

STRATEGI PEMULIAAN UNTUK PERBAIKAN PRODUKTIVITAS TERNAK LOKAL

Anneke Anggraeni

Balai Penelitian Ternak, PO Box 221, Ciawi, Bogor

*Korespondensi email: ria.anneke@yahoo.co.id

Abstrak. Peternakan Nasional telah berkontribusi nyata dalam menyediakan pangan protein hewani masyarakat. Kekayaan rumpun dan galur ternak asli dan lokal sebagai hasil seleksi dan adaptasi pada berbagai agroekosistem spesifik memberikan keragaman genetik ternak dengan berbagai keunikan karakteristik. Rumpun dan galur ternak asli dan lokal memerlukan perbaikan produktivitas melalui program pemuliaan untuk merespon permintaan protein hewani yang semakin meningkat dan merespon berbagai perubahan di masa mendatang. Penetapan program pemuliaan membutuhkan pertimbangan sejumlah elemen utama bergantung kepada pilihan strategi pemuliaan dalam mencapai perbaikan genetik yang diinginkan. Pemilihan strategi pemuliaan utamanya meliputi: 1) seleksi dalam rumpun atau galur, 2). seleksi antara rumpun, dan 3). perkawinan silang. Paper menguraikan keberadaan sumberdaya genetik rumpun dan galur ternak asli dan lokal, perbaikan genetik terhadap produktivitas yang sudah dilakukan, dan pemilihan strategi pemuliaan secara sistematis untuk meningkatkan produktivitas dan sifat yang diinginkan. Strategi pemuliaan yang dipilih perlu memperhatikan karakteristik dari rumpun (spesies) ternak, peternak dan komunitasnya, sistem produksi, dukungan infrastruktur, permintaan pasar, dan sumberdaya alam.

Kata kunci: rumpun dan galur ternak lokal, perbaikan produktivitas, strategi pemuliaan

Abstract. National Farming industry have made contribution in providing animal protein to the community. The wealth of native and local livestock strains as a result of selection and adaptation to various specific agroecosystems provides genetic diversity of livestock. Native and local livestock clumps and strains require productivity improvements through breeding programs in order to respond the growing demand for animal proteins and future changes. The determination of breeding programs requires consideration of the main elements depending on the breeding strategic option for achieving genetic improvement. The selection of breeding strategies mainly includes: 1) selection in clumps or strains, 2). selection between clumps, and 3). crossbreeding. The paper outlines the existence of native and local breeding resources and strains, genetic improvements to productivity that previously done, and the systematic selection of breeding strategies to increase productivity and expected characteristics. Breeding strategy needs to considered to the characteristics of livestock, farmers and their communities, production systems, infrastructure support, market demand, and natural resources.

Keywords: local clumps and strain, productivity improvement, breeding strategy

PENDAHULUAN

Peternakan telah berkontribusi nyata bagi pembangunan pertanian nasional. Berbagai rumpun dan galur ternak yang ada merupakan sumberdaya genetik esensial bagi pembangunan subsektor peternakan. Ternak memiliki fungsi utama sebagai penghasil pangan hewani berupa daging, susu, dan telur. Keberadaan rumpun dan galur ternak asli dan lokal memberi arti penting sebagai sumber mata pencaharian, pendapatan, tabungan, sosial, adat, budaya, norma, etika, dan fungsi lainnya bagi kehidupan peternak, pemelihara ternak, dan masyarakat luas. Keberadaan ternak dari berbagai spesies yang ada (dalam 103 ekor) secara nasional meliputi ternak ruminansia besar yaitu sapi potong (16.930), sapi perah (565), kerbau (1.134), dan kuda (375); ruminansia kecil yaitu kambing (18.463), domba (17.834), dan babi (8.521); ternak unggas yaitu ayam ras pedaging (3.169.805), ayam ras petelur (263.918), ayam buras (301.761), itik (47.783) dan itik manila (9.446); serta aneka ternak

antara lain kelinci (1.247), burung puyuh (14.844), dan merpati (2.700) (Ditjen PHK, 2020). Keanekaragaman genetik dari ternak tersebut diharapkan akan berperan semakin besar dalam mensuplai kebutuhan protein hewani dan kebutuhan lainnya bagi masyarakat luas.

