palm oil and marine resources for animal feed and feed additive. Dalam *Biomass conversion and sustainable biorefinery: Towards circular bioeconomy* (105–120). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-99-7769-7_5

Buku Nasional

58. Sakti, A. A., Anggraeni, A. S., Sofyan, A., & Herdian, H. (2022). *Bisnis hewan kurban domba & kambing untuk pemula: Panduan step by step untuk memulai usaha skala 1–100 ekor*. Penerbit BRIN. <https://doi.org/10.55981/brin.496>

Prosiding Internasional

59. Sakti, A. A., Baihaqi, Z. A., Suwignyo, B., Sofyan, A., Herdian, H., & Kustantinah. (2024). Anthelmintic activity of red macroalgae *Acrocystis* sp. and *Acanthophora* sp. ethanolic extract against *Haemonchus contortus* in sheep *in vitro*. Dalam *IOP conference series: Earth and environmental science volume 1360, 10th international seminar on tropical animal* (Artikel 012004). IOP Publishing Ltd. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/1360/1/012004>
60. Sakti, A. A., Herdian, H., Jasmadi, Permadi, S., Novianty, H., Sefrienda, A. R., Kurnianto, D., Sofyan, A., Kustantinah, Suwignyo, B., & Hanim, C. (2024). Anthelmintic activity of tropical macroalgae *Ulva* spp. against *Haemonchus contortus* in sheep. Dalam *Proceedings of the international conference on food and agricultural sciences (ICFAS) 2022*. AIP Publishing. <https://doi.org/10.1063/5.0184276>
61. Anggraeni, A. S., Jayanegara, A., Sofyan, A., Laconi, E. B., Kumalasari, N. R., Gunadarma, I. N., & Fidriyanto, R. (2023). Physicochemical and microbial properties of total mix ration silage treated with different levels of chitosan. Dalam *AIP conference proceedings vol. 2903 no. 1*. AIP Publishing. <https://doi.org/10.1063/5.0166588>

62. Pasaribu, T., **Sofyan, A.**, Sinurat, A. P., Sakti, A. A., Harahap, M. A., & Julendra, H. (2024). Evaluation of liquid smoke of cocoa bean shell against *Escherichia coli* and *Candida utilis*. Dalam *IOP conference series: Earth and environmental science 1341 (Proceedings of the 3rd international conference on animal production for food sustainability)*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1341/1/012116>
63. Darma, I., Jayanegara, A., **Sofyan, A.**, Laconi, E. B., Ridla, M., & Herdian, H. (2023). Chemical composition and in situ degradation characteristics of several tropical tree-legume leaves. Dalam *AIP conference proceedings vol. 2903 no. 1*. AIP Publishing. <https://doi.org/10.1063/5.0167318>
64. **Sofyan, A.**, Herdian, H., Sakti, A. A., Anggraeni, A. S., Amri, A. F., Kurniawan, T., Darma, I. N. G., & Febrisiantosa, A. (2023). Evaluation of in vitro ruminal fermentation kinetics of diet mixed with mineral organic additive using artificial neural network. Dalam *Proceedings of the 4th international conference of animal science and technology (ICAST2021), AIP conference proceedings volume 2628 issue 1*. <https://doi.org/10.1063/5.0143968>
65. Suryani, A. E., Anggraeni, A. S., Istiqomah, I., **Sofyan, A.**, & Sakti, A. A. (2023). Dietary supplementation of cellulase-producing probiotic on nutrients digestibility of broiler chicken. Dalam *Proceedings of the 4th international conference of animal science and technology (ICAST 2021), AIP conference proceedings volume 2628 issue 1*. <http://aip.scitation.org/doi/abs/10.1063/5.0143996>
66. Herdian, H., **Sofyan, A.**, Sakti, A. A., Darma, I. N. G., Jasmadi, Novianty, H., Sefrienda, A. R., Kurniawan, T., Hariyadi, S., Adianto, N., & Permadi, S. (2023). Rumen degradation profile of several macroalgae collected from Gunungkidul DI Yogyakarta. Dalam D. N. Adli, M. Pramujjo, & A. P. Anugra Yekti (Ed.), *Developing modern livestock production in tropical countries (95–99)*. CRC Press. <https://library.oapen.org/bitstream/handle/20.500.12657/63073/1/9781000929591.pdf#page=108>

67. Nahrowi, S., Saidah, N., Jayanegara, A., & Sofyan, A. (In press). Physicochemical properties of palm kernel cake processed by combination of screening and blowing technology. Dalam *Proceeding of international conference on food and agricultural sciences (ICFAS)*.
68. Anggraeni, A. S., Sofyan, A., Jayanegara, A., Laconi, E. B., Kumalasari, N. R., Herdian, H., & Darma, I. N. G. (2022). Impact of distinct levels of swimming crab shell powder (*Portunus pelagicus*) supplementation on in vitro rumen fermentation properties processed with phosphoric acid as a chitosan source. Dalam *IOP conference series: Earth and environmental science 977* (Artikel 012124). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/977/1/012124>
69. Nofriantika, G., Astuti, A., Agus, A., Noviandi, C. T., Paradhista, D. H. V., Sofyan, A., Quigley, S., & Poppi, D. (2022). The proportion of cassava and palm kernel cake affects in situ rumen degradation kinetics in Ongole crossbreed. Dalam *Proceedings of the 6th international seminar of animal nutrition and feed science, ISANFS 2021* (292–295). Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/abstr.k.220401.060>
70. Miralestari, M., Sudarman, A., Suharti, S., & Sofyan, A. (2021). Enhancing physical-chemical quality and palatability of King grass (*Pennisetum* hybrid) silage treated by combination of water-soluble carbohydrate and legume sources. Dalam *Proceedings of the 3rd international conference of computer, environment, agriculture, social science, health science, engineering and technology ICEST2018* (270–275). Scitepress – Science and Technology Publications, Lda. <https://doi.org/10.5220/0010041602700275>
71. Anggraeni, A. S., Suryani, A. E., Sofyan, A., Sakti, A. A., Istiqomah, L., Karimy, M. F., & Darma, I. N. (2020, March 1). Nutrient digestibility of broiler chicken fed diets supplemented with probiotics phytase-producing. Dalam *IOP conference series: Earth and environmental science, 462* (Artikel 012003). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/462/1/012003>

72. Herdian, H., **Sofyan, A.**, Sakti, A. A., Karimy, M. F., Fitriana, E. L., & Laconi, E. B. (2020). Effects of spinach tree leaves and high concentrates diets supplemented with micro-minerals on in vitro rumen fermentation profiles. Dalam *IOP conference series: Earth and environmental science*, 462 (Artikel 012004). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/462/1/012004>
73. Basa, E. L., Julendra, H., Abinawanto, A., **Sofyan, A.**, & Sophian, A. (2019). Analysis of organic acids from *Lactobacillus plantarum* with gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). Dalam *AIP conference proceedings*, 2168 (Artikel 020095). <https://doi.org/10.1063/1.5132522>
74. Grendpina, N., Fitri, D., Julendra, H., **Sofyan, A.**, & Damayanti, E. (2020). Enhancing anti-pathogenic bacteria activity of *Lactobacillus plantarum* AKK-30 cultured on the medium containing fructose-oligosaccharides. Dalam *Proceedings of the 16th ASEAN food conference* (205–209). <https://doi.org/10.5220/0009991802050209>
75. Alfaafa, J., Suryahadi, **Sofyan, A.**, Sukria, H. A., & Istiqomah, L. (2019). Effect of tannin supplementation from *Uncaria gambir* extract on rumen fermentation, microbial protein, and in vitro gas production. *IOP conference series: Earth and environmental science* 387 (Artikel 012039). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/387/1/012039>
76. Anggraeni, A. S., Herdian, H., **Sofyan, A.**, Istiqomah, L., Anwar, M., Karimy, M. F., Afany, M. R., & Ekaningrum, M. (2019). In vitro rumen fermentation characteristics of ammoniated stover of Samurai-2 sorghum fertilized with different levels of urea. *IOP conference series: Earth and environmental science* 251 (Artikel 012049). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/251/1/012049>
77. Julendra, H., **Sofyan, A.**, Abinawanto, & Yasman. (2019). Improving antibacterial activity and viability of *Lactobacillus plantarum* AKK-30 as feed additive by addition of different oligosaccharides. Dalam *IOP conference series: Earth and environmental science* 251 (Artikel 012051). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/251/1/012051>

