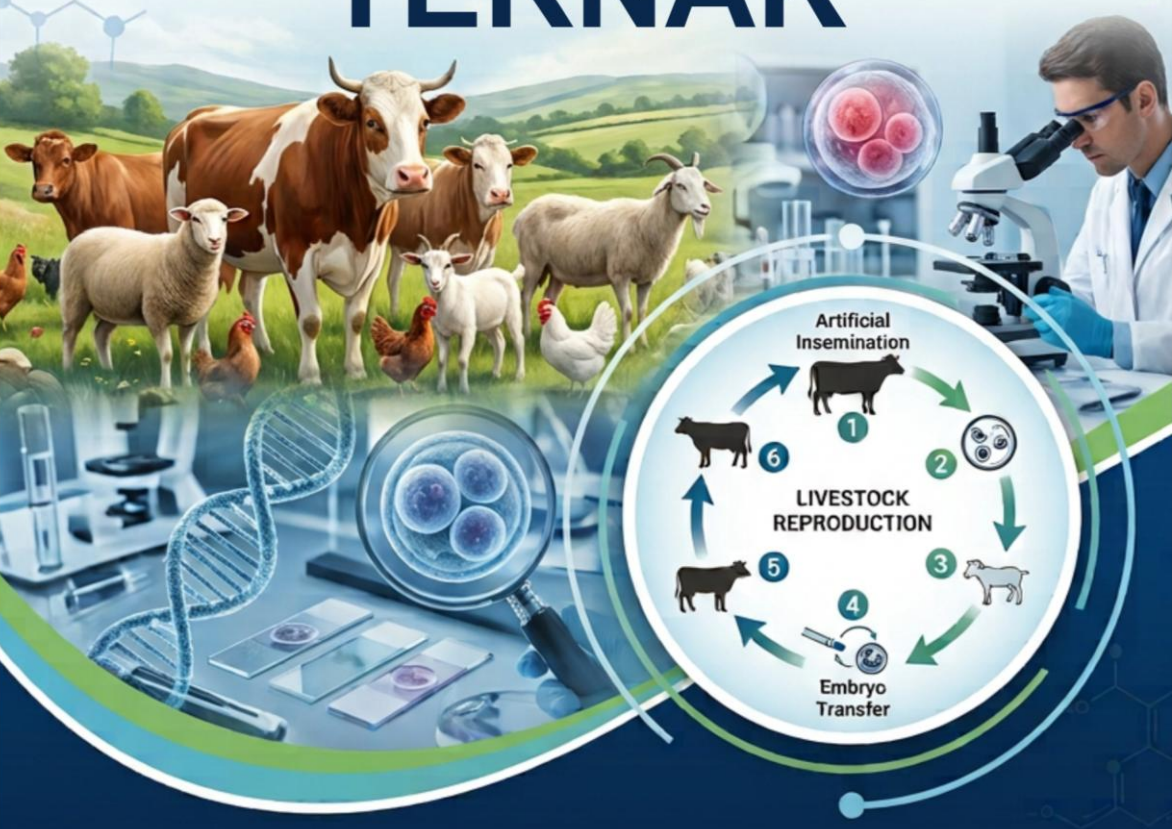
MANAJEMEN TEKNOLOGI REPRODUKSI TERNAK



Dr. Ir. Sukma Aditya Sitepu, S.Pt., M.Pt., IPM
Dr. Mohd. Agus Nashri Abdullah, S.Pt., M.Si.
Dr. Elmy Mariana, S.Pt., M.Si.
Dr. Parsaoran Silalahi, S.Pt., M.Si.
Nazwa Rapika Salsabila, S.Pt., M.Si.

MANAJEMEN TEKNOLOGI REPRODUKSI TERNAK

Dr. Ir. Sukma Aditya Sitepu, S.Pt., M.Pt., IPM
Dr. Mohd. Agus Nashri Abdullah, S.Pt., M.Si.
Dr. Elmy Mariana, S.Pt., M.Si.
Dr. Parsaoran Silalahi, S.Pt., M.Si.
Nazwa Rapika Salsabila, S.Pt., M.Si.

Tahta Media Group

UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Pelindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

i. penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
ii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
iii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
iv. penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit.

MANAJEMEN TEKNOLOGI REPRODUKSI TERNAK

Penulis:
Dr. Ir. Sukma Aditya Sitepu, S.Pt., M.Pt., IPM
Dr. Mohd. Agus Nashri Abdullah, S.Pt., M.Si.
Dr. Elmy Mariana, S.Pt., M.Si.
Dr. Parsaoran Silalahi, S.Pt., M.Si.
Nazwa Rapika Salsabila, S.Pt., M.Si.

Desain Cover:
Tahta Media

Editor:
Tahta Media

Proofreader:
Tahta Media

Ukuran:
xii, 138, Uk: 15,5 x 23 cm

ISBN: 978-634-262-360-2

Cetakan Pertama:
November 2026

Hak Cipta 2026, Pada Penulis

Isi diluar tanggung jawab penerbit

Copyright © 2026 by Tahta Media Group
All Right Reserved

PENERBIT TAHTA MEDIA GROUP
Perumahan Mitra Utama Residence 3 Blok A no 1, Sawahan, Tempel,
Kec. Gatak, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah 57557
email: tahtaliterasimedia@gmail.com
website: http://store.tahtamedia.co.id/
Anggota IKAPI (216/JTE/2021)

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga buku ajar Manajemen Teknologi Reproduksi Ternak ini dapat diselesaikan. Reproduksi merupakan kunci produktivitas usaha peternakan. Tanpa reproduksi yang efisien, upaya meningkatkan populasi, memperbaiki mutu genetik, dan melestarikan ternak lokal tidak akan berjalan optimal. Karena itu, penguasaan teknologi reproduksi perlu diiringi kemampuan mengelolanya secara tepat, terukur, dan menguntungkan.

Buku ini disusun untuk memadukan kedua aspek tersebut dalam enam belas bab. Bab 1 dan Bab 2 membahas ruang lingkup serta perkembangan teknologi reproduksi ternak dan implikasinya bagi manajemen peternakan. Bab 3 sampai Bab 7 menguraikan inseminasi buatan, koleksi dan evaluasi semen, prosesing semen, pelaksanaan inseminasi buatan, serta sinkronisasi estrus dan superovulasi, dengan penekanan pada pengendalian mutu, pengelolaan layanan, dan analisis biaya. Bab 8 sampai Bab 10 membahas bioteknologi reproduksi lanjutan, yaitu fertilisasi in vitro, transfer embrio, sexing, kloning, dan rekayasa genetik. Bab 11 sampai Bab 16 membahas manajemen dan efisiensi reproduksi, pemeriksaan kebuntingan, manajemen lingkungan, serta penyakit reproduksi beserta pencegahan dan penanggulangannya.

Sebagian materi diperkaya dengan hasil penelitian tim penulis, terutama tentang pemanfaatan bahan alami sebagai antioksidan dalam pengencer semen dan tentang reproduksi ternak lokal, termasuk sapi Aceh. Setiap bab dilengkapi tujuan pembelajaran, rangkuman, serta evaluasi atau soal latihan, sehingga buku ini dapat digunakan oleh mahasiswa, dosen, peneliti, inseminator, penyuluh,

maupun praktisi peternakan yang ingin memperdalam pengetahuan di bidang reproduksi ternak.

Penulis menyadari bahwa buku ini masih memiliki keterbatasan. Kritik dan saran yang membangun dari para pembaca sangat diharapkan untuk penyempurnaan pada edisi berikutnya. Semoga buku ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu dan teknologi reproduksi ternak serta peningkatan produktivitas peternakan di Indonesia.

Banda Aceh, Oktober 2026

Penulis

DAFTAR ISI

PRAKATA ..... **iv**
DAFTAR ISI ..... **vi**
BAB 1 RUANG LINGKUP MANAJEMEN TEKNOLOGI REPRODUKSI TERNAK **1**
A. Tujuan Pembelajaran 1
B. Pendahuluan 1
C. Pengertian Reproduksi dan Manajemen Reproduksi Ternak 2
D. Ruang Lingkup Teknologi Reproduksi Ternak 3
E. Peran Teknologi Reproduksi dalam Ketahanan Pangan 4
F. Perbedaan Mendasar Reproduksi Ternak Ruminansia dan Unggas 5
G. Tantangan dan Arah Penelitian Mutakhir dalam Teknologi Reproduksi Ternak 6
H. Rangkuman 8
I. Evaluasi / Soal Latihan 9
BAB 2 PERKEMBANGAN TEKNOLOGI REPRODUKSI PADA TERNAK **10**
A. Tujuan Pembelajaran 10
B. Cikal Bakal Inseminasi Buatan 10
C. Terobosan Krioprotektan: Penemuan Gliserol dan Era Semen Beku 11
D. Perkembangan Inseminasi Buatan di Indonesia 12
E. Perluasan Cakrawala: Dari Sinkronisasi Estrus hingga Rekayasa Genetik 13
F. Perkembangan Teknologi Reproduksi pada Unggas 14
G. Arah Perkembangan Masa Depan 14