Pertambahan penduduk, perbaikan ekonomi, dan kesadaran gizi dari masyarakat telah membawa pada suatu kondisi meningkatnya kebutuhan protein hewani dan produk ternak. Permintaan produk-produk peternakan mengalami pertumbuhan lebih cepat daripada produk pertanian di banyak negara berkembang. Hal ini telah menggeser pola perubahan konsumsi lebih kepada protein hewani, yang menyebabkan terjadinya apa yang disebut sebagai ‘revolusi peternakan’ (Delgado et al, 2001). Hal yang sama terjadi di Indonesia yang mana protein hewani semakin banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Konsumsi protein hewani (per kapita per hari) masyarakat berupa daging, telur, dan susu pada tahun 2019 berurutan sejumlah 3,88 gr, 3,42 gr dan 3,42 gr, apabila dibandingkan terhadap konsumsi di tahun 2018, daging mengalami kenaikan konsumsi sebesar 4,02%, tetapi untuk telur dan susu mengalami penurunan konsumsi masing-masing 2,29% dan 2,29% (Ditjen PKH, 2020). Penurunan konsumsi telur dan susu sedikit banyak dipengaruhi dinamika suplai dan deman dari kedua produk memasuki awal masa pandemi Covid 19. Namun permintaan akan protein hewani masyarakat diperkirakan akan terus meningkat pada masa mendatang.

Perbaikan produktivitas ternak secara teknis sudah banyak dilakukan oleh berbagai pihak, seperti pada aspek pemeliharaan, pemberian pakan, penanganan penyakit, dan pengolahan hasil. Pengelolaan dan pemanfaatan rumpun dan galur ternak asli dan lokal dengan tujuan perbaikan genetik melalui program pemuliaan secara praktis sudah cukup banyak dilakukan. Akan tetapi perbaikan produktivitas melalui program pemuliaan praktis di lapangan, pada kondisi tertentu memberi tendensi terjadinya penurunan populasi dan degradasi genetik dari sejumlah rumpun dan galur ternak (Hariyono et al, 2014). Perbaikan produktivitas umumnya diprioritaskan pada spesies ternak besar dalam rangka memenuhi kebutuhan daging secara cepat. Pada sapi potong, sebagai ilustrasi, program intensifikasi kawin IB menggunakan semen beku dari pejantan sejumlah rumpun eksotik terhadap sapi-sapi betina dari rumpun lokal telah dilakukan secara meluas. Perkawinan IB yang dilakukan kurang terkontrol berpotensi mengakibatkan degradasi genetik dari rumpun sapi asli dan lokal. Penggunaan GP (Grand Parent) dan PS (Parent Stock) pada ayam ras pedaging dan petelur dengan produktivitas tinggi dari galur (line) impor dalam usaha komersil, secara lambat atau cepat akan mengurangi fungsi dan menghilangkan keberadaan ayam asli dan lokal.

Perbaikan genetik dari ternak asli dan lokal dalam upaya memenuhi kebutuhan protein hewani dan fungsi-fungsi penting lainnya, memerlukan perencanaan dan pelaksanaan program pemuliaan secara sesuai. Untuk bisa merealisasikan manfaat dari program pemuliaan, tujuan pemuliaan perlu ditentukan secara tepat dengan memperhatikan berbagai aspek yang mungkin dapat menjadi peluang ataupun kendala dalam menetapkan ruang lingkup program pemuliaan. Program pemuliaan yang sesuai dapat dipandang sebagai investasi untuk perbaikan produktivitas dari rumpun ternak yang menjadi potensi dalam menghasilkan pangan hewani dan produk peternakan lainnya. Selain itu,

melalui perbaikan genetik yang tepat, diharapkan akan bisa merespon adanya perubahan permintaan pasar dan lingkungan, invasi penyakit, serta kebutuhan sosial dan ekonomi mulai dari peternak sampai masyarakat luas, sekaligus merespon perubahan iklim global (FAO, 2007; FAO, 2015).

Paper menguraikan keberadaan sumberdaya genetik rumpun dan galur ternak asli dan lokal, perbaikan genetik pada produktivitas yang sudah dilakukan, dan pemilihan strategi pemuliaan dalam memperbaiki produktivitas dan sifat yang diinginkan. Strategi pemuliaan perlu memperhatikan karakteristik dari rumpun (spesies) ternak, peternak dan komunitasnya, sistem produksi, dukungan infrastruktur, permintaan pasar, dan sumberdaya alam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Status Ternak Nasional

Keragaman genetik ternak nasional berupa rumpun dan galur dari berbagai spesies yang ada meliputi baik rumpun dan galur ternak asli dan lokal maupun rumpun ternak introduksi dan persilangannya. Indonesia sebagai negara kepulauan yang membentang secara luas di wilayah tropis katulistiwa memberikan kekayaan keanekaragaman genetik berbagai rumpun dan galur ternak asli dan lokal dengan keunikan karakteristik yang dimilikinya. Ternak-ternak tersebut sebagai hasil dari proses adaptasi dan seleksi baik secara alami maupun buatan oleh manusia yang sudah berlangsung lama dalam memenuhi kebutuhan pangan hewani dan keperluan lainnya pada berbagai pola produksi, lingkungan dan agroekosistem.

Untuk memenuhi kebutuhan pangan hewani masyarakat yang semakin besar dan keperluan produk-produk ternak yang semakin bervariasi, banyak rumpun ternak terutama rumpun-rumpun eksotik dari negara iklim sedang, diintroduksi untuk dibudidayakan secara murni maupun persilangan dengan ternak lokal.