78. Sophian, A., Julendra, H., **Sofyan, A.**, & Karimy, M. F. (2019). Adhesion activity assay of *Lactobacillus plantarum* AKK30 combined with oligosaccharides. *IOP conference series: Earth and environmental science*, 251 (Artikel 012050). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/251/1/012050>
79. Martin, R. S. H., Laconi, E. B., Jayanegara, A., **Sofyan, A.**, & Istiqomah, L. (2018). Activity and viability of probiotic candidates consisting of lactic acid bacteria and yeast isolated from native poultry gastrointestinal tract. Dalam *AIP conference proceedings 2021* (Artikel 070012). <https://doi.org/10.1063/1.5062810>
80. Anggraeni, A. S., Herdian, H., Sakti, A. A., **Sofyan, A.**, & Ekaningrum, M. (2017). Effect of urea treatment of cocoa pod on rumen fermentation characteristics in vitro. Dalam *IOP conference series: Earth and environmental science 101* (Artikel 012031). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/101/1/012031>
81. Suryani, A. E., Istiqomah, L., **Sofyan, A.**, Sakti, A. A., & Karimy, M. F. (2015). Carcass quality, blood profile, and organ histopathology of sheep fed organic additive containing probiotic and micromineral-enriched yeast. Dalam *Proceedings of the international conference of appropriate technology development* (54–59). <https://www.researchgate.net/publication/309195862>
82. Sakti, A. A., **Sofyan, A.**, & Julendra, H. (2013). Comparative analysis of nutrient composition of different sorghum varieties after ensilage processes. Dalam *International seminar proceedings of the role nutrition & feed in supporting self-sufficiency in animal products, food safety & human welfare* (404–409).
83. Damayanti, E., Hermawati, N. A., Pangastuti, A., & **Sofyan, A.** (2013). Viability of lactic acid bacteria isolated from rumen liquor on molasses mixture medium. Dalam *International seminar proceedings of the role nutrition & feed in supporting self-sufficiency in animal products, food safety & human welfare* (410–416).
84. **Sofyan, A.**, & Julendra, H. (2012). Implementation of ensilage technology for feed preservation in smallholder farmers and its effect on beneficiaries in livestock production. Dalam *Proceedings of the international seminar “Enhancing on grassroots innovation competitiveness for poverty alleviation” EGICPA* (166–171).

85. **Sofyan, A.**, & Herdian, H. (2012). Differences in drying methods of king grass (*Pennisetum* hybrid) silage samples prepared for in vitro digestibility analysis. Dalam *Proceedings of the international seminar of animal industry* (181–187).
86. Karimy, M. F., Julendra, H., Hayati, S. N., **Sofyan, A.**, Damayanti, E., & Priyowidodo, D. (2012). Effect of *Eimeria tenella* infection on erythrocytes and hemoglobin levels of broiler chickens given drinking water containing kenikir leaf extract (*Cosmos caudatus*), noni leaf extract (*Morinda citrifolia*), and earthworm meal extract (*Lumbricus rubellus*). Dalam *Proceedings of the 1st poultry international seminar WPSA in conjunction with UNAND* (326–333).
87. Hayati, S. N., Damayanti, E., Julendra, H., & **Sofyan, A.** (2011). Antibacterial activity of kenikir (*Tagetes erecta* L.) leaf extract against pathogenic bacteria and lactic acid bacteria isolated from chickens. Dalam *Proceedings of the international conference of Indonesian Society for Lactic Acid Bacteria (ISLAB)* (89–96).
88. **Sofyan, A.**, Utomo, R., Yusiati, L. M., & Widyastuti, Y. (2011). Isolation and identification of lactic acid bacteria and *Saccharomyces cerevisiae* from natural sources as feed-silage inoculants. Dalam *Proceedings of the 3rd international conference of Indonesian Society for Lactic Acid Bacteria (ISLAB)* (89–96).
89. Istiqomah, L., Febrisiantosa, A., **Sofyan, A.**, & Damayanti, E. (2010). Implementation of fermented rice bran as a flavor enhancer additive and its effect on feed utilization and beef cattle performance. Dalam *Proceedings of the international seminar ISTAP* (109–114).
90. **Sofyan, A.**, Damayanti, E., & Julendra, H. (2010). Reduction of phytic acid and aflatoxin content of rice bran through fermentation by *Rhizopus spp.* combined with deproteinated-chitin waste addition. Dalam *Proceedings of the international seminar ISTAP* (104–108).

Prosiding Nasional

91. Sakti, A. A., **Sofyan, A.**, & Herdian, H. (2014). Pengaruh suplementasi daun sumber tanin dan dedak fermentasi terhadap karakteristik fermentasi rumput gajah in vitro. Dalam *Prosiding seminar nasional sinergi pangan, pakan dan energi terbarukan (SPRINT)* (287–294). LIPI, UGM, PATPI, AINI.
92. Karimy, M. F., **Sofyan, A.**, Herdian, H., Damayanti, E., Suryani, A. E., Julendra, H., & Sakti, A. A. (2013). Histopatologi dan profil darah ayam broiler yang diberi tepung cacing tanah, probiotik dan ekstrak daun mengkudu sebagai imbuhan pakan. Dalam *Prosiding seminar nasional peternakan berkelanjutan 5* (537–544). UNPAD.
93. Suryani, A. E., Karimy, M. F., **Sofyan, A.**, Julendra, H., Damayanti, E., & Sakti, A. A. (2013). Pengaruh pemberian imbuhan pakan organik terhadap penambahan berat badan sapi peranakan simental. Dalam *Prosiding seminar nasional pengembangan ternak lokal* (273–280). UNAND.
94. Damayanti, E., Sakti, A. A., Karimy, M. F., Herdian, H., Julendra, H., **Sofyan, A.**, & Istiqomah, L. (2013). Penapisan bakteri asam laktat asal rumen sapi dan kambing sebagai probiotik dan viabilitasnya selama proses spray drying dan penyimpanan. Dalam *Prosiding seminar nasional ilmu pengetahuan teknik* (216–222).
95. Febrisiantosa, A., Julendra, H., **Sofyan, A.**, Damayanti, E., Karimy, M. F., Herdian, H., & Suryani, A. E. (2013). Performa dan kualitas karkas ayam pedaging yang diberi imbuhan pakan organik berbasis ekstrak cacing tanah. Dalam *Prosiding seminar nasional peternakan berkelanjutan 5* (258–263). UNPAD.
96. Damayanti, E., & **Sofyan, A.** (2012). Review: Efektivitas detoksifikasi mikotoksin dengan bakteri asam laktat dan yeast. Dalam *Prosiding seminar nasional mikologi* (330–336). UNSOED.
97. Febrisiantosa, A., Istiqomah, L., **Sofyan, A.**, Damayanti, E., Herdian, H., Julendra, H., & Angwar, M. (2012). Persentase karkas, kandungan lemak dan kolesterol daging ayam dengan pemberian aditif pakan mengandung bakteri asam laktat dan tepung *Ganoderma lucidum*. Dalam *Prosiding workshop nasional unggas lokal* (109–113). Puslitbang Peternakan.