H. Implikasi Perkembangan Teknologi bagi Manajemen Peternakan 15
I. Rangkuman 17
J. Evaluasi / Soal Latihan 18
BAB 3 SEJARAH, MANFAAT, KELEBIHAN, DAN KEKURANGAN INSEMINASI BUATAN 19
A. Tujuan Pembelajaran 19
B. Pengertian dan Ruang Lingkup Inseminasi Buatan 19
C. Sejarah Singkat Inseminasi Buatan 20
D. Manfaat Inseminasi Buatan 21
E. Kelebihan Inseminasi Buatan Dibandingkan Perkawinan Alami 22
F. Kekurangan dan Keterbatasan Inseminasi Buatan 23
G. Faktor-Faktor yang Memengaruhi Keberhasilan Inseminasi Buatan 24
H. Perbandingan Biaya Inseminasi Buatan dan Kawin Alam 25
I. Rangkuman 26
J. Evaluasi / Soal Latihan 27
BAB 4 KOLEKSI SEMEN DAN ANALISIS KUALITAS SEMEN .. 28
A. Tujuan Pembelajaran 28
B. Pengertian dan Tujuan Koleksi Semen 28
C. Metode Koleksi Semen 29
D. Evaluasi Semen Segar secara Makroskopis 30
E. Evaluasi Semen Segar secara Mikroskopis 31
F. Evaluasi Semen Berbasis *Computer-Assisted Sperm Analysis* (CASA) 32
G. Nilai Rujukan Kualitas Semen Segar pada Berbagai Spesies Ternak 33
H. Kriteria Kelayakan Semen untuk Diproses Lebih Lanjut 34
I. Manajemen Mutu Laboratorium Evaluasi Semen 35

J. Rangkuman 36
K. Evaluasi / Soal Latihan 37
BAB 5 PROSESING SEMEN 39
A. Tujuan Pembelajaran 39
B. Pengertian dan Tujuan Prosesing Semen 39
C. Pengenceran Semen dan Bahan Pengencer *(Extender)* 40
D. Peran Krioprotektan dalam Prosesing Semen 41
E. Penambahan Antioksidan dan Antibiotik dalam Pengencer Semen 41
F. Semen Cair versus Semen Beku: Perbandingan dan Aplikasi 42
G. Tahapan Kriopreservasi Semen 44
H. Pengelolaan Stok dan Rantai Dingin Semen Beku 44
I. Rangkuman 45
J. Evaluasi / Soal Latihan 46
BAB 6 PELAKSANAAN INSEMINASI BUATAN 48
A. Tujuan Pembelajaran 48
B. Persiapan Pelaksanaan Inseminasi Buatan 48
C. Deteksi Berahi (Estrus) dan Waktu Optimal Inseminasi 49
D. Teknik Deposisi Semen 49
E. Peran Inseminator dan Sertifikasi 50
F. Evaluasi Keberhasilan Inseminasi Buatan 50
G. *Body Condition Score* sebagai Indikator Pendukung Keberhasilan Reproduksi 51
H. Pengelolaan Layanan IB di Tingkat Wilayah 52
I. Rangkuman 53
J. Evaluasi / Soal Latihan 53
BAB 7 SINKRONISASI ESTRUS DAN SUPEROVULASI 55
A. Tujuan Pembelajaran 55
B. Pengertian dan Tujuan Sinkronisasi Estrus 55
C. Dasar Fisiologis Siklus Estrus dan Hormon Reproduksi 56

D. Metode dan Hormon untuk Sinkronisasi Estrus 56
E. Superovulasi: Prinsip dan Protokol 57
F. Kekhususan Protokol Sinkronisasi pada Kambing dan Domba 58
G. Faktor yang Memengaruhi Keberhasilan Sinkronisasi Estrus 58
H. Perencanaan dan Analisis Biaya Program Sinkronisasi 59
I. Rangkuman 60
J. Evaluasi / Soal Latihan 61
BAB 8 *IN VITRO* FERTILISASI DAN TRANSFER EMBRIO 62
A. Tujuan Pembelajaran 62
B. Pengertian dan Sejarah Singkat IVF pada Ternak 62
C. Tahapan Proses IVF 63
D. *Ovum Pick-Up* (OPU) sebagai Sumber Oosit 63
E. Transfer Embrio: Prinsip dan Prosedur 64
F. Perbandingan MOET dan OPU-IVP 65
G. Aplikasi dan Tantangan IVF/Transfer Embrio di Indonesia .. 66
H. Rangkuman 66
I. Evaluasi / Soal Latihan 67
BAB 9 *SEXING SPERMATOZOA, SEXING EMBRIO*, DAN *SPLITTING EMBRIO* 68
A. Tujuan Pembelajaran 68
B. Prinsip Dasar *Sexing Spermatozoa* 68
C. Teknologi *Flow Cytometry* untuk *Sexing Spermatozoa* 69
D. *Sexing Embrio*: Metode dan Aplikasi 70
E. Splitting Embrio 71
F. *Sexing* pada Unggas: Prinsip yang Berbeda dari Mamalia 71
G. Manfaat dan Keterbatasan Teknologi Sexing dan Splitting Embrio 73
H. Rangkuman 73
I. Evaluasi / Soal Latihan 74

BAB 10 KLONING DAN REKAYASA GENETIK 75
A. Tujuan Pembelajaran 75
B. Pengertian Kloning dan Sejarah Perkembangannya 75
C. Prinsip Somatic Cell Nuclear Transfer (SCNT) 76
D. Kloning pada Ternak: Aplikasi dan Tantangan 77
E. Rekayasa Genetik dan Teknologi Gene Editing 77
F. Pertimbangan Etika dan Regulasi Bioteknologi Reproduksi Lanjutan 78
G. Pertimbangan Ekonomi dan Kebijakan 78
H. Rangkuman 79
I. Evaluasi / Soal Latihan 80
BAB 11 MANAJEMEN REPRODUKSI TERNAK 82
A. Tujuan Pembelajaran 82
B. Pengertian dan Ruang Lingkup Manajemen Reproduksi 82
C. Komponen Utama Manajemen Reproduksi 83
D. Manajemen Reproduksi pada Ternak Ruminansia Kecil 83
E. Peran Penyuluhan dan Edukasi Peternak 84
F. Tantangan Manajemen Reproduksi pada Peternakan Rakyat Indonesia 85
G. Rangkuman 85
H. Evaluasi / Soal Latihan 86
BAB 12 EFISIENSI REPRODUKSI TERNAK 87
A. Tujuan Pembelajaran 87
B. Pengertian dan Pentingnya Efisiensi Reproduksi 87
C. Indikator Efisiensi Reproduksi 88
D. Faktor-Faktor yang Memengaruhi Efisiensi Reproduksi 89
E. Strategi Peningkatan Efisiensi Reproduksi 89
F. Studi Kasus: Efisiensi Reproduksi Ternak Domba di Kabupaten Langkat 90
G. Rangkuman 91

H. Evaluasi / Soal Latihan 91
BAB 13 PEMERIKSAAN KEBUNTINGAN 93
A. Tujuan Pembelajaran 93
B. Pentingnya Pemeriksaan Kebuntingan Dini 93
C. Metode Palpasi Rektal 94
D. Metode Ultrasonografi (USG) 94
E. Metode Berbasis Uji Hormonal dan Biokimia 95
F. Perbandingan Metode Pemeriksaan Kebuntingan 95
G. Tanda-Tanda Kebuntingan dan Interpretasi Hasil 96
H. Penjadwalan Pemeriksaan Kebuntingan dalam Program Reproduksi 97
I. Rangkuman 98
J. Evaluasi / Soal Latihan 98
BAB 14 MANAJEMEN LINGKUNGAN UNTUK KESEHATAN REPRODUKSI 100
A. Tujuan Pembelajaran 100
B. Pengaruh Lingkungan terhadap Kesehatan Reproduksi Ternak 100
C. Manajemen Perkandangan dan Sanitasi 101
D. Cekaman Panas *(Heat Stress)* dan Dampaknya terhadap Reproduksi 101
E. Manajemen Nutrisi untuk Mendukung Kesehatan Reproduksi 103
F. Strategi Mitigasi Lingkungan untuk Optimalisasi Reproduksi di Iklim Tropis 103
G. Rangkuman 105
H. Evaluasi / Soal Latihan 105
BAB 15 JENIS-JENIS PENYAKIT REPRODUKSI PADA TERNAK 107
A. Tujuan Pembelajaran 107

B. Klasifikasi Penyakit Reproduksi Ternak 107
C. Penyakit Reproduksi Infeksius 108
D. Penyakit Reproduksi Non-Infeksius 109
E. Penyakit Reproduksi pada Pejantan 109
F. Dampak Penyakit Reproduksi terhadap Efisiensi Reproduksi 110
G. Rangkuman 110
H. Evaluasi / Soal Latihan 111
BAB 16 MANAJEMEN PENYAKIT REPRODUKSI: PENCEGAHAN DAN PENANGGULANGAN 112
A. Tujuan Pembelajaran 112
B. Prinsip Dasar Pencegahan Penyakit Reproduksi 112
C. Strategi Pencegahan Penyakit Reproduksi Infeksius 113
D. Penanggulangan Penyakit Reproduksi Non-Infeksius 114
E. Program Kesehatan Reproduksi Terpadu 114
F. Peran Biosekuriti dalam Konservasi Ternak Lokal Indonesia 115
G. Rangkuman 115
H. Evaluasi / Soal Latihan 116
DAFTAR PUSTAKA 117
GLOSARIUM 124
INDEKS 130
PROFIL PENULIS 132

BAB 1
RUANG LINGKUP MANAJEMEN TEKNOLOGI REPRODUKSI TERNAK

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah mempelajari bab ini, mahasiswa mampu memahami dan menganalisis konsep dasar manajemen reproduksi pada ternak domestik, baik ruminansia maupun unggas, serta menjelaskan peran teknologi reproduksi dalam mendukung ketahanan pangan nasional.