Ketersediaan sumberdaya genetik ternak berupa rumpun dan galur dari berbagai spesies secara nasional terdiri dari (Ditjen PKH, 2020):

- a. ruminansia besar, yaitu: sapi potong, sapi perah, kerbau, dan kuda;
- b. ruminansia kecil, yaitu: kambing, domba, dan babi;
- c. unggas meliputi: ayam buras, ayam ras pedaging, ayam ras petelur, itik, dan itik manila; serta
- d. aneka ternak seperti: kelinci, burung puyuh, dan merpati.

Berbagai sumberdaya genetik ternak tersebut menyebar luas di berbagai wilayah di Indonesia. Berdasarkan persebaran populasi secara administratif yang diperoleh dari 34 provinsi yang terdata pada tahun 2019 (Ditjen PKH, 2020) (Ditjen PKH, 2020), sebaran populasi ternak sebagian besar terkonsentrasi di Pulau Jawa. Tabel 1 menjelaskan bahwa sapi potong, sapi perah, ayam ras petelur, kelinci, dan merpati memiliki sebaran populasi terbanyak berada di Provinsi Jawa Timur. Kambing, ayam buras, dan puyuh dengan populasi terpadat di Provinsi Jawa Tengah. Domba, ayam ras pedaging, itik, dan itik manila dengan populasi terpadat di Provinsi Jawa Barat. Populasi terbanyak

untuk kerbau dan babi di Provinsi Nusa Tenggara Timur, sedangkan untuk kuda di Provinsi Sulawesi Selatan.

Tabel 1. Populasi ternak pada tingkat kepadatan tertinggi berdasarkan sebaran di Provinsi

Provinsi	Populasi terpadat (%) dari total populasi ternak nasional (ekor)
Jawa Barat	domba 12.272.435 ekor (68,8%), ayam ras pedaging 760.143.059 ekor (24,0%), itik 8.317.056 ekor (17,4%), dan itik manila 3.107.439 ekor (32,9%).
Jawa Tengah	kambing 4.060.681 ekor (22,0%), ayam buras 42.754.276 ekor (14,2%), dan puyuh 4.619.478 ekor (31,7%).
Jawa Timur	sapi potong 4.815.330 ekor (28,4%), sapi perah 295.141 ekor (52,2%), ayam ras petelur 96.543.331 ekor (36,6%), kelinci 394.629 ekor (31,7%), dan merpati 1.106.856 ekor (40,8%).
Nusa Tenggara Timur	kerbau 189.972 ekor (16,8%) dan babi 2.694.830 ekor (31,6%).
Sulawesi Selatan	kuda 115.129 ekor (30,7%)

Keterangan : % dari total populasi ternak (ekor)

Sumber: Ditjen PKH (2020)

Dinamika populasi ternak dapat diindikasikan dari laju pertumbuhannya per periode waktu. Perkembangan populasi ternak nasional diperoleh selama empat tahun terakhir dalam tahun 2016-2019 (Ditjen PKH, 2020). Ternak dengan laju pertumbuhan positif per tahun didapatkan mulai dari yang tertinggi berurutan untuk ayam ras pedaging (29,13%), ayam ras petelur (20,79%), itik manila (4,96%), domba (4,36%), babi (2,56%), sapi perah (1,99%), sapi potong (1,92%), puyuh (1,83%), kelinci (1,40%), ayam buras (0,84%), dan itik (0,35%). Sebaliknya laju pertumbuhan negatif terjadi pada kerbau (-2,65%) dan kuda (-3,97%). Diperlukan perhatian dan usaha untuk mempertahankan bahkan meningkatkan kembali populasi ternak kerbau dan kuda yang mengalami penurunan populasi.

Sistem Produksi

Sistem produksi peternakan di Indonesia pada dasarnya dapat diklasifikasikan kedalam peternakan berbasis kepada (Sodiq et al, 2017):

- lahan terbatas (landless),
- berbasis tanaman budidaya (crop-based); dan
- berbasis lahan penggembalaan (rangeland-based).

Peternakan berbasis tanaman budidaya mendominasi sistem pemeliharaan ternak dari berbagai spesies. Peternakan berbasis tanaman pangan ditemukan sebagai sistem pertanian campuran baik secara tradisional ataupun semi intensif pada berbagai agroekosistem dari iklim tropis lembab di Indonesia. Sementara sistem padang penggembalaan cukup banyak ditemukan di bagian timur Indonesia dan sejumlah pulau di luar Jawa.

Sistem peternakan terintegrasi dengan tanaman pangan umumnya dicirikan oleh penggunaan input luar yang relatif rendah, dengan produk dari satu komponen pada suatu sistem digunakan sebagai input untuk sistem yang lain. Ternak besar pada pola pertanian campuran ini berfungsi penting sebagai tenaga kerja untuk mengolah tanah. Residu tanaman menjadi sumber pakan bagi ternak. Penggunaan kotoran ternak membantu untuk menjaga kesuburan tanah (Devendra, 2007).