98. Damayanti, E., Hayati, S. N., Julendra, H., **Sofyan, A.**, & Nurtiasih, D. (2012). Pengaruh ekstrak daun pepaya (*Carica papaya* L.) terhadap pertumbuhan bakteri probiotik dan patogen asal unggas. Dalam *Prosiding seminar nasional ilmu pengetahuan teknik* (170–176). Deputi Bidang IPT LIPI.
99. Ratriyanto, A., Indraswari, R., Dewanti, R., & **Sofyan, A.** (2012). Kecernaan nutrisi dan rasio efisiensi protein pada puyuh yang diberi pakan tinggi metionin dengan suplementasi betain. Dalam *Prosiding seminar nasional peternakan berkelanjutan 4* (146–150). UNPAD.
100. Julendra, H., Damayanti, E., Hayati, S. N., & **Sofyan, A.** (2011). Uji penghambatan aktivitas bakteri patogen dan non patogen dengan ekstrak daun mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) sebagai imbuhan pakan. Dalam *Prosiding seminar nasional prospek dan potensi sumberdaya ternak lokal dalam menunjang ketahanan pangan hewani* (500–508). UNSOED.
101. Julendra, H., **Sofyan, A.**, & Damayanti, E. (2012). Peluang pemanfaatan phyto-genic feed additives (PFA's) untuk pengembangan unggas organik. Dalam *Prosiding seminar nasional ilmu pengetahuan teknik* (177–181). Deputi Bidang IPT LIPI.
102. Ratriyanto, A., Indreswari, R., Sudiyono, & **Sofyan, A.** (2011). Potensi betain untuk mensubstitusi metionin dalam pakan ayam broiler. Dalam *Proceeding of national seminar on zootechniques for indigenous resources development* (135–138). UNDIP.
103. Istiqomah, L., Febrisiantosa, A., **Sofyan, A.**, Damayanti, E., Julendra, H., & Herdian, H. (2010). Respon pertumbuhan sapi yang diberi pakan silase komplit berbasis bahan pakan lokal di Sukoliman Gunungkidul. Dalam *Prosiding seminar nasional perspektif pengembangan agribisnis peternakan di Indonesia* (133–140). UNSOED.
104. **Sofyan, A.**, Damayanti, E., & Julendra, H. (2009). Response of lactic acid bacteria growth on the media containing earth worm meal (*Lumbricus rubellus*) as feed additive. Dalam *Proceeding of international seminar lactic acid bacteria & other important microbes* (84–87). UGM.

105. Damayanti, E., **Sofyan, A.**, & Febrisiantosa, A. (2009). Isolation of lactic acid bacteria from feed silage and antibacterial activities on *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. Dalam *Proceeding of international seminar lactic acid bacteria & other important microbes* (289–293). UGM.
106. Febrisiantosa, A., Damayanti, E., Julendra, H., & **Sofyan, A.** (2008). Fermentasi dedak dengan penambahan limbah produksi kitin kitosan menggunakan *Aspergillus niger*. Dalam *Prosiding seminar nasional pangan 2008* (MK23–29). Kerja sama PATPI, FTP UGM, Instiper, BPPTK LIPI.
107. Damayanti, E., Julendra, H., & **Sofyan, A.** (2008). Aktivitas antibakteri tepung cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) dengan metode pembuatan yang berbeda terhadap *Escherichia coli*. Dalam *Prosiding seminar nasional pangan 2008* (MK54–60). Kerja sama PATPI, FTP UGM, Instiper, BPPTK LIPI.
108. Febrisiantosa, A., **Sofyan, A.**, Julendra, H., & Damayanti, E. (2008). Pengembangan produk pakan ternak: Kajian pembuatan feed supplement untuk meningkatkan imunitas ternak. Dalam *Prosiding seminar pemaparan hasil litbang IPT IV* (D61–65). Deputi Bidang Ilmu Pengetahuan Teknik LIPI.
109. **Sofyan, A.**, Julendra, H., Febrisiantosa, A., & Damayanti, E. (2008). Kecernaan in vitro pakan sapi bentuk pasta terfermentasi (fermented liquid feed) berbahan dasar ampas bir. Dalam *Prosiding seminar nasional sistem informasi sebagai penggerak pembangunan di daerah* (128–135).
110. **Sofyan, A.**, Jayanegara, A., & Herdian, H. (2008). Analisis diferensi pencernaan pakan ternak berdasarkan persamaan estimasi degradasi zat makanan dan produksi gas total. Dalam *Prosiding seminar nasional sistem informasi sebagai penggerak pembangunan di daerah* (189–194).
111. Febrisiantosa, A., & **Sofyan, A.** (2008). Karakteristik fisik dan pencernaan in vitro silase pakan komplit untuk ternak sapi potong. Dalam *Prosiding seminar nasional sistem informasi sebagai penggerak pembangunan di daerah* (126–131).

112. Damayanti, E., Julendra, H., **Sofyan, A.**, Maryana, R., & Febrisiantosa, A. (2008). Komposisi asam amino dan daya hambat tepung cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) terhadap *Salmonella pullorum*. Dalam *Prosiding seminar nasional sistem informasi sebagai penggerak pembangunan di daerah* (47–53).
113. Febrisiantosa, A., Herdian, H., & **Sofyan, A.** (2008). Optimasi tingkat kepadatan (bulk density) untuk pengawetan silase pakan ternak. Dalam *Prosiding seminar pengembangan agroindustri persusuan nasional untuk perbaikan gizi masyarakat dan kesejahteraan peternak* (234–238).
114. **Sofyan, A.**, Damayanti, E., Julendra, H., & Febrisiantosa, A. (2008). Evaluasi kualitas fisik dan indeks asam amino dedak padi terfermentasi sebagai bahan pakan ternak. Dalam *Prosiding seminar nasional pengembangan produk berbasis sumber pangan lokal* (PT01–08). Kerja sama UMB, PATPI, dan LIPI.
115. **Sofyan, A.**, & Ramli, N. (2008). Kualitas karkas ayam broiler yang mengkonsumsi aditif pakan tercemar logam berat. Dalam *Prosiding seminar nasional pengembangan produk berbasis sumber pangan lokal* (PT09–16). Kerja sama UMB, PATPI, dan LIPI.
116. **Sofyan, A.**, Julendra, H., Herdian, H., Febrisiantosa, A., & Damayanti, E. (2007). Implementasi program pengelolaan pakan berbasis fermentasi dalam mendukung penyediaan pakan berkelanjutan. Dalam *Prosiding seminar pemberdayaan masyarakat melalui pemanfaatan bahan baku lokal* (131–136). Kerja sama BPPTK LIPI dan Bappeda Gunungkidul.
117. Herdian, H., & **Sofyan, A.** (2007). Aplikasi teknologi near infrared spectroscopy (NIRS) untuk penentuan kadar air dan protein kasar jagung sebagai bahan pakan di Kabupaten Gunungkidul, DIY. Dalam *Prosiding seminar pemberdayaan masyarakat melalui pemanfaatan bahan baku lokal* (117–122). Kerja sama BPPTK LIPI dan Bappeda Gunungkidul.
118. Damayanti, E., Julendra, H., Febrisiantosa, A., & **Sofyan, A.** (2007). Evaluasi kandungan asam amino bahan pakan campuran onggok dan limbah pembuatan kitin dengan fermentasi *Aspergillus niger*. Dalam *Prosiding seminar nasional inovasi teknologi dan kelembagaan pertanian dalam upaya peningkatan pemberdayaan masyarakat* (353–356). Kerja sama BPTP dan Instiper.