B. PENDAHULUAN

Reproduksi merupakan salah satu fungsi biologis paling fundamental dalam kehidupan makhluk hidup, termasuk ternak, karena melalui proses inilah kelangsungan populasi dan perbaikan mutu genetik suatu bangsa ternak dapat dicapai. Dalam konteks peternakan modern, pemahaman terhadap fisiologi reproduksi saja tidak lagi memadai; diperlukan penguasaan atas teknologi dan manajemen reproduksi secara terintegrasi agar potensi genetik unggul dapat diwariskan secara efisien kepada generasi berikutnya. Teknologi reproduksi ternak mencakup seluruh rangkaian metode ilmiah yang digunakan untuk mengendalikan, memanipulasi, atau meningkatkan efisiensi proses reproduksi pada hewan ternak, mulai

dari teknik yang telah mapan seperti inseminasi buatan (IB), hingga bioteknologi mutakhir seperti fertilisasi in vitro (IVF) dan kloning.

Indonesia, sebagai negara dengan kekayaan sumber daya genetik ternak lokal yang melimpah mulai dari sapi Aceh, sapi Bali, kerbau, kambing Kacang, hingga berbagai rumpun ayam lokal seperti ayam Mirah dari Simalungun memiliki kepentingan strategis dalam penguasaan teknologi reproduksi. Di satu sisi, teknologi ini menjadi instrumen penting untuk meningkatkan produktivitas ternak guna mendukung ketahanan pangan nasional; di sisi lain, teknologi yang sama juga berperan krusial dalam upaya konservasi genetik plasma nutfah ternak lokal yang sebagian di antaranya menghadapi ancaman penurunan populasi akibat minimnya program pemuliaan yang terstruktur.

C. PENGERTIAN REPRODUKSI DAN MANAJEMEN REPRODUKSI TERNAK

Reproduksi ternak dapat didefinisikan sebagai keseluruhan proses biologis yang memungkinkan hewan ternak menghasilkan keturunan, meliputi gametogenesis (pembentukan sel kelamin), perkawinan atau inseminasi, fertilisasi, kebuntingan, kelahiran, hingga laktasi pada spesies mamalia. Proses ini diatur secara ketat oleh sistem hormonal yang melibatkan poros hipotalamus-hipofisis-gonad (hypothalamic-pituitary-gonadal axis), yang akan dibahas lebih mendalam pada bab-bab selanjutnya.

Manajemen reproduksi, di sisi lain, merujuk pada penerapan prinsip-prinsip manajerial perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan evaluasi terhadap seluruh aspek reproduksi ternak dalam suatu unit usaha peternakan, dengan tujuan mengoptimalkan efisiensi reproduksi, memperpendek jarak beranak (calving interval),

menekan angka kegagalan kebuntingan, serta pada akhirnya meningkatkan produktivitas dan keuntungan usaha peternakan secara berkelanjutan. Manajemen reproduksi yang baik mensyaratkan pemahaman mendalam terhadap fisiologi reproduksi normal, kemampuan mendeteksi gangguan reproduksi secara dini, serta penguasaan teknologi reproduksi yang relevan untuk diterapkan sesuai kondisi lapangan.

D. RUANG LINGKUP TEKNOLOGI REPRODUKSI TERNAK

Secara garis besar, ruang lingkup teknologi reproduksi ternak yang akan dibahas dalam buku ajar ini dapat dikelompokkan ke dalam beberapa kategori utama, sebagai berikut.

1. Teknologi reproduksi dasar, meliputi inseminasi buatan (IB), yang telah menjadi teknologi reproduksi paling banyak diaplikasikan secara luas di lapangan karena kemampuannya mempercepat penyebaran mutu genetik pejantan unggul dengan biaya relatif terjangkau.
2. Teknologi penampungan dan preservasi spermatozoa, mencakup metode koleksi semen, evaluasi kualitas semen, prosesing semen cair maupun beku, serta pengembangan bahan pengencer (extender) yang mampu mempertahankan viabilitas spermatozoa selama penyimpanan dan pembekuan.
3. Teknologi sinkronisasi estrus dan superovulasi, yang memungkinkan pengendalian siklus reproduksi ternak betina secara terjadwal, sehingga mendukung efisiensi program IB maupun program transfer embrio.
4. Bioteknologi reproduksi lanjutan, meliputi Multiple Ovulation and Embryo Transfer (MOET), fertilisasi in vitro (IVF), intracytoplasmic sperm injection (ICSI), sexing spermatozoa dan

embrio, splitting embrio, hingga kloning dan rekayasa genetik yang meskipun aplikasinya di lapangan masih terbatas, memiliki potensi besar untuk mempercepat perbaikan mutu genetik ternak di masa depan.

5. Manajemen reproduksi terapan, mencakup evaluasi efisiensi reproduksi, pemeriksaan kebuntingan, manajemen lingkungan pemeliharaan untuk mendukung kesehatan reproduksi, serta pencegahan dan penanggulangan penyakit-penyakit reproduksi yang umum dijumpai pada ternak.

E. PERAN TEKNOLOGI REPRODUKSI DALAM KETAHANAN PANGAN

Populasi manusia yang terus bertambah menuntut peningkatan produksi pangan asal ternak secara berkelanjutan, baik daging, susu, maupun telur. Peningkatan produksi tersebut idealnya dicapai bukan semata-mata melalui penambahan jumlah populasi ternak secara ekstensif, melainkan melalui perbaikan mutu genetik dan efisiensi reproduksi ternak yang telah ada. Dalam hal inilah teknologi reproduksi memegang peranan sentral: inseminasi buatan memungkinkan satu ekor pejantan unggul menghasilkan ribuan keturunan melalui distribusi semen beku, sementara teknologi transfer embrio memungkinkan induk betina unggul menghasilkan jumlah keturunan jauh melebihi kapasitas reproduksi alaminya.

Selain aspek produktivitas, teknologi reproduksi juga berperan penting dalam pelestarian sumber daya genetik ternak lokal Indonesia yang menghadapi risiko penurunan keragaman genetik. Bank semen beku dan bank embrio, misalnya, dapat berfungsi sebagai "bank gen" yang menyimpan materi genetik ternak lokal secara jangka panjang, sehingga keragaman genetik dapat dipertahankan meskipun populasi

hidup ternak tersebut mengalami penurunan. Sebagai ilustrasi, optimalisasi teknologi kriopreservasi semen pada sapi Aceh maupun ayam persilangan lokal seperti F1 Mirah x Brahma — sebagaimana akan diuraikan pada bab-bab selanjutnya dalam buku ini — merupakan salah satu upaya konkret mendukung konservasi plasma nutfah ternak lokal Indonesia sekaligus meningkatkan produktivitasnya.

F. PERBEDAAN MENDASAR REPRODUKSI TERNAK RUMINANSIA DAN UNGGAS

Meskipun prinsip dasar reproduksi yaitu gametogenesis, fertilisasi, dan perkembangan individu baru berlaku universal, terdapat sejumlah perbedaan mendasar antara sistem reproduksi ternak ruminansia (sapi, kerbau, kambing, domba) dan unggas (ayam, itik) yang perlu dipahami sebelum mempelajari teknologi reproduksi secara lebih mendalam.

Pada ternak ruminansia, fertilisasi dan perkembangan embrio berlangsung secara internal di dalam saluran reproduksi induk betina (vivipar), dengan masa kebuntingan yang relatif panjang (kurang lebih 150 hari pada kambing dan domba, hingga 280–285 hari pada sapi). Sebaliknya, pada unggas, fertilisasi berlangsung internal namun perkembangan embrio selanjutnya terjadi secara eksternal di dalam telur (ovipar), dengan masa inkubasi yang jauh lebih singkat (sekitar 21 hari pada ayam). Perbedaan mendasar ini berimplikasi langsung terhadap perbedaan teknik koleksi semen, formulasi bahan pengencer, protokol kriopreservasi, serta metode inseminasi buatan yang diterapkan pada kedua kelompok ternak tersebut sebagaimana akan diuraikan secara rinci pada Bab 4 hingga Bab 6 buku ajar ini.

Sebagai contoh, tingkat fertilitas hasil IB menggunakan semen beku pada unggas umumnya jauh lebih rendah (berkisar 0,8–2,1%) dibandingkan pada ternak ruminansia yang dapat mencapai 30–80%, terutama karena membran plasma spermatozoa unggas mengandung proporsi asam lemak tak jenuh ganda (polyunsaturated fatty acids) yang jauh lebih tinggi, sehingga jauh lebih rentan terhadap kerusakan oksidatif selama proses kriopreservasi. Tantangan inilah yang mendorong pengembangan berbagai strategi suplementasi antioksidan alami baik pada ternak ruminansia maupun unggas sebagaimana akan dibahas lebih lanjut pada Bab 5.

G. TANTANGAN DAN ARAH PENELITIAN MUTAKHIR DALAM TEKNOLOGI REPRODUKSI TERNAK

Meskipun inseminasi buatan telah diaplikasikan secara luas selama lebih dari tujuh dekade, sejumlah tantangan penelitian mendasar tetap menjadi fokus kajian ilmiah hingga saat ini, dan menjadi arena penting bagi mahasiswa pascasarjana untuk berkontribusi. Tantangan tersebut dapat dikelompokkan ke dalam tiga isu utama: (1) kerusakan oksidatif spermatozoa selama preservasi, (2) variasi respons antarspesies dan antarbangsa ternak (breed-specific response), serta (3) kesenjangan antara efikasi hasil penelitian laboratorium dengan penerapannya di lapangan.