Mempertahankan fungsi ternak dalam sistem pertanian campuran dengan demikian dapat memelihara keragaman genetik dari ternak lokal. Sebaliknya pergeseran lahan sebagai habitat ternak,

perubahan pola integrasi tanaman budidaya dan ternak (misal intensifikasi pertanian), pengurangan padang penggembalaan, serta perubahan iklim dapat mengancam keragaman genetik ternak pada sistem produksi setempat.

Pemanfaatan Ternak Lokal

Produk peternakan diperlukan dalam volume yang besar dan terus meningkat dari masyarakat. Hal ini mendorong perlunya perbaikan produktivitas ternak melalui introduksi rumpun eksotik dan persilangannya dengan rumpun dan galur ternak asli dan lokal. Pemanfaatan rumpun dan galur ternak asli dan lokal melalui penerapan pemuliaan secara praktis sudah cukup banyak dilakukan, baik dalam bentuk program pemerintah maupun dalam kegiatan komersil. Perbaikan genetik pada produktivitas dari sejumlah spesies ternak diuraikan berikut ini.

Sapi potong

Pada spesies besar terutama sapi potong untuk meningkatkan produktivitas rumpun asli dan lokal secara cepat telah dilakukan persilangan dengan sejumlah rumpun sapi eksotik yang biasanya memiliki performa tubuh berukuran besar, seperti Simmental, Limousin, Angus, Hereford, dan Brahman. Penyebaran material genetik dari rumpun sapi eksotik dilakukan dalam skala luas dengan cara perkawinan IB melalui sejumlah program nasional (Talib, 2001; Dwiyanto dan Inounu, 2009). Menurut Dwiyanto dan Inounu (2009) persilangan melalui perkawinan IB yang terjadi cenderung untuk melakukan grading up kepada sejumlah rumpun eksotik. Peternak menyukai sapi keturunan silangan karena harga jual anak jantan sangat tinggi, tetapi dengan tipe badan yang lebih besar membutuhkan banyak pakan dan dukungan input produksi. Pada kondisi sulit pakan, sapi silangan menjadi kurus dan kondisi tubuh buruk, yang mengakibatkan menurunnya kinerja reproduksi (misal S/C tinggi, jarak beranak panjang, dan rendahnya calf crop).

Pejantan rumpun eksotik dipakai kawin IB untuk meningkatkan laju pertumbuhan dan bobot badan, sehingga meningkatkan produksi daging per individu dari sapi silangan secara cepat. Akan tetapi program persilangan yang dilakukan secara kurang terencana akan mengakibatkan degradasi genetik dari rumpun dan galur sapi potong lokal. Kondisi ini terjadi di banyak negara berkembang di wilayah tropis (Dwiyanto dan Inounu, 2009; Herath dan Mohammad, 2009; Thiruvenkadan, 2016; dan Mekonnen et al, 2020).

Sapi perah

Introduksi rumpun sapi perah eksotik untuk dikembangkan secara murni dilakukan sebagai upaya memenuhi kebutuhan susu dalam volume yang besar. Indonesia tidak memiliki rumpun sapi perah lokal, sehingga sejak dilakukan intensifikasi pembangunan persusuan nasional pada akhir tahun 1980-an, telah diimpor sapi perah Friesian Holstein (FH) dalam jumlah besar. Sapi FH ini sebagian besar dipelihara secara semi intensif oleh peternak rakyat pada berbagai agroekosistem. Kemudahan akses pelayanan IB melalui ketersediaan semen beku pejantan FH impor dan hasil Uji Progeni Nasional

telah memelihara kemurnian rumpun sapi FH domestik (Anggraeni, 2012; Anggraeni dan Tiesnamurti, 2016).

Produksi susu sapi FH di sejumlah negara tropis menurun sekitar 40-60% dari potensi produksinya di daerah asal yang beriklim sedang. Hal ini menunjukkan adanya interaksi faktor genetik dan lingkungan. Pada kondisi pemeliharaan di peternak juga terjadi inferioritas produktivitas baik produksi susu dan reproduksi dari sapi FH karena keterbatasan manajemen pemeliharaan, pemberian pakan, penanganan kesehatan, serta cekaman iklim tropis (Anggraeni dan Iskandar, 2008; Anggraeni, 2009; Anggraeni, 2012). Sapi Jersey sebagai salah satu rumpun sapi perah eksotik sudah dikembangkan secara terbatas di perusahaan sapi perah.