119. **Sofyan, A.**, Herdian, H., Febrisiantosa, A., & Julendra, H. (2007). Palatabilitas silase pakan komplit dengan berbagai penambahan semi aerobic inoculant. Dalam *Prosiding seminar nasional Asosiasi Ahli Nutrisi dan Pakan Indonesia VI* (416–421). UGM.
120. Herdian, H., Febrisiantosa, A., & **Sofyan, A.** (2007). Kecernaan in vitro pakan konsentrat sapi potong dengan taraf penambahan kitosan. Dalam *Prosiding seminar nasional Asosiasi Ahli Nutrisi dan Pakan Indonesia VI* (403–407). UGM.
121. Ramli, N., **Sofyan, A.**, Rahmania, E. I., & Ihsan, F. N. (2007). Performa ayam broiler yang diberi ransum berteknologi fermentasi anaerob. Dalam *Prosiding seminar nasional Asosiasi Ahli Nutrisi dan Pakan Indonesia VI* (165–169). UGM.
122. Julendra, H., & **Sofyan, A.** (2007). Respon ayam broiler yang diberi tepung cacing tanah terhadap infeksi *Salmonella pullorum*. Dalam *Prosiding seminar nasional peternakan dan pemberdayaan masyarakat pedesaan* (139–143). UGM.
123. Febrisiantosa, A., Damayanti, E., **Sofyan, A.**, & Julendra, H. (2007). Pengaruh fermentasi pada campuran ampas sagu dan limbah demineralisasi kitin sebagai bahan pakan ternak. Dalam *Prosiding seminar nasional fundamental dan aplikasi teknik kimia (SFATK)* (FB111–115). ITS.
124. **Sofyan, A.**, Julendra, H., Damayanti, E., & Febrisiantosa, A. (2007). Pemanfaatan limbah kitin-kitosan untuk meningkatkan kualitas dedak padi dengan fermentasi *Rhizopus* sp. Dalam *Prosiding seminar nasional fundamental dan aplikasi teknik kimia (SFATK)* (FB91–94). ITS.
125. **Sofyan, A.**, Jayanegara, A., & Febrisiantosa, A. (2006). Penggunaan asam organik dalam memperbaiki performan dan kualitas produk unggas: Tinjauan manfaat dan kendala penggunaannya. Dalam *Prosiding seminar nasional kimia dan pendidikan kimia* (220–226). UNNES.

Patent

126. Sakti, A. A., Herdian, H., **Sofyan, A.**, Kustantinah, Suwignyo, B., Hanim, C., Panjono, Pasaribu, T., Kusnadi, H., Altandjung, R. I., Fidriyanto, R., & Handayani, U. F. (2023). *Serbuk aditif pakan antiparasit mengandung ekstrak etanol Chaetomorpha spp. untuk ternak ruminansia dan proses pembuatannya* (Nomor Pendaftaran Paten P00202306922). <https://intipdaqu.brin.go.id/paten/detail/2673>
127. Gunawan, **Sofyan, A.**, Winarti, E., Herdian, H., Kusnadi, H., Sakti, A. A., Julendra, H., Harahap, M. A., Wulandari, W., Widyayanti, S., Sutardi, Baskorowati, L., & Andarwati, S. (2023). *Komposisi suplemen mineral blok kulit kacang tanah untuk sapi potong dan produk yang dihasilkannya* (Nomor Pendaftaran Paten P00202304396). <https://intipdaqu.brin.go.id/paten/detail/2586>
128. Sakti, A. A., Herdian, H., **Sofyan, A.**, Suwignyo, A., Nurcahyo, R. W., Gunawan, Julendra, H., Prasetyo, A., & Sholikin, M. M. (2023). *Sirup Ulva spp. sebagai bioanthelmintika ternak domba dan prosedur produksinya* (Nomor Pendaftaran Paten P00202303532). <https://intipdaqu.brin.go.id/paten/detail/2631>
129. Anwar, M., Damayanti, E., **Sofyan, A.**, Frediansyah, A. & Romadhoni, F. (2021). *Metode untuk memproduksi kitosan dengan media tumbuh jamur* (Nomor Paten IDP000074797). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual. <https://pdki-indonesia.dgip.go.id/detail/1b0bd3857243981133a5cc8cd994a18d04b03a2d-f7a4c4073e13b4315380b03b?nomor=P00201810174&type=patent&keyword=IDP000074797>
130. Sakti, A. A., **Sofyan, A.**, Anggraeni, A. S., Herdian, H., Febrisiantosa, A., Suryani, A. E., Kurniawan, T., Sugianto, A. W., & Darma, I. N. G. (2022). *Suplemen pakan ternak ruminansia dan proses pembuatannya* (Nomor Pendaftaran Paten P00202207508). <https://intipdaqu.brin.go.id/paten/detail/2478>

131. Suryani, A. E., Karimy, M. F., Anggraeni, A. S., Istiqomah, L., **Sofyan, A.**, Febrisiantosa, A., Sakti, A. A., Herdian, H., & Setiyawan, A. I. (2023). *Purifikasi parsial fitase untuk meningkatkan absorpsi mineral pada unggas dan proses pembuatannya* (Nomor Paten IDP000090769). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual. <https://pdki-indonesia.dgip.go.id/detail/5f8d8538b0e0905a47b9bf083093014345c4e49805187c-038508c913927cfbd4?nomor=P00202005945&type=patent&keyword=IDP000090769>
132. Gunawan, Winarti, E., Soeharsono, Widyayanti, S., Sakti, A. A., Kurniawan, T., **Sofyan, A.**, & Herdian, H. (2021). *Pakan konsentrat pelet berbasis daun Gliricidia sepium untuk sapi penggemukan dan proses pembuatannya* (Nomor Pendaftaran Paten P00202103863).
133. Julendra, H., Karimy, M. F., Sofyan, A., Istiqomah, L., Abinawanto, Yasman, Herdian, H., Febrisiantosa, A., Damayanti, E., & Windarsih, A. (2023). *Sinbiotik bakteri asam laktat dan oligosakarida sebagai aditif untuk unggas* (Nomor Paten IDP000085406). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual. <https://pdki-indonesia.dgip.go.id/detail/6ccc19541131932cc0561166e-f1891ae4423cdd1c7bfcc59f9d1d38c7b63498a?nomor=P00201910962&type=patent&keyword=IDP000085406>
134. **Sofyan, A.**, Karimy, M. F., Herdian, H., Febrisiantosa, A., Sakti, A. A., Anggraeni, A. S., Anwar, M., Julendra, H., Istiqomah, L., Setiyawan, A. I., Suryani, A. E., Miralestari, M., Sudarman, A., & Suharti, S. (2023). *Silase hijauan rumput dan legum untuk ternak ruminansia* (Nomor Paten IDP000086076). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual. <https://pdki-indonesia.dgip.go.id/detail/414ace914ca2578f67058ecc520d2b01fbfd485e623360203c20cf83e34f73d7?nomor=P00201908517&type=patent&keyword=IDP000086076>
135. Istiqomah, L., Julendra, H., Suryani, A. E., Sakti, A. A., Karimy, M. F., **Sofyan, A.**, Herdian, H., Anggraeni, A. S., Anwar, M., & Damayanti, E. (2018). *Probiotik untuk menurunkan kadar kolesterol unggas* (Nomor Pendaftaran Paten S00201810160). <https://intipdaqu.brin.go.id/paten/detail/877>