Pada isu pertama, kerusakan oksidatif yang dipicu *reactive oxygen species* (ROS) masih menjadi penyebab utama turunnya kualitas spermatozoa ketika semen didinginkan, dibekukan, dan dicairkan kembali. Dari sudut pandang manajemen, masalah ini berdampak langsung pada biaya, karena setiap penurunan kualitas semen berarti bertambahnya jumlah straw yang dibutuhkan untuk menghasilkan satu kebuntingan. Karena itu, penambahan antioksidan ke dalam

pengencer, baik sintetis maupun alami, dapat dipandang sebagai investasi untuk menekan biaya per kebuntingan. Penelitian tim penulis menunjukkan bahwa minyak atsiri jeruk manis (*Citrus sinensis*) dalam pengencer tris kuning telur mampu mempertahankan kualitas semen sapi Simmental (Sitepu dan Putra, 2017; Sitepu dan Marisa, 2019) dan semen beku kambing Boer (Sitepu et al., 2018), sedangkan ekstrak kunyit (*Curcuma longa*) memperbaiki motilitas dan keutuhan membran spermatozoa kambing (Sitepu et al., 2023; Sitepu dan Marisa, 2025).

Pada isu kedua, temuan efikasi suatu senyawa antioksidan pada satu spesies atau bangsa ternak tidak dapat serta-merta digeneralisasi ke spesies atau bangsa lain, karena perbedaan komposisi lipid membran plasma spermatozoa antarspesies memengaruhi kerentanannya terhadap stres oksidatif secara signifikan. Spermatozoa unggas, misalnya, memiliki proporsi asam lemak tak jenuh ganda yang jauh lebih tinggi dibandingkan spermatozoa mamalia, sehingga jauh lebih rentan mengalami peroksidasi lipid selama kriopreservasi — sebuah perbedaan mendasar yang menuntut optimasi protokol dan konsentrasi antioksidan secara spesifik untuk setiap kombinasi spesies dan bangsa ternak, sebagaimana ditegaskan pada studi terkini mengenai preservasi semen ayam jantan (Ratchamak et al., 2025).

Pada isu ketiga, penelitian mengenai fisiologi reproduksi ternak lokal Indonesia termasuk sapi Aceh dan berbagai bangsa unggas lokal relatif masih terbatas dibandingkan bangsa ternak komersial internasional, meskipun ternak lokal tersebut memiliki karakteristik fisiologis yang khas dan menghadapi tantangan konservasi genetik yang mendesak. Sebagai contoh, kajian mengenai daya tahan motilitas dan viabilitas spermatozoa epididimis sapi Aceh pada berbagai suhu penyimpanan menjadi penting sebagai data dasar (baseline) sebelum protokol preservasi semen yang lebih kompleks dapat dioptimalkan

secara spesifik untuk bangsa sapi tersebut (Sitepu et al., 2026). Kesenjangan riset semacam ini membuka ruang kontribusi ilmiah yang luas bagi penelitian lanjutan, khususnya dalam mengembangkan protokol teknologi reproduksi yang disesuaikan (tailored) untuk karakteristik fisiologis ternak lokal Indonesia.

Sebagai bahan diskusi kritis, mahasiswa diharapkan mampu mengevaluasi secara mandiri sejauh mana temuan-temuan penelitian tersebut di atas bersifat dapat digeneralisasi (generalizable) lintas spesies dan kondisi lapangan, serta merumuskan pertanyaan penelitian orisinal yang menjawab kesenjangan pengetahuan yang teridentifikasi sebuah kompetensi inti yang perlu terus diasah dalam mempelajari teknologi dan manajemen reproduksi ternak.

H. RANGKUMAN

1. Teknologi dan manajemen reproduksi ternak saling melengkapi: teknologi menyediakan alat untuk mengendalikan reproduksi, sedangkan manajemen memastikan alat tersebut digunakan secara tepat, terukur, dan menguntungkan.
2. Manajemen reproduksi menerapkan prinsip perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi terhadap seluruh aspek reproduksi ternak untuk mengoptimalkan efisiensi dan produktivitas usaha peternakan.
3. Ruang lingkup teknologi reproduksi meliputi: IB, penampungan dan preservasi spermatozoa, sinkronisasi estrus dan superovulasi, bioteknologi reproduksi lanjutan (MOET, IVF, ICSI, sexing, kloning), serta manajemen reproduksi terapan.
4. Teknologi reproduksi berperan ganda: meningkatkan produktivitas ternak untuk ketahanan pangan, sekaligus mendukung pelestarian plasma nutfah ternak lokal Indonesia.

5. Terdapat perbedaan mendasar antara reproduksi ternak ruminansia (vivipar) dan unggas (ovipar) yang berimplikasi pada perbedaan teknik reproduksi yang diterapkan pada kedua kelompok tersebut.

I. EVALUASI / SOAL LATIHAN

1. Jelaskan perbedaan antara istilah "reproduksi ternak" dan "manajemen reproduksi ternak"!
2. Uraikan lima kelompok teknologi reproduksi yang dibahas dalam buku ini, lalu jelaskan keputusan manajemen yang perlu diambil sebelum menerapkan masing-masing teknologi tersebut!
3. Mengapa tingkat fertilitas inseminasi buatan menggunakan semen beku pada unggas cenderung lebih rendah dibandingkan pada ternak ruminansia? Jelaskan dasar fisiologisnya!
4. Bagaimana peran teknologi reproduksi dalam mendukung konservasi plasma nutfah ternak lokal Indonesia? Berikan contoh konkret!
5. Diskusikan bagaimana penerapan teknologi reproduksi dapat berkontribusi terhadap pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), khususnya SDG 2 dan SDG 15!
6. Bandingkan dan evaluasi secara kritis: mengapa efikasi suatu senyawa antioksidan dalam pengencer semen pada satu spesies ternak tidak dapat digeneralisasi begitu saja ke spesies lain? Gunakan minimal dua contoh penelitian sebagai dasar argumentasi Anda.
7. Identifikasi satu kesenjangan penelitian (research gap) dalam teknologi reproduksi ternak lokal Indonesia yang menurut Anda paling mendesak untuk dikaji, dan rumuskan rancangan pertanyaan penelitian tesis yang relevan untuk menjawabnya.

BAB 2
PERKEMBANGAN TEKNOLOGI REPRODUKSI PADA TERNAK

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah mempelajari bab ini, mahasiswa mampu menjelaskan tonggak perkembangan teknologi reproduksi ternak di dunia dan di Indonesia, serta menganalisis perubahan tuntutan manajemen yang menyertai setiap generasi teknologi tersebut.

B. CIKAL BAKAL INSEMINASI BUATAN

Gagasan memindahkan sel kelamin jantan ke saluran reproduksi betina tanpa perkawinan alami telah muncul jauh sebelum inseminasi buatan (IB) diterapkan secara luas pada ternak. Lazzaro Spallanzani, fisiolog Italia, pada tahun 1780 untuk pertama kalinya berhasil melakukan inseminasi buatan pada seekor anjing betina, sekaligus menunjukkan bahwa spermatozoa dapat dipertahankan viabilitasnya melalui pendinginan sebelum digunakan kembali. Namun, penerapan sistematis IB pada ternak baru terjadi lebih dari satu abad kemudian.

Ilya Ivanovich Ivanoff, ilmuwan Rusia, tercatat sebagai peletak dasar IB modern pada ternak. Sejak tahun 1899, Ivanoff mengembangkan metode penampungan dan aplikasi semen pada kuda, sapi, domba, dan babi, serta menjadi orang pertama yang berhasil melakukan IB pada sapi secara sistematis. Ia juga memelopori

penggunaan IB sebagai sarana memperbanyak keturunan pejantan unggul secara masif, sebuah prinsip yang hingga kini tetap menjadi dasar filosofis program pemuliaan ternak berbasis IB (Foote, 2002). Sepeninggal Ivanoff, Victor Milovanov melanjutkan pengembangan teknik ini di Rusia, termasuk merancang vagina buatan pertama yang prinsip kerjanya masih digunakan hingga sekarang.

Keberhasilan program IB di Rusia mendorong penyebarannya ke negara lain. Koperasi IB pertama di dunia didirikan di Denmark pada tahun 1936, disusul Amerika Serikat pada tahun 1938. Pada periode ini, IB masih menggunakan semen segar yang harus digunakan dalam waktu singkat setelah penampungan, sehingga jangkauan penyebaran materi genetik unggul masih sangat terbatas oleh jarak dan waktu.

C. TEROBOSAN KRIOPROTEKTAN: PENEMUAN GLISEROL DAN ERA SEMEN BEKU

Titik balik terpenting dalam sejarah teknologi reproduksi ternak terjadi pada tahun 1949, ketika Christopher Polge, Audrey Smith, dan Alan Parkes di Inggris menemukan secara tidak sengaja bahwa gliserol memiliki sifat krioprotektif yang luar biasa terhadap spermatozoa selama proses pembekuan. Penemuan ini pertama kali diuji pada spermatozoa unggas, yang tetap motil setelah dibekukan pada suhu -79°C dan dicairkan kembali sebuah hasil yang kemudian dipublikasikan dalam jurnal Nature dan menjadi salah satu tonggak paling berpengaruh dalam sejarah kriobiologi (Polge et al., 1949).