Domba dan kambing

Perbaikan genetik pada ternak domba dan kambing dari rumpun lokal melalui persilangan dengan rumpun eksotik dilakukan tidak seintensif pada sapi potong. Persilangan pada rumpun domba lokal biasanya dilakukan untuk memenuhi permintaan ekspor. Melalui introduksi material genetik dari rumpun eksotik, diharapkan berat potong domba silangan dapat memenuhi persyaratan yang ditetapkan negara importir (Noor dan Hidayat, 2017). Perkawinan silang juga dilakukan pada kambing dwiguna dan potong. Rumpun Saanen sering disilangkan dengan kambing PE untuk memperbaiki kemampuan produksi susu per laktasi dari keturunan silangan (Anggraeni et al, 2020). Sejumlah rumpun kambing lainnya juga diintroduksi untuk disilangkan atau dikembang biakkan secara murni, seperti rumpun British Alpine, Boer, dan Anglo Nubian. Persilangan antara pejantan Boer dengan kambing PE ataupun kambing kacang sering dilakukan untuk meningkatkan bobot karkas dan produksi daging.

Ayam dan itik

Introduksi galur atau line dari ayam ras tipe pedaging dan tipe petelur sebagai *Grand Parent Stocks* (GPS) dan *Parent Stocks* (PS) dilakukan oleh industri peternakan unggas di dalam negeri. Sistem usaha komersial yang mengedepankan produktivitas dan nilai ekonomis dari industri peternakan ayam ras, umumnya menggunakan galur atau line dengan produktivitas tinggi untuk menghasilkan daging dan telur. Hal ini sesuai dengan target untuk mencapai keuntungan tertinggi pada sistem produksi berbasis industri.

Perbaikan produktivitas pada ayam dan itik lokal pada beberapa kondisi mulai dilakukan baik melalui seleksi untuk diarahkan kepada peningkatan produksi daging ataupun produksi telur, maupun melalui persilangan terutama antara rumpun dan galur lokal. Namun perbaikan genetik pada ayam dan itik lokal dilakukan masih dalam skala terbatas.

Perbaikan produktifitas dengan cara aplikasi pemuliaan praktis pada berbagai spesies ternak di lapangan biasanya dilakukan secara sederhana dengan dukungan komponen pemuliaan secara terbatas. Demikian pula masih kurang dilakukan proses monitoring dan evaluasi terhadap hasil dari program perbaikan genetik yang sudah dilakukan.

Masalah Persilangan

Perkawinan silang rumpun dan galur ternak asli dan lokal terhadap rumpun eksotik sering tidak memberikan hasil sesuai harapan pada perbaikan produktivitas ataupun karakteristik yang diinginkan. Persilangan dengan rumpun eksotik bahkan dapat mengakibatkan disintegrasi genetik dari rumpun lokal. Pada sapi potong sebagai ilustrasi, persilangan rumpun sapi potong lokal dengan rumpun eksotik memang dapat memperbaiki sifat-sifat pertumbuhan keturunan silangan, tetapi sapi silangan ini memerlukan pakan dan input produksi yang lebih baik dan lebih banyak (Herath dan Mohammad, 2009; Dwiyanto dan Inounu, 2009; Mekonnen et al, 2020).

Persilangan antara rumpun sapi lokal dengan eksotik di sejumlah negara tropis menghasilkan efek heterosis pada produktivitas sekitar 26% dibandingkan terhadap rumpun lokal murni (Mekonnen et al, 2020). Akan tetapi pada kondisi pemeliharaan kurang mendukung, sapi silangan menampilkan kinerja reproduksi dan fertilitas menurun, bahkan pada komposisi darah rumpun eksotik cukup tinggi (> 75%) dapat mengakibatkan disfertilitas (Dwiyanto dan Inounu, 2009; N’Goran et al, 2017; Mekonnen et al, 2020).

Ternak persilangan untuk dapat mengeskpreikan potensi genetik dari keunggulan rumpun eksotik tetuanya, membutuhkan intensifikasi budidaya melalui perbaikan pemeliharaan, pemberian pakan, penanganan kesehatan, kontrol lingkungan, pengendalian penyakit dan lainnya. Oleh karenanya dibutuhkan dukungan input produksi dan lingkungan yang kondusif agar potensi genetik dari rumpun ternak produktivitas tinggi dapat terekspresi secara optimal pada keturunan silangannya (Seid, 2017; Mekonnen et al, 2020).