136. **Sofyan, A.**, Sakti, A. A., Herdian, H., Julendra, H., Istiqomah, L., Karimy, M. F., Damayanti, E., Suryani, A. E., & Hayati, S. N. (2013). *Suplemen pakan untuk ruminansia yang mengandung kompleks probiotik-biomineral dan proses pembuatannya* (Nomor Pendaftaran Paten P0020130017). <https://intipdaqu.brin.go.id/paten/detail/322>
137. Istiqomah, L., Hayati, S. N., Damayanti, E., Julendra, H., Karimy, M. F., Sakti, A. A., **Sofyan, A.**, Herdian, H., & Suryani, A. E. (2019). *Aditif organik pemacu pertumbuhan dan imunitas ternak unggas serta proses pembuatannya* (Nomor Paten IDP000059238). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual. <https://pdki-indonesia.dgip.go.id/detail/04a3896a38cedbd23afa885579e2a28113e8e2022349f3455961b4a51d058bbe?nomor=P00201200952&type=patent&keyword=IDP000059238>
138. **Sofyan, A.**, Widyastuti, Y., Utomo, R., & Yusiati, L. M. (2018). *Sediaan inokulum silase* (Nomor Paten IDP000049529). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual. <https://pdki-indonesia.dgip.go.id/detail/d5b39fb821699a3c2c398e594a358de053c1d23ada3f675f5d3d37f1292b94f8?nomor=P00201100783&type=patent&keyword=IDP000049529>
139. Herdian, H., Julendra, H., Damayanti, E., Hayati, S. N., **Sofyan, A.**, Febrisiantosa, A., & Istiqomah, L. (2019). *Ekstrak tepung cacing tanah larut air terenkapsulasi sebagai agensia antimikroba patogen dan metode pembuatannya* (Nomor Paten IDP000059841). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual. <https://pdki-indonesia.dgip.go.id/detail/bc6342eb52d6d5c57c5ce558b66c0d749cf6930d1dc8ca9c428092925823b6f5?nomor=P00201100297&type=patent&keyword=IDP000059841>
140. Hayati, S. N., Julendra, H., Herdian, H., Damayanti, E., **Sofyan, A.**, Istiqomah, L., Karimy, M. F., & Sakti, A. A. (2011). *Sediaan antibakteri alami sebagai imbuhan pakan unggas dan proses pembuatannya* (Nomor Pendaftaran Paten P00201100624). <https://pdki-indonesia.dgip.go.id/detail/P00201100624?type=patent&keyword=Sediaan+Antibakteri+Alami+Sebagai+Imbuhan+Pakan>

141. Julendra, H., Damayanti, E., Hayati, S. N., **Sofyan, A.**, & Karimy, M. F. (2017). *Sediaan antikoksidia berbahan dasar herbal untuk unggas dan proses pembuatannya* (Nomor Paten IDP000044333). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual. <https://pdki-indonesia.dgip.go.id/detail/607d28f1e276fd28567074cd5d5be537687a3a-fa8edaca852d94e5de5ed69cd9?nomor=P00201100621&type=patent&keyword=IDP000044333>
142. Julendra, H., **Sofyan, A.**, Herdian, H., Hayati, S. N., Damayanti, E., Istiqomah, L., Sakti, A. A., & Karimy, M. F. (2018). *Formula pakan tambahan organik meningkatkan performa ternak* (Nomor Paten IDP000049256). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual. <https://pdki-indonesia.dgip.go.id/detail/b3b3fc0ce4852fd5e-937b3ab287dbca2a735f8cbf1dca06ac9fa3694f564d912?nomor=P00201100784&type=patent&keyword=IDP000049256>
143. Herdian, H., Angwar, M., Damayanti, E., **Sofyan, A.**, Julendra, H., Febrisiantosa, A., & Istiqomah, L. (2010, June 10). *Simbiotik untuk meningkatkan performa produksi ternak unggas dan proses pembuatannya* (Nomor Paten IDP000040926). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual <https://pdki-indonesia.dgip.go.id/detail/8ca3bcae4926ef2af2be162e588c7b4493223c13ec77a245a81273aff3747782?nomor=P00201000374&type=patent&keyword=IDP000040926>
144. Damayanti, E., Julendra, H., **Sofyan, A.**, Febrisiantosa, A., Herdian, H., Angwar, M. & Istiqomah, L. (2015). *Suplemen pakan unggas berbasis tepung cacing tanah sebagai antipulorum dan proses pembuatannya* (Nomor Paten IDP000039970). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual. <https://pdki-indonesia.dgip.go.id/detail/aa446edf9125e010c93cb4e166fed0f9212ccedd87c7a58b-cf81baafbee05d58?nomor=P00200900534&type=patent&keyword=IDP000039970>
145. Febrisiantosa, A., **Sofyan, A.**, Damayanti, E., Julendra, H., & Herdian, H. (2009). *Imbuan pakan peningkat cita rasa* (Nomor Pendaftaran Paten P00200900285). <http://bic.web.id/general/view/Penyedap+Rasa+Pakan+Ternak>

146. **Sofyan, A.**, Damayanti, E., Julendra, H., Febrisiantosa, A., & Herdian, H. (2008). *Silase pakan komplit untuk ternak ruminansia* (Nomor Pendaftaran Paten P00200800781). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual. <https://pdki-indonesia.dgip.go.id/detail/34c09bbbf7ae96e48c602edaac42d829684bbd911b0512b39cef82cbc87d87a6?nomor=P00200800781&type=patent&keyword=P00200800781>
147. Julendra, H., Damayanti, E., Febrisiantosa, A., & **Sofyan, A.** (2016). *Formulasi pakan monogastrik dan proses pembuatannya* (Nomor Paten IDP000040139). Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual. <https://pdki-indonesia.dgip.go.id/detail/a6539c0a16c3452754aa78e28fb928e932786e50f96bdb5af03d67eab3083078?nomor=P00200600638&type=patent&keyword=IDP000040139>

Buku ini tidak diperjualbelikan.