Keberhasilan tersebut dengan cepat direplikasi pada spermatozoa sapi, dan pada tahun 1951 lahir pedet pertama hasil IB menggunakan semen beku. Penemuan gliserol sebagai krioprotektan mengubah secara fundamental lanskap industri IB: semen dari seekor pejantan unggul kini dapat disimpan dalam jangka waktu sangat lama dan

F. PERKEMBANGAN TEKNOLOGI REPRODUKSI PADA UNGGAS

Berbeda dengan ternak ruminansia, perkembangan teknologi reproduksi pada unggas berjalan relatif lebih lambat, terutama disebabkan oleh perbedaan fisiologis mendasar dalam anatomi organ reproduksi dan komposisi membran plasma spermatozoa unggas (telah dibahas pada Bab 1). Metode penampungan semen unggas melalui pemijatan abdominal (abdominal massage) baru dikembangkan dan distandarkan pada pertengahan abad ke-20, dan hingga saat ini tingkat keberhasilan kriopreservasi semen unggas tetap tertinggal dibandingkan ternak mamalia. Kondisi inilah yang mendorong penelitian berkelanjutan mengenai formulasi bahan pengencer dan antioksidan yang sesuai untuk karakteristik spermatozoa unggas, termasuk penelitian pada ayam persilangan lokal Indonesia yang menjadi salah satu fokus riset tim penulis buku ajar ini.

G. ARAH PERKEMBANGAN MASA DEPAN

Perkembangan teknologi reproduksi ternak saat ini bergerak ke arah integrasi dengan bidang ilmu lain, seperti genomik (seleksi genomik untuk mempercepat identifikasi individu unggul sebelum kematangan reproduksi), teknologi pencitraan sel untuk evaluasi kualitas spermatozoa yang lebih presisi, serta pendekatan bioteknologi molekuler seperti gene editing (misalnya CRISPR-Cas9) yang mulai dieksplorasi dalam penelitian pemuliaan ternak, meskipun penerapannya masih menghadapi pertimbangan etis dan regulasi yang ketat di banyak negara.

Di sisi lain, terdapat pula tren yang mengarah pada pendekatan yang lebih alami dan berkelanjutan, seperti pemanfaatan senyawa

DAFTAR PUSTAKA

Damayanti Lestari, T. dan Ismudiono. (2022) Ilmu Reproduksi Ternak. Surabaya: Airlangga University Press.

Dash, S., Chakravarty, A.K., Singh, A., Upadhyay, A., Singh, M. dan Yousuf, S. (2016) 'Effect of heat stress on reproductive performances of dairy cattle and buffaloes: a review', Veterinary World, 9(3), pp. 235-244.

Doublet, A.-C., Restoux, G., Fritz, S., Balberini, L., Fayolle, G., Hozé, C., Laloë, D. dan Croiseau, P. (2020) 'Intensified use of reproductive technologies and reduced dimensions of breeding schemes put genetic diversity at risk in dairy cattle breeds', Animals, 10(10), p. 1903.

Ferré, L.B., Kjelland, M.E., Strøbech, L.B., Hyttel, P., Mermillod, P. dan Ross, P.J. (2020) 'Review: recent advances in bovine in vitro embryo production: reproductive biotechnology history and methods', Animal, 14(5), pp. 991-1004.

Foote, R.H. (2002) 'The history of artificial insemination: Selected notes and notables', Journal of Animal Science, 80(E-Suppl_2), pp. E1–E10.

Hafez, E.S.E. dan Hafez, B. (eds.) (2000) Reproduction in Farm Animals. 7th edn. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

Hasan, F., Sitepu, S.A.P. dan Alwiyah, A. (2017) 'The influence of parity against a percentage of estrus of Ekor Tipis sheep that are synchronized estrus using prostaglandin F2α (PGF2α)', Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan, 5(1), pp. 46-48.

Ismaya. (2016) Bioteknologi Inseminasi Buatan pada Sapi dan Kerbau. Yogyakarta: UGM Press.

Mathewos, M., Endale, H., Tesfahun, M., Tiele, D. dan Bukero, R. (2023) 'Assessment of constraints of artificial insemination service in smallholder dairy cattle keepers in Kacha Bira District of Southern Ethiopia', Veterinary Medicine International, 2023, p. 6512010.

Noakes, D.E., Parkinson, T.J. dan England, G.C.W. (2009) Veterinary Reproduction and Obstetrics. 9th edn. Edinburgh: Saunders Elsevier.

Nur Ihsan, M. (2017) Ilmu Reproduksi Ternak Dasar. Malang: UB Press.

Perumal, P. (2014) 'Scrotal circumference and its relationship with testicular growth, age, and body weight in Tho Tho (Bos indicus) bulls', Indian Journal of Animal Sciences, 83(10), pp. 1074–1077.

Pintus, E. dan Ros-Santaella, J.L. (2021) 'Impact of oxidative stress on male reproduction in domestic and wild animals', Antioxidants, 10(7), p. 1154.

Pohler, K.G., Franco, G.A., Reese, S.T., Dantas, F.G., Ellis, M.D. dan Payton, R.R. (2016) 'Past, present and future of pregnancy detection methods', Applied Reproductive Strategies in Beef Cattle, pp. 251-259.

Polge, C., Smith, A.U. dan Parkes, A.S. (1949) 'Revival of spermatozoa after vitrification and dehydration at low temperatures', Nature, 164, p. 666.

Ratchamak, R., Authaida, S., Koedkanmark, T., Saiyamanon, H., Boonkum, W. dan Chankitisakul, V. (2025) 'Optimization of rooster semen preservation: a comparative study of extender types and antioxidant supplementation strategies during cold storage', Poultry Science, 104(6), p. 105137.

Rodriguez-Martinez, H. dan Barth, A.D. (2018) 'A 100-year review: Reproductive technologies in dairy science', Journal of Dairy Science, 100(12), pp. 10314–10331.

Seidel, G.E. (2007) 'Overview of sexing sperm', Theriogenology, 68(3), pp. 443-446.

Silalahi, P., Sitorus, T.F. dan Putra, W.P.B. (2025) 'Genetic characterization of Sumatran Mirah chicken based on mitochondrial D-loop region sequence', HAYATI Journal of Biosciences, 32(1), pp. 196–202.

Sitepu, S., Kurniawan, M., Marisa, J. dan Hidayat, R. (2023) 'Service per conception on sheep in Langkat District', Asian Journal of Advances in Agricultural Research, 21(1), pp. 48-51.

Sitepu, S.A. (2019) Pengaruh Suplementasi Minyak Atsiri Kulit Jeruk Manis dengan Berbagai Antibiotik pada Bahan Pengencer Tris Kuning Telur terhadap Kualitas Semen Post-Thawing dan Fertilitas. Disertasi. Universitas Andalas.

Sitepu, S.A. (2021) 'Selang waktu antara melahirkan sampai dengan terjadinya kebuntingan ternak domba di Kecamatan Stabat', Scenario (Seminar of Social Sciences Engineering and Humaniora), pp. 606-612.

Sitepu, S.A. dan Aditya, G. (2023) 'Correlation between sheep body condition score and lambing interval in Langkat District of Indonesia', Asian Journal of Biochemistry, Genetics and Molecular Biology, 14(1), pp. 14-19.

Sitepu, S.A. dan Aditya, G. (2023) 'Hubungan body condition score (BCS) dengan service per conception (S/C) pada ternak domba di Kabupaten Langkat', Scenario (Seminar of Social Sciences Engineering and Humaniora), pp. 250-259.

Sitepu, S.A. dan Aditya, G. (2023) Hubungan Body Condition Score (BCS) dengan Kinerja Reproduksi Induk Domba. Penerbit Tahta Media.

Sitepu, S.A. dan Marisa, J. (2019) 'The effect of addition sweet orange essential oil and penicillin in tris yolk extender to Simmental liquid semen against percentage motility, viability and abnormalities of spermatozoa', IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 287(1), p. 012007.

Sitepu, S.A. dan Marisa, J. (2020) 'Pengaruh penambahan gentamisin dan minyak atsiri jeruk manis terhadap persentase hidup spermatozoa pada pengencer semen beku sapi Simmental', Conference of Applied Animal Science Proceeding Series, 1, pp. 82-86.

Sitepu, S.A. dan Marisa, J. (2021) 'Persentase tudung akrosom utuh spermatozoa pada semen beku sapi Simmental dengan penambahan gentamisin dan minyak atsiri jeruk manis pada bahan pengencer', Agrista: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agribisnis UNS, 5(1), pp. 805-811.

Sitepu, S.A. dan Marisa, J. (2022) Efisiensi Reproduksi pada Pelaksanaan Inseminasi Buatan Ternak Domba. Tahta Media Group.

Sitepu, S.A. dan Marisa, J. (2025) 'The effect of curcuma extract on the membrane and acrosome integrity of spermatozoa in buck fresh semen', IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1476(1), p. 012054.

Sitepu, S.A. dan Putra, A. (2017) 'Pengaruh penambahan minyak atsiri kulit jeruk manis pada pengencer tris kuning telur terhadap kualitas semen post-thawing sapi Simmental', Jurnal Peternakan Indonesia, 19(3), pp. 149-155.

Sitepu, S.A. dan Putra, A. (2017) 'Pengaruh penambahan minyak atsiri kulit jeruk manis pada pengencer tris kuning telur terhadap kualitas semen post-thawing sapi Simmental', Jurnal Peternakan Indonesia, 19(3), pp. 149–155.