Program dan Elemen Pemuliaan

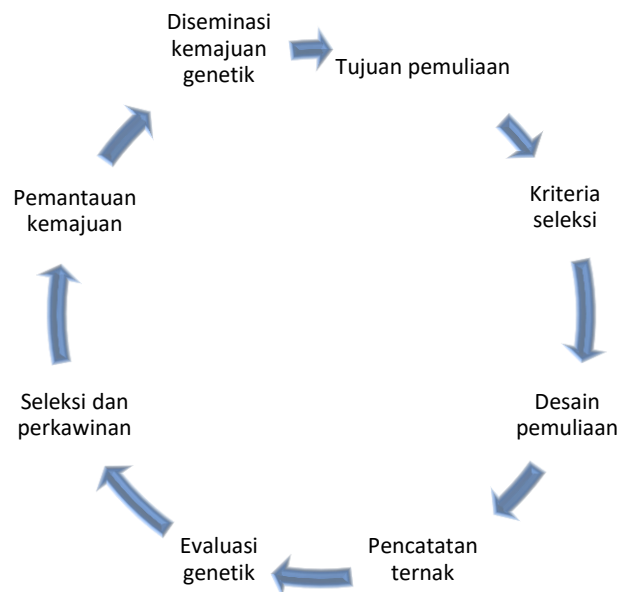
Program pemuliaan

Program pemuliaan dapat didefinisikan sebagai suatu program yang sistematis dan terstruktur untuk mengubah komposisi genetik suatu populasi berdasarkan kriteria performan yang objektif. Kegiatan pemuliaan dapat dipandang sebagai investasi untuk perbaikan produktivitas secara berkelanjutan dari populasi ternak dalam suatu rumpun, yang berpotensi untuk menghasilkan pangan hewani berupa produk peternakan dan barang kebutuhan lainnya. Program pemuliaan juga diperlukan untuk merespon adanya perubahan di masa mendatang, seperti permintaan produk ternak, sistem usaha, orientasi pasar, lingkungan, invasi penyakit, dan ancaman iklim global. Perbaikan genetik ternak melalui program pemuliaan yang terencana menjadi penentu dalam pengelolaan dan pemanfaatan ternak lokal secara berkelanjutan (FAO, 2007; Herath dan Mohammad, 2009; FAO, 2015; Thiruvenkadan, 2016).

Elemen pemuliaan

Dalam menetapkan langkah-langkah program pemuliaan, maka diperlukan pertimbangan terhadap sejumlah elemen utama, yang mencakup: i). penentuan tujuan pemuliaan, ii). pemilihan kriteria seleksi, iii). desain skema pemuliaan, iv). pencatatan ternak, v). evaluasi genetik, vi). seleksi dan

perkawinan, vii). pemantauan kemajuan; dan viii). penyebaran kemajuan genetik (Simm, 1998; FAO, 2007; Thiruvenkadan, 2016).



Gambar 1. Elemen utama dalam menetapkan program pemuliaan

1. Tujuan pemuliaan

Tujuan pemuliaan mencakup berbagai sifat yang menjadi target perbaikan genetik. Perbaikan sifat yang diinginkan pada ternak sangat sering berhubungan dengan kepentingan ekonomi, seperti perbaikan pada produktivitas, longevidas, vigoritas, dan reproduksi. Dalam menetapkan tujuan pemuliaan sebaiknya memperhatikan pula nilai non ekonomis (seperti aspek budaya dan sosial), kesesuaian sistem produksi, dan keselarasan dengan tujuan pembangunan peternakan (pertanian) nasional (FAO, 2007; FAO, 2015).

2. Kriteria seleksi

Kriteria seleksi dipakai untuk mengambil keputusan dalam menentukan ternak sebagai tetua bagi generasi berikutnya. Kriteria seleksi secara sederhana hanya mempertimbangkan satu aspek, namun bisa mencakup lebih dari satu aspek yang membawa keputusan untuk penentuan hasil seleksi ternak melalui penyusunan indeks seleksi. Indeks seleksi sebaiknya mempertimbangkan hanya sifat yang relevan dengan tujuan pemuliaan, sehingga tidak menurunkan intensitas seleksi (Falconer dan Mackay, 1996).

3. Desain pemuliaan

Merancang program pemuliaan memerlukan pengambilan berbagai keputusan dalam urutan yang logis dan memperhatikan peluang melakukan perubahan untuk mendapatkan cara terbaik dalam memanfaatkan struktur populasi ternak agar memberikan perbaikan genetik sesuai target.

Pengambilan keputusan perlu mempertimbangkan tiga komponen penentu dari laju perubahan genetik, yaitu: intensitas seleksi, akurasi seleksi dan interval generasi. Perancangan program

pemuliaan akan dipengaruhi oleh laju reproduksi dari ternak produktif (breeding animals), pada laju reproduksi yang tinggi, akan memerlukan lebih sedikit ternak dalam desain pemuliaan (Simm, 1998).

4. Pencatatan ternak

Pencatatan data pada performan dan silsilah ternak adalah komponen utama untuk perbaikan genetik dari program pemuliaan. Pengukuran performan yang lengkap, akurat, dan konsisten mengarahkan kepada seleksi yang efisien.

Pengumpulan data dapat dilakukan berdasarkan penampilan individu, saudara (sib), dan keturunan (uji progeni). Uji progeni berguna untuk meningkatkan akurasi seleksi untuk spesies dengan tingkat reproduksi rendah, sifat terkait sex dan pewarisan genetik rendah (h^2), serta menguji interaksi genotipe-lingkungan (Falconer dan Mackay, 1996).