DAFTAR PUBLIKASI LAINNYA

1. **Sofyan, A.** (2018, Agustus). Analisis metagenomics, teknik evaluasi nutrisi masa kini. *Majalah Peternakan & Kesehatan Hewan Infovet*, 289, 76–77.
2. **Sofyan, A., & Febrisiantosa A.** (2015, Februari). Khasiat antihipertensi dari susu fermentasi. *Majalah Peternakan & Kesehatan Hewan Infovet*, 247, 50–51.
3. **Sofyan, A.** (2015, Maret). Paradoks kemandirian pangan hewani. *Majalah Troboslivestock*, 186(XVI), 104.
4. **Sofyan, A., & Salim, Z.** (2013, 25 Maret). Memperkuat daya saing. *Republika*, 4.
5. **Sofyan, A., & Salim, Z.** (2012, 29 Maret). Kemandirian energi dan kesejahteraan rakyat. *Harian Umum Jurnal Nasional Jurnas*, 10.
6. **Sofyan, A.** (2011, Juli). Peptidobiotik, antibiotik generasi baru tanpa residu. *Majalah Poultry Indonesia*.
7. **Sofyan, A.** (2010, Oktober). Peuyeum jerami komplit, pakan refill yang ramah lingkungan. *Majalah Peternakan & Kesehatan Hewan Infovet*, 195, 64–65.
8. **Sofyan, A., & Sudarman, A.** (2009, Agustus). Beluntas, tanaman lokal pemacu kekebalan unggas. *Majalah Peternakan dan & Kesehatan Hewan Infovet*, 182, 50–51.
9. **Sofyan, A., & Angwar M.** (2009, Juni). Chito-oligosaccharida (COS), trik bebas residu antibiotik. *Majalah Agribisnis Peternakan & Perikanan Trobos*, 117.
10. **Sofyan, A., & Jayanegara A.** (2008, Desember). Gas test: Lebih cepat ukur pencernaan pakan ruminan. *Majalah Agribisnis Peternakan & Perikanan Trobos*, 111, 62–63.

11. **Sofyan, A., & Vanadianingrum, E. S.** (2008, November). Solusi gizi buruk dan kemiskinan energi. *Majalah Infovet*, 172, 62–63.
12. Lesmana, T., & **Sofyan, A.** (2008, 19 Mei). Bangkit di tengah krisis pangan dan energi. *Republika*, 4.
13. **Sofyan, A., & Ramli, N.** (2008, Maret). Kombucha: feed additive alami anti-kolesterol. *Majalah Poultry Indonesia*.
14. Lesmana, T., & **Sofyan, A.** (2008, 30 Oktober). Kaum muda dan kemandirian pangan. *Media Indonesia*, 9.
15. **Sofyan, A., & Febrisiantosa A.** (2008, Juli). Cukup pangan, cukup energi, bisa? *Majalah Agribisnis Peternakan & Perikanan Trobos*, 106, 38–39.
16. **Sofyan, A., & Febrisiantosa, A.** (2007, 5 Desember). Tingkatkan kualitas pakan ternak dengan silase komplit. *Majalah Inovasi*.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. Data Pribadi

Nama Lengkap	: Ahmad Sofyan, Ph.D.
Tempat, Tanggal Lahir	: Pati, 5 Oktober 1979
Anak ke-	: 2 dari 2 bersaudara
Jenis Kelamin	: Pria
Nama Ayah Kandung	: Nur Salam bin Patmoban
Nama Ibu Kandung	: Zaenab binti Salim Subakir
Nama Istri	: Evrin Safrilya Vanadianingrum, S.Pt.
Nama Anak	: Shidqina Firdausy ‘Ilma Sofriananda Hilman Azzamy Hafizuddin Sofriananda
Nama Instansi	: Pusat Riset Peternakan, Organisasi Riset Pertanian dan Pangan, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)
Judul Orasi	: Imbuhan Pakan Ternak Berbasis Mikroba dan Tanaman dalam Mendukung Pembangunan Peternakan Berkelanjutan di Indonesia
Ilmu	: Peternakan
Bidang	: Nutrisi dan Teknologi Pakan
Bidang Kepekaran	: Imbuhan Pakan Ternak
No. SK Pangkat Terakhir	: Keppres No. 23/K Tahun 2023, tanggal 29 September 2023
No. SK Peneliti Ahli Utama	: Keppres No. 3/M Tahun 2022, tanggal 19 Januari 2022

B. Pendidikan Formal

No.	Jenjang	Nama Sekolah/PT/Universitas	Tempat/Kota/Negara	Tahun Lulus
1.	TK	TK Pertiwi Kadilangu	Trangkil, Pati, Jawa Tengah	1987
2.	SD	SD N Kadilangu	Trangkil, Pati, Jawa Tengah	1993
3.	MI	Madrasah Ibtidaiyah Mansyaul 'Ulum	Trangkil, Pati, Jawa Tengah	1994
4.	SMP	SMP N 1 Margoyoso	Pati, Jawa Tengah	1996
5.	SMA	SMU N 1 Pati	Pati, Jawa Tengah	1999
6.	S-1	IPB University	Bogor, Jawa Barat	2003
7.	S-2	Universitas Gadjah Mada	Yogyakarta	2011
8.	S-3	University of Tsukuba	Tsukuba, Japan	2017

C. Pendidikan Nonformal

No.	Nama Pelatihan/Pendidikan	Tempat/Kota/Negara	Tahun Lulus
1.	Diklat Fungsional Peneliti Tingkat Pertama LIPI Angkatan XLIV	Pusbindiklat LIPI	2007
2.	Training on Advance Techniques in Feed Evaluation for Herbivores'	MLURI Aberdeen UK dan UGM	2008
3.	Pelatihan Isolasi dan Identifikasi Molekuler Mikroba Rumen	NILGS Tsukuba, Ibaraki, Jepang	2010
4.	Pendidikan dan Pelatihan Kepemimpinan (Diklatpim) IV	Hotel Purnama, Ciawi, Bogor	2012
5.	Diklat Fungsional Peneliti Tingkat Lanjutan LIPI Angkatan VII	Pusbindiklat LIPI	2018
6.	Training on Molecular Technique and Rumen Microbiome Analysis	NILGS Tsukuba, Ibaraki, Jepang	2019
7.	Executive Course on Intellectual Property and Genetic Resources in The Life Science	Online/WIPO	2022

D. Jabatan Struktural

No.	Jabatan / Pekerjaan	Nama Instansi	Tahun
1	Kepala Seksi Rancang Bangun (Eselon IV/a)	BPPTK LIPI	2011–2013

E. Riwayat Kepangkatan

No.	Pangkat / Golongan	Nama Instansi	Tahun
1.	Penata Muda – III/a	LIPI	2006
2.	Penata Muda Tk. I – III/b	LIPI	2009
3.	Penata – III/c	LIPI	2012
4.	Penata Tk.I – III/d	LIPI	2014
5.	Pembina – IV/a	LIPI	2019
6.	Pembina Tk.I – IV/b	BRIN	2021
7.	Pembina Utama Muda - IV/c	BRIN	2023

F. Jabatan Fungsional

No.	Jenjang Jabatan	TMT Jabatan
1.	Kandidat Peneliti /CPNS – III/a	01 April 2006
2.	Peneliti Ahli Pertama – III/b	01 Juni 2008
3.	Peneliti Ahli Muda – III/c	01 Januari 2010
4.	Peneliti Ahli Madya – IV/a	01 Mei 2012
5.	Peneliti Ahli Madya – IV/c	01 Juni 2019
6.	Peneliti Ahli Utama – IV/d	01 Maret 2021
7.	Peneliti Ahli Utama – IV/e	09 Mei 2023