Sitepu, S.A., Marisa, J. dan Farid, M.M. (2023) 'The effect of extract turmeric (Curcuma longa) on spermatozoa motility in fresh semen of goats', Asian Journal of Biology, 18(2), pp. 15-19.

Sitepu, S.A., Marisa, J. dan Farid, M.M. (2023) 'The effect of extract turmeric (Curcuma longa) on spermatozoa motility in fresh semen of goats', Asian Journal of Biology, 18(2), pp. 15–19.

Sitepu, S.A., Marisa, J. dan Rianto, A.A. (2022) 'The effect of adding sweet orange essential oil in Andromed extender on goat sperm motility', Proceeding International Conference of Science Technology and Social Sciences.

Sitepu, S.A., Marisa, J. dan Riyanto, A.A. (2022) Penyimpanan Semen Cair Kambing/Domba. Tahta Media Group.

Sitepu, S.A., Marisa, J. dan Riyanto, A.A. (2023) Bahan Pengencer Andromed pada Semen Cair Kambing/Domba. Penerbit Tahta Media.

Sitepu, S.A., Marisa, J., Rianto, A.A. dan Suhut, A. (2023) 'Pengetahuan peternak terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi reproduksi ternak kambing di Desa Bulu Cina', Jurnal Pertanian Agros, 25(4), pp. 4258-4263.

Sitepu, S.A., Marisa, J., Rianto, A.A. dan Suhut, A. (2023) 'Socialization of goat and sheep reproduction management in Bulu Cina Village, Indonesia', Asian Journal of Community Services, 2(11).

Sitepu, S.A., Resthu, M. dan Salsabila, N.R. (2026) 'Motility and viability of epididymal spermatozoa from Aceh bull under different storage temperatures', IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1616(1), p. 012093.

Sitepu, S.A., Resthu, M. dan Salsabila, N.R. (2026) Reproduksi dan Inseminasi Buatan. Penerbit Tahta Media.

Sitepu, S.A., Udin, Z., Jaswandi, J. dan Hendri, H. (2020) 'Kombinasi minyak atsiri jeruk manis dan penisilin dengan streptomisin pada pengencer semen beku kambing Boer', Jurnal Peternakan Indonesia, 22(3).

Sitepu, S.A., Zaituni, U., Jaswandi dan Hendri, H. (2018) 'Improved quality of frozen Boer goat semen with the addition of sweet orange essential oil on tris yolk and gentamicin extender', IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 122(1), p. 012125.

Susilawati, T., dkk. (2021) Manajemen Reproduksi dan Inseminasi Buatan. Malang: UB Press.

Suyadi, S., Hakim, L., Wahjuningsih, S. dan Nugroho, H. (2019) 'Phenotypic characteristics of Aceh cattle at different altitude in Aceh Province, Indonesia', Biodiversitas Journal of Biological Diversity, 20(1), pp. 236–242.

Toelihere, M.R. (1993) Inseminasi Buatan pada Ternak. Edisi Ketiga. Bandung: Angkasa.

Vishwanath, R. (2003) 'Artificial insemination: the state of the art', Theriogenology, 59(2), pp. 571–584.

Wahjuningsih, S., dkk. (2019) Teknologi Reproduksi Ternak. Malang: UB Press.

Wilmut, I., Schnieke, A.E., McWhir, J., Kind, A.J. dan Campbell, K.H.S. (1997) 'Viable offspring derived from fetal and adult mammalian cells', Nature, 385, pp. 810-813.

Yodrug, T., Hayakijkosol, O. dan Wongtawan, T. (2025) 'Two decades of sperm sex-sorting in animals: a comprehensive systematic review and meta-analysis of techniques, effectiveness, and global research trends (2005-2025)', Veterinary World, 18(12), pp. 4009-4024.

Zuidema, D., Kerns, K. dan Sutovsky, P. (2021) 'An exploration of current and perspective semen analysis and sperm selection for livestock artificial insemination', Animals, 11(12), p. 3563.

GLOSARIUM

Abnormalitas spermatozoa: kelainan morfologi pada bagian kepala, leher (*midpiece)*, atau ekor spermatozoa yang dapat menurunkan kemampuan fertilisasi.

Akrosom: struktur berbentuk tudung yang menyelubungi bagian anterior kepala spermatozoa, mengandung enzim yang berperan dalam penetrasi sel telur saat fertilisasi.

Anestrus: kondisi tidak munculnya siklus estrus (berahi) dalam jangka waktu tertentu, dapat bersifat fisiologis (pascamelahirkan) maupun patologis.

Antioksidan: senyawa yang menetralkan reactive oxygen species (ROS) sehingga melindungi sel, termasuk spermatozoa, dari kerusakan oksidatif.

Artificial Vagina **(Vagina Buatan)**: alat yang meniru kondisi vagina alami (suhu, tekanan, pelumasan) untuk merangsang ejakulasi pejantan saat koleksi semen.

Biosekuriti: serangkaian tindakan terpadu untuk mencegah masuk dan menyebarnya agen penyakit dalam suatu populasi ternak.

Blastosis: tahap perkembangan embrio pra-implantasi yang telah membentuk rongga berisi cairan (*blastosol*) dan siap untuk ditransfer atau berimplantasi.

Body Condition Score **(BCS)**: metode penilaian visual dan palpasi terhadap cadangan lemak dan kondisi tubuh ternak, umumnya menggunakan skala 1-5.

Breeding Soundness Evaluation **(BSE)**: evaluasi kesehatan dan kelayakan reproduksi pejantan maupun betina sebelum digunakan dalam program perkawinan/IB.

***Calving Interval* (CI)**: selang waktu antara satu kelahiran dengan kelahiran berikutnya pada ternak sapi.

***Capacitation* (Kapasitasi)**: proses pematangan fungsional spermatozoa di dalam saluran reproduksi betina yang diperlukan agar mampu membuahi sel telur.

CIDR: controlled internal drug release, perangkat intravaginal pelepas progesteron yang digunakan dalam sinkronisasi estrus.

***Conception Rate* (CR)**: persentase ternak yang bunting dari total ternak yang diinseminasi pada satu periode.

Corpus Luteum: struktur endokrin sementara yang terbentuk pada ovarium pasca-ovulasi, menghasilkan hormon progesteron.

CRISPR-Cas9: teknologi gene editing yang memungkinkan modifikasi materi genetik secara presisi menggunakan enzim Cas9 dan RNA pemandu.

Days Open: selang waktu dari kelahiran hingga terjadinya kebuntingan berikutnya.

Ejakulat: seluruh volume semen yang dikeluarkan pada satu kali ejakulasi.

Elektroejakulasi: metode koleksi semen menggunakan stimulasi listrik pada saraf pelvis melalui probe rektal.

Embrio: individu pada tahap awal perkembangan, sejak fertilisasi hingga terbentuknya organ-organ utama.

Endometritis: peradangan pada endometrium (lapisan dalam uterus), umumnya terjadi pascamelahirkan.

Epididimis: saluran berkelok tempat spermatozoa mengalami pematangan dan penyimpanan sebelum ejakulasi.

Estrus (Berahi): periode ketika ternak betina menunjukkan penerimaan seksual terhadap pejantan, bertepatan dengan atau mendekati ovulasi.

***Extender* (Pengencer)**: cairan yang ditambahkan pada semen untuk memperbesar volume, menyediakan nutrisi, dan melindungi spermatozoa selama penyimpanan.

Fertilisasi: proses peleburan sel spermatozoa dengan sel telur (oosit) membentuk zigot.

Flow Cytometry: teknologi sitometri alir yang digunakan untuk memisahkan spermatozoa pembawa kromosom X dan Y berdasarkan kandungan DNA.

Gene Editing: lihat CRISPR-Cas9.

Gliserol: senyawa krioprotektan yang melindungi spermatozoa dari kerusakan akibat kristalisasi es selama pembekuan.

GnRH:gonadotropin-releasing hormone, hormon yang memicu pelepasan LH dan FSH dari hipofisis anterior.

***Heat Stress* (Cekaman Panas)**: kondisi tekanan fisiologis akibat suhu dan kelembapan lingkungan yang tinggi, dapat menurunkan performa reproduksi.

***In Vitro Fertilization* (IVF)**: proses pembuahan oosit oleh spermatozoa yang berlangsung di luar tubuh induk, di dalam cawan kultur laboratorium.

***In Vitro Maturation* (IVM)**: proses pematangan oosit yang belum matang di dalam medium kultur laboratorium.

Inseminasi Buatan (IB): teknik memasukkan semen yang telah dikoleksi dan diproses ke dalam saluran reproduksi betina tanpa perkawinan alami.

Konsentrasi spermatozoa: jumlah sel spermatozoa per satuan volume semen, diukur menggunakan haemocytometer atau spektrofotometer.

Kriopreservasi: proses pembekuan dan penyimpanan sel (termasuk spermatozoa) pada suhu sangat rendah (umumnya -196°C) untuk jangka waktu panjang.

Litter Size: jumlah anak yang dilahirkan per kelahiran.

MOET: Multiple Ovulation and Embryo Transfer, teknologi superovulasi diikuti transfer embrio untuk memperbanyak keturunan induk unggul.

Morula: tahap perkembangan embrio setelah beberapa kali pembelahan sel, sebelum mencapai tahap blastosis.

Motilitas: persentase atau kualitas pergerakan spermatozoa, khususnya pergerakan progresif maju.