5. Evaluasi genetik

Kemajuan dalam program pemuliaan membutuhkan ternak dengan genotipe unggul pada sifat-sifat yang diinginkan, untuk dijadikan sebagai tetua dalam perkawinan guna menghasilkan generasi berikutnya. Nilai pemuliaan diprediksi berdasarkan penampilan fenotipe yang memerlukan pemisahan pengaruh non genetik melalui kegiatan evaluasi genetik (Falconer dan Mackay, 1996; Anggraeni, 2000).

Estimasi nilai pemuliaan dapat menggunakan metode sederhana seperti menghitung PBV (Predicted Breeding Value) dan EBV (Estimated Breeding Value), dengan membandingkan grup kontemporari, atau dalam penggunaan data dan silsilah yang lengkap dengan memakai metode analisa seperti BLUP (Best Linier Unbiased Prediction) dan REML (Restricted Maximum Likelihood) (Henderson, 1975). BLUP telah menjadi metode standar untuk hampir semua spesies ternak terutama di negara maju (FAO, 2007). BLUP pada model hewan mampu mengevaluasi sejumlah sifat yang difasilitasi oleh kemajuan metode komputasi.

6. Seleksi dan Perkawinan

Seleksi

Seleksi keunggulan sifat dari individu ternak mendasarkan pertimbangan pada kriteria seleksi yang ditetapkan. Untuk meningkatkan intensitas seleksi, maka hanya sedikit ternak terbaik yang dipilih sebagai tetua dalam perkawinan, namun perlu memperhatikan batasan minimal ukuran populasi dan kemampuan reproduksi ternak. Ternak jantan umumnya memiliki laju reproduksi jauh lebih tinggi dari pada betina.

Seleksi pada pejantan biasanya dilakukan secara ketat dengan jumlah yang sedikit daripada betina, sehingga memberikan intensitas seleksi yang lebih tinggi. Untuk mengontrol perkawinan sedarah disarankan untuk membatasi jumlah kerabat dekat yang dipilih dan menghindari kawin antara saudara kandung dan saudara tiri.

Perkawinan

Perkawinan assortative adalah suatu cara yang paling sering dilakukan, yakni melakukan perkawinan antara jantan terbaik dengan betina terbaik dari hasil seleksi. Apabila banyak sifat

dipertimbangan pada tujuan pemuliaan, maka beberapa pola perkawinan dapat dilakukan untuk menyesuaikan tetua dengan pembawa sifat berbeda. Perkawinan IB dengan tingkat keberhasilan yang baik, dapat dipakai untuk penyebaran material genetik pejantan terbaik secara cepat dan meluas (Herath dan Mohammad, 2009; Anggraeni et al, 2012).

7. Pemantauan kemajuan

Hal ini melibatkan evaluasi berkala dari program pemuliaan sehubungan dengan kemajuan capaian yang diinginkan, sekaligus mendeteksi efek yang tidak diinginkan dari proses seleksi, seperti terjadi penurunan variasi genetik (Biscarini et al, 2015).

Untuk menilai kemajuan program pemuliaan, dapat dilihat dari tren fenotipik dan genetik dari sifat yang diperbaiki dengan cara meregresikan rata-rata fenotipe dan rata-rata nilai pemuliaan anak terhadap tahun kelahiran. Pada kondisi lapangan, perlu melihat hasil kesesuaian hasil dan umpan balik dari pengguna (FAO, 2015; Seid, 2017).

8. Diseminasi kemajuan genetik

Keunggulan genetik ternak perlu disebarluaskan secara meluas untuk memperbaiki genetik populasi. Perkawinan IB berperan penting untuk mendistribusikan keunggulan pejantan terutama pada ternak ruminansia besar. Diseminasi material genetik di lapangan dapat dilakukan melalui Skema Pemuliaan Inti, baik dengan pola terbuka atau tertutup (Jeyaruban dan Rahman, 2009; Biscarini et al, 2015). Untuk dapat mengoperasionalkan struktur pemuliaan yang ditetapkan, perlu melihat dukungan infrastruktur, kondisi SDM Peternak, sosial ekonomi, tradisi dan budaya serta agroekosistem setempat (Herath dan Mohammad, 2009; FAO, 2015; Thiruvankadan, 2016).

Strategi Pemuliaan

Sistem produksi peternakan nasional, sama halnya dengan banyak negara berkembang di wilayah tropis, masih didominasi oleh peternakan semi intensif dan tradisional dalam bentuk sistem integrasi tanaman budidaya dengan penggunaan input rendah dan sedang (low – medium input). Untuk dapat merealisasikan manfaat dari program pemuliaan, maka dalam menentukan tujuan pemuliaan, perlu memperhatikan berbagai aspek yang mungkin dapat menjadi peluang ataupun kendala dalam menetapkan ruang lingkup program pemuliaan (FAO, 2007; Herath dan Mohammad, 2009; FAO, 2015; Thiruvankadan, 2016).