G. Penugasan Khusus Nasional/Internasional

No.	Jabatan Pekerjaan	Pemberi Tugas	Tahun
1.	Tim Penilai Peneliti Unit Kerja (TP2U)	Kepala BPTBA LIPI	2017–2019
2.	Tim Perencana Monitoring dan Evaluasi	Kepala BPTBA LIPI	2017–2020
3.	Auditor Internal ISO/ KNAPPP	Kepala BPTBA LIPI	2017–2018
4.	Koordinator Kelompok Penelitian Teknologi Bioaditif Pakan	Deputi Bidang Jasa Ilmiah	2018–2020
5.	Dosen Luar Biasa	Dekan Fakultas Pernakan UGM	2018–2023
6.	Anggota Tim Reformasi Birokrasi LIPI	Kepala LIPI	2020–2021
7.	Koordinator Program Bidang Jasa Ilmiah	Kepala LIPI	2020–2021
8.	Ketua Kelompok Riset Teknologi Pakan Aditif dan Suplemen	Kepala OR Pertanian dan Pangan	2022–sekarang
9.	Tim Asesor Jabatan Fungsional Peneliti	Deputi SDMI BRIN	17 Maret 2023– sekarang
10.	Anggota Majelis Asesor Peneliti Pusat (MAPP)	Kepala BRIN	2 Januari 2024– sekarang

H. Keikutsertaan dalam Kegiatan Ilmiah

No.	Nama Kegiatan	Peran/Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
1.	International Conference of Indonesian Society for Lactic Acid Bacteria	Pemakalah	Fakultas Teknologi Pertanian UGM (Yogyakarta, Indonesia)	2011
2.	International Seminar of Animal Industry	Pemakalah	Fakultas Peternakan IPB University (Bogor, Indonesia)	2012
3.	The 10th Joint Rumens Symposium	Pemakalah	Seoul National University (Seoul, Korea Selatan)	2015
4.	The 17th Asia Australasian Association of Animal Production Congress	Pemakalah	Kyushu Sangyo University, (Fukuoka, Jepang)	2016
5.	The 2nd International Conference on Natural Product and Bioresource Sciences	Pembicara	LIPI (BSD City, Tangerang, Indonesia)	2018
6.	Workshop on Silage Production in The Tropics	Pembicara	IAEA dan MARDI (Selangor, Malaysia)	2019
7.	The 2nd International Conference on Tropical Animal Science and Production	Pemakalah	Suranaree University of Technology (Nachon Rakatsima, Thailand)	2019

I. Keterlibatan dalam Pengelolaan Jurnal Ilmiah

No.	Nama Jurnal	Penerbit	Peran/Tugas	Tahun
1.	Tropical Animal Science Journal (Scopus Q2)	Fakultas Peternakan IPB	<i>Peer reviewer</i>	2015–sekarang
2.	Jurnal Veteriner (Sinta 2)	FKH Universitas Udayana	<i>Peer reviewer</i>	2017–sekarang
3.	Annales Bogoriense (Sinta 2)	Pulsit Bioteknologi LIPI	<i>Peer reviewer</i>	2017–sekarang
4.	Buletin Peternakan (Sinta 2)	Fakultas Peternakan UGM	<i>Peer reviewer</i>	2017–sekarang
5.	Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan (Sinta 3)	Dept INTP Fakultas Peternakan IPB	<i>Dewan editor/ Reviewer</i>	2019–sekarang
6.	Agri Ekstensia (Sinta 3)	Politeknik Pembangunan Pertanian	<i>Dewan editor/ Reviewer</i>	2019–sekarang
7.	Livestock Animal Research Journal (Sinta 2)	Program Studi Ilmu Peternakan UNS	<i>Peer reviewer</i>	2020–sekarang
8.	Advance in Animal and Veterinary Science (Scopus Q3)	Nexus Publishing Company	<i>Peer reviewer</i>	2021–2022
9.	Journal of Indonesian Tropical Animal Agriculture (Scopus Q3)	Fakultas Peternakan dan Pertanian UNDIP	<i>Peer reviewer</i>	2021–sekarang
10.	Animal Nutrition (Scopus Q1)	Elsevier	<i>Peer reviewer</i>	2021–sekarang
11.	Animal Science Journal (Scopus Q1)	Wiley	<i>Peer reviewer</i>	2022–sekarang

No.	Nama Jurnal	Penerbit	Peran/Tugas	Tahun
12.	Chemical and Biological Technologies in Agriculture (Scopus Q1)	Springer Nature	<i>Peer reviewer</i>	2023–sekarang
13.	Veterinary Medicine and Science (Q2)	Wiley	<i>Peer reviewer</i>	2024–sekarang
14.	Journal of Advanced Veterinary and Animal Research (Q2)	Bangladesh Network for the Veterinarians of Bangladesh	<i>Peer reviewer</i>	2024–sekarang
15.	Animal Bioscience (Scopus Q1)	AAAP	<i>Editorial board member</i>	Januari 2024–Desember 2026

J. Karya Tulis Ilmiah

No.	Kualifikasi Penulis	Jumlah
1.	Penulis tunggal	0
2.	Bersama penulis lainnya	125
	Jumlah	125

No.	Kualifikasi Bahasa	Jumlah
1.	Bahasa Indonesia	58
2.	Bahasa Inggris	67
3.	Bahasa lainnya	0
	Jumlah	125

No.	Kekayaan Intelektual	Jumlah
1.	Paten terdaftar	12
2.	Paten granted	10
3.	Lisensi	5
	Jumlah	27

K. Pembinaan Kader Ilmiah

Pejabat Fungsional Peneliti

No.	Nama	Instansi	Peran/Tugas	Tahun
1.	Anjar Windarsih, M.Pharm.Sci	BPTBA LIPI	Pembimbingan Peneliti Ahli Pertama	2018
2.	Ahmad Iskandar Setyawan, M.Sc.	BPTBA LIPI	Pembimbingan Peneliti Ahli Pertama	2018
3.	Awistaros A. Sakti, M.Sc.	BPTBA LIPI	Pembimbingan Peneliti Ahli Muda	2019
4.	drh. M. Faiz Karimy, M.Biotech.	BPTBA LIPI	Pembimbingan Peneliti Ahli Muda	2019
5.	Hendra Herdian, M.Sc.	BPTBA LIPI	Pembimbingan Peneliti Ahli Madya	2020
6.	Ema Damayanti, M.Biotech.	BPTBA LIPI	Pembimbingan Peneliti Ahli Madya	2020
7.	drh. Ade Erma Suryani, M.Sc.	BPTBA LIPI	Pembimbingan Peneliti Ahli Muda	2020
8.	Pradita Iustitia Sitaresmi	PR Peternakan BRIN	Pembimbingan Peneliti Ahli Muda	2022
9.	Wulandari	PR Peternakan BRIN	Pembimbingan Peneliti Ahli Muda	2022

Mahasiswa

No.	Nama	PT/Universitas	Peran/Tugas	Tahun
1.	Gumilang Khairulli	IPB University	Pembimbing anggota S-1	2012– 2013
2.	Anne Nindy Aswari	Universitas Sebelas Maret	Pembimbing anggota S-1	2012– 2013
3.	Rima Shidqiya Hidayati Martin, S.Pt.	IPB University	Pembimbing anggota tesis S-2	2017– 2018
4.	Mugi Miralestari, S.Pt.	IPB University	Pembimbing anggota tesis S-2	2017– 2019
5.	Novi Hardiyanti	IPB University	Pembimbing anggota S-1	2018– 2019
6.	Jannaatin Alfaafa, S.Pt.	IPB University	Pembimbing anggota tesis S-2	2018– 2019
7.	Elisabeth Lovian Uli Basa Sunny, S.Si.	Universitas Indonesia	Pembimbing anggota tesis S-2	2017– 2019
8.	Zulkarnaen, S.Pt.	IPB University	Pembimbing anggota tesis S-2	2019– 2021
9.	A. Syarifuddin Wahid, S.Pt.	Universitas Hasanuddin	Pembimbing anggota tesis S-2	2019– 2021
10.	Hardi Julendra, M.Sc.	Universitas Indonesia	Kopromotor bimbingan disertasi S-3	2018– 2020
11.	Asih Kurniawati, S.Pt. M.Sc.	Universitas Gadjah Mada	Penguji S-3	2018