Oosit: sel telur yang belum atau sedang mengalami proses pematangan.

Ovulasi: pelepasan sel telur matang dari folikel ovarium.

Ovum Pick-Up (OPU): prosedur pengambilan oosit secara langsung dari folikel ovarium ternak donor menggunakan panduan ultrasonografi.

Palpasi Rektal: metode pemeriksaan kebuntingan atau organ reproduksi dengan meraba melalui dinding rektum.

PGF2α: prostaglandin F2 alfa, hormon yang meregresi korpus luteum (luteolisis) dan memicu siklus estrus baru.

Plasma Nutfah: sumber daya genetik suatu spesies atau bangsa ternak yang menjadi materi dasar bagi program pemuliaan dan konservasi.

Pregnancy-Associated Glycoprotein **(PAG)**: golongan protein yang disekresikan oleh sel trofoblas plasenta, digunakan sebagai penanda biokimia kebuntingan.

Progesteron: hormon steroid yang dihasilkan korpus luteum, berperan mempertahankan kebuntingan dan menghambat siklus estrus baru.

Prolaps: keluarnya organ (uterus atau vagina) dari posisi anatomis normalnya, umumnya terjadi menjelang atau setelah melahirkan.

Semen Beku: semen yang telah diproses dan disimpan dalam nitrogen cair pada suhu -196°C untuk penyimpanan jangka panjang.

Semen Cair: semen yang telah diencerkan dan disimpan pada suhu 3-5°C untuk penggunaan jangka pendek (2-5 hari).

***Service per Conception* (S/C)**: rata-rata jumlah inseminasi yang dibutuhkan hingga terjadi kebuntingan.

Sexing Spermatozoa: teknologi pemisahan spermatozoa pembawa kromosom X dan Y untuk menentukan jenis kelamin keturunan.

Sinkronisasi Estrus: upaya mengendalikan siklus reproduksi sekelompok ternak betina agar menunjukkan berahi secara serempak melalui manipulasi hormonal.

***Somatic Cell Nuclear Transfer* (SCNT)**: teknik kloning dengan mentransfer inti sel somatik donor ke dalam oosit yang telah dienukleasi.

Spermatogenesis: proses pembentukan spermatozoa di dalam tubulus seminiferus testis.

Splitting Embrio: teknik memisahkan satu embrio tahap awal menjadi dua atau lebih individu yang identik secara genetik.

Standing Heat: perilaku diam saat dinaiki ternak lain, merupakan tanda berahi paling akurat pada sapi.

Superovulasi: perlakuan hormonal untuk menginduksi ovulasi multipel folikel dalam satu siklus estrus.

***Temperature-Humidity Index* (THI)**: indeks gabungan suhu udara dan kelembapan relatif yang digunakan untuk mengukur tingkat cekaman panas pada ternak.

Thawing: proses pencairan kembali semen beku pada suhu dan durasi tertentu sebelum digunakan untuk inseminasi.

Transfer Embrio: prosedur memindahkan embrio ke dalam uterus ternak betina resipien yang telah disinkronisasi siklus estrusnya.

Viabilitas Spermatozoa: persentase spermatozoa hidup dalam suatu sampel semen, umumnya dinilai menggunakan pewarnaan diferensial eosin-negrosin.

Vibriosis: penyakit reproduksi infeksius yang disebabkan bakteri Campylobacter fetus, menyebabkan infertilitas sementara.

Zigot: sel hasil peleburan spermatozoa dan sel telur pada tahap awal fertilisasi, sebelum mengalami pembelahan sel.

INDEKS

A

Abnormalitas spermatozoa, 31, 124
Anestrus, 103, 109
Antioksidan, 6, 7, 14, 15, 33, 41, 42

B

Biosekuriti, 109, 112, 115
Blastosis, 63, 70, 71
Body Condition Score, 24, 51, 89, 103
Breeding Soundness Evaluation, 108

C

Calving Interval, 2, 88, 89
CIDR, 59
Conception Rate, 24, 88, 102, 110
CRISPR-Cas9, 14, 77, 78

D

Days Open, 51, 88, 90

E

Ejakulat, 28, 31, 34, 35, 39, 40
Elektroejakulasi, 29
Embrio, 3, 4, 5, 15, 20, 55, 57, 62, 63, 64, 66, 70, 71, 72, 73, 76, 79, 94, 95, 97, 102
Endometritis, 109, 114
Epididimis, 7, 109
Estrus, 3, 13, 15, 16, 55, 56, 58, 82, 83, 101, 103, 109, 114
Extender, 3

F

Fertilisasi, 2, 3, 5, 13, 20, 39, 62, 63, 65, 70, 71, 75
Flow Cytometry, 13, 69

G

Gliserol, 11, 20, 41, 44
GnRH, 114

H

Heat Stress, 24

I

In Vitro Fertilization, 62, 63

In Vitro Maturation, 63
Inseminasi Buatan, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 20, 28, 39, 51, 68

K

Konsentrasi spermatozoa, 30
Kriopreservasi, 5, 6, 7, 12, 13, 14

M

MOET, 3, 13, 57, 64, 65, 71
Morula, 71
Motilitas, 7, 31, 32, 34, 36

O

Oosit, 62, 63, 65, 102, 103
Ovum Pick-Up, 62

P

Palpasi Rektal, 94, 97
PGF2α, 56, 57, 114
Plasma Nutfah, 2, 5, 15
Pregnancy-Associated Glycoprotein, 95
Progesteron, 56, 58, 102, 114
Prolaps, 109

S

Semen Beku, 4, 6, 7, 11, 12, 15, 16, 22, 23, 24, 28, 39, 42, 43, 44, 79, 113
Semen Cair, 3, 12, 15, 22, 28, 39, 41, 42, 43
Service per Conception, 24, 25, 88, 89, 90, 110
Sexing Spermatozoa, 3, 68, 69, 70, 73
Sinkronisasi Estrus, 3, 15, 16, 55, 56, 58, 82
Somatic Cell Nuclear Transfer, 76
Spermatogenesis, 33
Splitting Embrio, 4, 71, 73
Standing Heat, 49
Superovulasi, 3, 57, 64, 65, 71

T

Temperature-Humidity Index, 101
Thawing, 44
Transfer Embrio, 3, 4, 15, 20, 55, 64, 66, 79

V

Viabilitas Spermatozoa, 3, 7
Vibriosis, 21

Z

Zigot, 63

PROFIL PENULIS



Dr. Ir. Sukma Aditya Sitepu, S.Pt., M.Pt., IPM. Lahir di Kota Binjai, Sumatera Utara pada tanggal 8 Desember 1986. Pendidikan S1 diselesaikan pada tahun 2009 di Program Studi Produksi Ternak, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan. Pada tahun 2009-2012 melanjutkan pendidikan S2 di Program Studi Ilmu Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan. Selanjutnya pada tahun 2012-2019 penulis melanjutkan pendidikan S3 di Fakultas Peternakan, Universitas Andalas, Padang, dalam bidang produksi dan reproduksi ternak. Tahun 2025 penulis menyelesaikan Program Profesi Insinyur di Fakultas Peternakan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta dan memperoleh gelar Insinyur (Ir.) serta sertifikasi Insinyur Profesional Madya (IPM) bidang Peternakan. Penulis telah bertugas sebagai staf pengajar di Program Studi Peternakan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Pembangunan Panca Budi, Medan, dengan fokus pada bidang Produksi dan Reproduksi Ternak sejak tahun 2013 hingga 2024. Pada periode 2021 hingga 2023, penulis dipercaya sebagai Kepala Penelitian dan Pusat Studi, dan dari tahun 2023 hingga 2024, menjabat sebagai Kepala Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) di Universitas Pembangunan Panca Budi. Mulai tahun 2024 penulis bertugas sebagai staf pengajar di Universitas Syiah Kuala dan pada tahun 2025 dipercaya sebagai Kepala Laboratorium Ilmu Pemuliaan dan Reproduksi Ternak di Universitas Syiah Kuala. Mulai tahun 2026 penulis dipercaya sebagai

Kepala Laboratorium Lapangan Peternakan. Mata kuliah yang diajarkan oleh penulis meliputi Ilmu Produksi Ternak Perah, Manajemen Ternak Perah, Ilmu Reproduksi Ternak, serta Sumber Daya Genetik Ternak Lokal. Saat ini, penulis aktif dalam menjalankan tugas tri dharma pendidikan, yang mencakup pengajaran, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat. Penulis juga terlibat dalam publikasi di jurnal ilmiah nasional dan internasional, serta berpartisipasi dalam seminar ilmiah baik di tingkat nasional maupun internasional, serta berbagai kegiatan lainnya.