No.	Nama	PT/Universitas	Peran/Tugas	Tahun
12.	Randi Mulianda, S.Pt. MP.	IPB University	Pembimbing anggota disertasi S-3	2019–2021
13.	Sadarman, S.Pt. M.Sc.	IPB University	Penguji S-3	2020
14.	Ayu Septi Anggraeni, S.Pt. M.Si.	IPB University	Pembimbing anggota disertasi S-3	2020–2023
15.	I Nyoman Guna Darma, M.Sc.	IPB University	Pembimbing anggota disertasi S-3	2021–sekarang
16.	Awistaros Angger Sakti, S.Pt. M.Sc.	UGM	Pembimbing anggota disertasi S-3	2022–sekarang
17.	Dimar Sari Wahyuni, S.Pt., M.Si.	IPB University	Penguji S-3	2023
18.	Susana I.W. Rakhmani	IPB University	Pembimbing anggota tesis S-2	2023–sekarang
19.	Alya Rahmaisyanti, S.Pt.	Universitas Padjadjaran	Pembimbing anggota tesis S-2	2023–2024

L. Organisasi Profesi Ilmiah

No.	Jabatan	Nama Organisasi	Tahun
1.	Anggota	Ikatan Sarjana Peternakan Indonesia (ISPI)	2006–sekarang
2.	Anggota	Himpunan Kimia Indonesia (HKI)	2007–2008
3.	Anggota	Indonesian Society for Lactic Acid Bacteria (ISLAB)	2008–2013

No.	Jabatan	Nama Organisasi	Tahun
4.	Anggota	<i>World's Poultry Science Association (WPSA)</i>	2008–2013
5.	Anggota	Himpunan Peneliti Indonesia (Himpenindo)/Perhimpunan Periset Indonesia (PPI)	2008–sekarang
6.	Associate Research Fellow	<i>Animal Feed and Nutrition Modelling Research Group (AFENUE)</i> , IPB University	2019–sekarang
7.	Ketua II	Asosiasi Ahli Nutrisi dan Pakan Indonesia (AINI) Wilayah DIY	2021–sekarang
8.	Ketua Bidang Pengembangan dan Sertifikasi Profesi	Pengurus Pusat Asosiasi Ahli Nutrisi dan Pakan Indonesia (AINI)	2021–sekarang
9.	Anggota	Masyarakat Biodiversitas dan Bioinformatika Indonesia (MABBI)	2022–sekarang

M. Tanda Penghargaan

No.	Nama Penghargaan	Pemberi Penghargaan	Tahun
1.	Penerima Penghargaan Pemuda Berprestasi	Menteri Pemuda dan Olahraga RI	2009
2.	103 Inovasi Indonesia (Imunno-Chick Suplemen Pakan Unggas anti pullorum)	Bussiness Innovation Center (BIC)	2011
3.	104 Inovasi Indonesia (Herbalomix-Suplemen Pakan Unggas antikoksidia)	Bussiness Innovation Center (BIC)	2012
4.	Peneliti Terbaik Kedeputusan Bidang Ilmu Pengetahuan Teknik (IPT) LIPI	Deputi IPT LIPI	2012

No.	Nama Penghargaan	Pemberi Penghargaan	Tahun
5.	Juara III, Lomba Penulisan IPTEK, Hakteknas XVII tahun 2012	MAPIPTEK dan Kemenristek	2012
6.	106 Inovasi Indonesia (Imbuhan Pakan Peningkat Citarasa)	Bussiness Innovation Center (BIC)	2014
7.	107 Inovasi Indonesia (Kompleks Suplemen Pakan Probiotik dan Mineral Organik)	Bussiness Innovation Center (BIC)	2015
8.	Alltech Young Animal Scientist (Chapter Japan)	CEO Alltech Biotechnology Co. Ltd. USA	2015
9.	Penerima Inventor Award: Suplemen pakan unggas berbasis tepung cacing tanah sebagai antipullorum dan proses pembuatannya	Kepala LIPI	2017
10.	Satyalancana Karya Sapta X Tahun (Keppres No. 65/TK/2017)	Presiden RI	2017
11.	112 Inovasi Indonesia (Biorechol – Probiotik Lokal Penurun Kolesterol Daging Unggas)	Bussiness Innovation Center (BIC)	2020
12.	SDM IPTEK Berprestasi	Kepala LIPI	2020
13.	Periset Terbaik Pusat Riset Peternakan BRIN	Kepala OR Pertanian dan Pangan BRIN	2023

Sektor peternakan memiliki kontribusi besar dalam pemenuhan kecukupan pangan dan gizi nasional, tetapi sebagian masih bergantung pada impor, khususnya komoditas daging dan susu. Diperlukan upaya untuk meningkatkan produksi daging sapi dan susu melalui peningkatan populasi dan produktivitasnya, salah satunya optimalisasi penggunaan pakan dengan imbuhan pakan (*feed additive*). Penggunaan imbuhan jenis *antibiotic growth promoters* (AGPs) telah dilarang di Indonesia sejak Januari 2018 karena adanya potensi resistensi mikroba patogen pada manusia. Sebagai alternatif, penggunaan imbuhan pakan alami non-AGPs dapat mengoptimalkan proses digesti pakan, produktivitas, dan kualitas hasil ternak serta mendukung kelestarian lingkungan.

Pengembangan riset imbuhan pakan berbasis mikroba dan bioaktif tanaman berpengaruh positif pada pencernaan bahan pakan dan produktivitas ternak, memiliki efek fungsional dalam meningkatkan kualitas produk daging, telur, dan susu, serta berimplikasi pada peningkatan nilai ekonomi budi daya ternak. Tahapan awal inovasi ialah melalui isolasi dan identifikasi. Pemanfaatan isolat mikroba dari ternak inangnya atau dari ekosistem spesifik ditujukan agar kandidat mikroba memiliki kemampuan adaptasi dan sifat fungsional yang mendukung kinerja ternak. Inovasi imbuhan pakan berbasis tanaman dikembangkan dengan memformulasikan bioaktif tanaman, seperti daun mengkudu dan kenikir yang memiliki aktivitas antimikroba, antiparasit, dan antimetagen. Aplikasi imbuhan pakan mikroba *Pediococcus acidilactici* yang dikombinasikan dengan mineral organik mampu meningkatkan performa dan kualitas daging ternak ruminansia. Imbuhan pakan berbasis tanaman dari ekstrak daun mengkudu dan kenikir juga dapat menurunkan prevalensi penyakit koksidirosis pada unggas. Imbuhan pakan alami ini mendukung upaya peningkatan produktivitas ternak tropis melalui pemanfaatan potensi biodiversitas Nusantara guna tercukupinya pangan hewani yang begizi dalam menyongsong Indonesia sebagai Lumbung Pangan Dunia 2045.

BRIN Publishing
The Legacy of Knowledge

Diterbitkan oleh:
Penerbit BRIN, anggota Ikapi
Gedung BJ, Habibie Lt. 8,
Jln. M.H. Thamrin No. 8,
Kota Jakarta Pusat 10340
E-mail: penerbit@brin.go.id
Website: penerbit.brin.go.id

DOI: 10.55981/brin.1316



ISBN 978-623-8372-98-0



9 786238 137298 0

Buku ini tidak diperjualbelikan.