Dr. Mohd. Agus Nashri Abdullah, S.Pt., M.Si. Penulis lahir di Kota Banda Aceh, Provinsi Aceh, pada 16 Agustus 1971. Pendidikan Sarjana (S1) diselesaikan pada tahun 1995 pada Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala. Selanjutnya, penulis menempuh pendidikan Magister (S2) pada bidang Pemuliaan dan Genetika Hewan/Ternak di Institut Pertanian Bogor (IPB) pada tahun 2000–2003, dan pendidikan Doktor (S3) pada bidang yang sama di Fakultas Peternakan IPB pada tahun 2003–2008. Penelitian disertasi berfokus pada karakterisasi sapi Aceh berdasarkan pendekatan fenotipik, DNA mitokondria, dan DNA mikrosatelit. Penulis mengawali karier sebagai staf pengajar pada Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala sejak tahun 1997. Pada tahun 2010 hingga awal 2022, penulis dipercaya sebagai Kepala Laboratorium Ilmu Pemuliaan dan Reproduksi Ternak. Selanjutnya, pada periode 2022-2025, penulis mendapat amanah sebagai Koordinator Program Studi Magister Ilmu Peternakan, Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala. Sejak tahun 2026, penulis kembali dipercaya sebagai Kepala Laboratorium Ilmu Pemuliaan dan Reproduksi Ternak. Dalam bidang pendidikan, penulis mengampu berbagai mata kuliah pada jenjang Diploma, Sarjana, dan Magister, antara lain Genetika, Teknologi Pemuliaan Ternak, Statistika dan Analisis Data, Ilmu dan Teknologi Reproduksi Ternak, Bioteknologi Peternakan, Sumber Daya Genetik Ternak Lokal, serta Pemuliaan Ternak Lanjutan. Penulis aktif dalam pendidikan, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat, dengan fokus utama pada pemuliaan dan genetika ternak, reproduksi, bioteknologi, serta pelestarian dan pengembangan sumber daya genetik ternak lokal Aceh. Berbagai hasil penelitian mengenai ternak lokal Aceh telah dipublikasikan pada

forum ilmiah dan jurnal nasional maupun internasional. Penulis juga berkontribusi dalam tim pengusulan beberapa rumpun ternak lokal Aceh hingga memperoleh penetapan sebagai rumpun ternak nasional, yaitu Rumpun Sapi Aceh pada tahun 2011, Rumpun Kerbau Simeulue dan Kerbau Gayo pada tahun 2014, serta Rumpun Kuda Gayo pada tahun 2017. Melalui pengalaman tersebut, penulis terus berkomitmen mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi peternakan serta mendukung pelestarian, peningkatan mutu genetik, dan pemanfaatan berkelanjutan sumber daya genetik ternak lokal Aceh.



Dr. Elmy Mariana, S. Pt, M. Si.

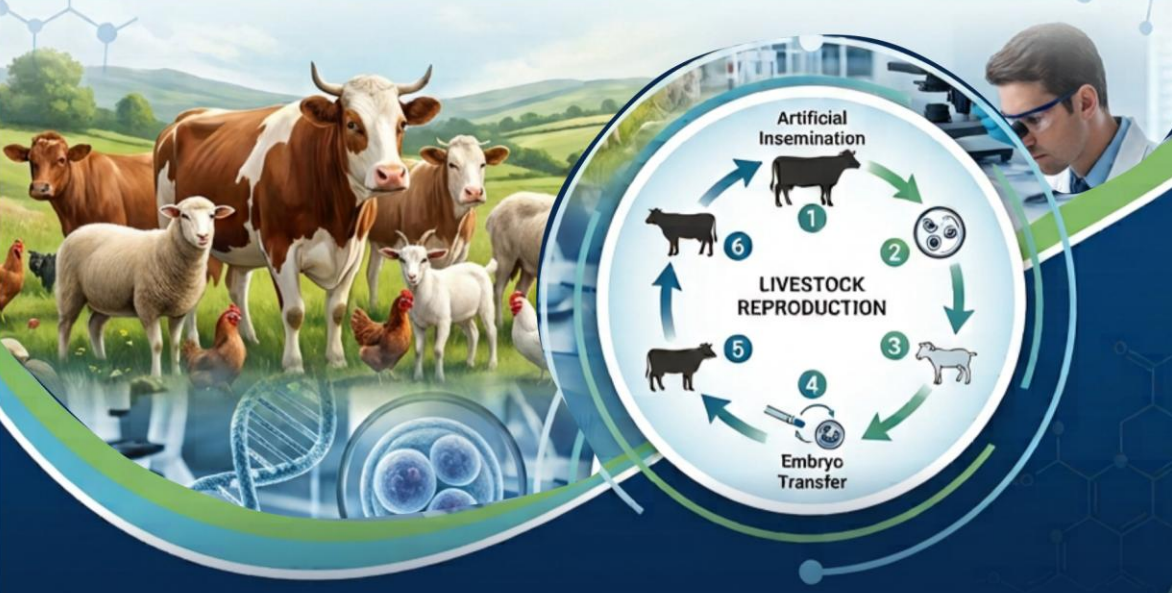
Lahir di Tulungagung tanggal 9 September 1979. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Teknologi Hasil Ternak Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada dan melanjutkan pendidikan S2 dan S3 pada Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan Sekolah Pasca Sarjana Universitas Institut Pertanian Bogor. Selain mengajar mata kuliah Ilmu Produksi Ternak Perah dan Manajemen Industri Ternak Perah, penulis juga aktif melakukan penelitian di bidang produksi ternak khususnya Ternak Perah. Buku ini disusun berdasarkan pengalaman mengajar dan penelitian selama lebih dari dua puluh tahun. Publikasi karya ilmiah di bidang produksi ternak perah diantaranya adalah: Respon fisiologis dan kualitas susu sapi perah Friesian Holstein pada musim kemarau panjang di dataran tinggi, Evaluasi aspek teknis pemeliharaan sapi perah menuju good dairy farming practices pada peternakan sapi perah rakyat Pondok Ranggon, Thermoregulation, haematological profile, and productivity of Holstein Frisian dairy cow under heat stress at different altitude, Polymorphism of HSP70 gene as an indicator of heat stress resistance on dairy cattle under different altitude in Indonesia, Association of HSP70 gene with milk yield and milk quality on dairy cattle in Indonesia.



Dr. Parsaoran Silalahi, S.Pt., M.Si. Lahir di Porsea 20 Agustus 1982 dan saat ini menjadi dosen tetap pada Program Studi Peternakan, Fakultas Peternakan, Universitas HKBP Nommensen, Medan. Penulisa menyelesaikan program Sarjana dan Master di Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan, IPB Bogor kemudian menyelesaikan program doktor di Universite Paris Sacclay, Prancis tahun 2017 di bidang Animal Genetic and Biology Integratif. Setelah S3 Penulis melanjutkan program PostDoctoral di Tunghai University, Taiwan tahun 2018-2019 dengan fokus genetika kuantitatif. Penulis saat ini aktif dalam kolaborasi penelitian lintas institusi di bidang bioteknologi reproduksi unggas lokal Indonesia seperti BRIN dan Universitas Syah Kuala. Penulis saat ini menjabat Wakil Dekan 1 di Fakultas Peternakan sekaligus mengepalai Laboratorium Reproduksi Ternak di fakultas yang sama. Penulis mengajar Mata Kuliah Ilmu Reproduksi Ternak dan banyak membimbing penelitian mahasiswa Sarjana dan Master yang membahas tentang evaluasi kualitas spermatozoa ternak besar maupun unggas. Penulis merupakan anggota Komisi Bibit di bawah Kementerian Pertanian Republik Indonesia sejak 2024 sampai saat ini dan Menjadi Tenaga Ahli di Australia Indonesia Partnership (AIP-PRISMA) tahun 2019-2024 dalam rangka perbaikan mutu genetik ternak di Provinsi Nusa Tenggara Timur.



Nazwa Rapika Salsabila Lahir di Dalu X B pada tanggal 09 Desember 2003. Pendidikan SD diselesaikan di SDN. 104237 di Tanjung Morawa. Pendidikan SMP diselesaikan di MTsn Lubuk Pakam. Pendidikan SMAs Nur Azizi Tanjung Morawa. Pendidikan S1 diselesaikan pada tahun 2025 di program Studi Peternakan Fakultas Pertanian di Universitas Syiah Kuala. Penulis menempuh program fasttrack pada Program Studi Magister Studi Ilmu Peternakan, Universitas Syiah Kuala sejak tahun 2025 dan lulus pada tahun 2026.



Keberhasilan usaha peternakan tidak hanya ditentukan oleh penguasaan teknologi reproduksi, tetapi juga oleh manajemen reproduksi yang baik dan terjaganya kesehatan reproduksi ternak. Buku ajar ini disusun untuk memadukan kedua aspek tersebut secara utuh dalam satu rujukan yang runtut dan aplikatif.

Buku ini terdiri dari enam belas bab. Pembahasan dimulai dari ruang lingkup dan perkembangan teknologi reproduksi ternak, dilanjutkan dengan inseminasi buatan, koleksi dan prosesing semen, sinkronisasi estrus, superovulasi, fertilisasi in vitro dan transfer embrio, sexing spermatozoa dan embrio, splitting embrio, hingga kloning dan rekayasa genetik. Bagian akhir buku membahas manajemen dan efisiensi reproduksi, pemeriksaan kebuntingan, manajemen lingkungan untuk kesehatan reproduksi, jenis-jenis penyakit reproduksi, serta upaya pencegahan dan penanggulangannya. Sebagian materi, khususnya pada Bab 5, memuat hasil penelitian tim penulis tentang pemanfaatan bahan alami sebagai antioksidan dalam pengencer semen.

Setiap bab dilengkapi tujuan pembelajaran, rangkuman, dan soal latihan. Buku ini bermanfaat bagi mahasiswa, dosen, peneliti, inseminator, penyuluh, dan praktisi peternakan.

TAHTA MEDIA GROUP
IKAPI
IKATAN PENERBIT INDONESIA

CV. Tahta Media Group
Sukoharjo, Jawa Tengah
Web : www.tahtamedia.co.id
Ig : tahtamediagroup
Telp/WA : +62 896 5427 3996

ISBN 978-634-262-360-2 (PDF)