Strategi untuk menetapkan program pemuliaan ternak perlu mendasarkan pertimbangan terhadap karakteristik dari spesies atau rumpun ternak, peternak dan komunitasnya, dukungan infrastruktur, sumberdaya alam, dan permintaan pasar (Ahuya et al, 2005; Peacock et al, 2011; Seid, 2017). Unsur-unsur yang dibutuhkan dalam program pemuliaan ini akan bergantung kepada pilihan strategi pemuliaan dalam memperoleh perbaikan genetik, yang utamanya mencakup tiga pilihan strategi (Simm, 1998; FAO, 2007; Biscarini et al, 2015):

1. seleksi dalam rumpun atau galur,
2. seleksi antara rumpun, dan

3. perkawinan silang.

Pilihan strategi pemuliaan dengan demikian perlu memberikan pertimbangan untuk memilih peningkatan genetik dari rumpun asli atau lokal, penggunaan rumpun eksotik, atau persilangan baik antara rumpun lokal atau asli dengan rumpun eksotik.

Seleksi didalam rumpun

Strategi pemuliaan yang efektif perlu diterapkan untuk lebih bisa mengeksploitasi potensi genetik dari rumpun dan galur ternak asli dan lokal dalam upaya perbaikan produktivitas dan nilai-nilai lain yang diperlukan. Hal ini sekaligus sebagai usaha untuk menjamin ketersediaan rumpun lokal berbagai spesies yang sudah adaptif di masa depan. Seleksi dalam rumpun ternak lokal saat ini diperlukan untuk meningkatkan produktivitas dari populasi tersebut dengan tetap mempertahankan karakteristik genetik unik dan menguntungkan yang mereka miliki (Rege et al., 2011; Biscarini et al, 2015; Thiruvankadan, 2016).

Potensi rumpun ternak asli dan lokal harus dikembangkan untuk peningkatan produktivitas, adaptasi lingkungan, tuntutan sosio-ekonomi, dan perubahan iklim. Dalam kondisi sistem pemeliharaan input rendah dan sedang (low – medium input) dengan keterbatasan penyediaan pakan dan tingkat nutrisi yang rendah, ternak lokal dengan bobot badan dan produktivitas rendah memiliki keunggulan untuk ditingkatkan potensinya. Untuk itu perlu dikembangkan pengetahuan tentang karakteristik unik dan bagaimana melakukan eksplorasi manfaat relatif rumpun lokal dalam agroekosistem pemeliharaan spesifik (Biscarini et al, 2015; Leroy et al, 2015).

Sejumlah studi dibawah sistem produksi terkontrol di sejumlah negara tropis menunjukkan bahwa rumpun asli dan lokal meskipun memiliki ukuran tubuh kecil, tetapi masih cukup produktif dibandingkan rumpun eksotik yang berbadan besar. Evaluasi efisiensi produksi dilakukan memperhitungkan keseluruhan kebutuhan input produksi, kemampuan hidup (viabilitas), longevitas, dan biaya pemeliharaan (Thiruvankadan, 2016; Seid, 2017).

Beberapa program pemuliaan sistematis sudah dilakukan terutama dalam lingkup riset atau sistem produksi intensif dan komersil. Balitnak sebagai suatu institusi riset peternakan, melakukan beberapa riset pemuliaan melalui kegiatan seleksi di dalam rumpun untuk menghasilkan galur baru dengan keunggulan sifat yang diinginkan. Beberapa kegiatan seleksi dari rumpun ternak lokal untuk menghasilkan galur unggul diuraikan berikut ini.

Ayam pedaging

Seleksi pada rumpun ayam Gaok berasal dari P. Madura untuk menghasilkan galur jantan (male line) telah dilakukan di Balitnak (Komarudin et al, 2020). Ayam Gaok memiliki potensi sebagai tipe daging, dengan bobot badan jantan dewasa mencapai 4 kg. Kriteria seleksi ditetapkan untuk bobot badan ayam jantan pada umur 10 minggu dalam upaya memenuhi permintaan pasar dengan target bobot potong antara 800-1.000 g/ekor. Jantan terbaik sebanyak 25% dari hasil seleksi dijadikan sebagai tetua. Seleksi pada tujuh generasi berdasarkan bobot badan umur 10 minggu diperoleh respon

seleksi (prediksi) antara 22,76 - 89,14 gr dan Kk 13,05-13,81%, yang menghasilkan ayam galur baru Gaosi-1 Agrinak.

Ayam penghasil DOC

Ayam KUB-1 merupakan galur ayam kampung unggul hasil seleksi galur betina (female line) selama 6 generasi (Sartika, 2012). Ayam kampung berasal dari Jawa Barat dan DKI Jakarta. Seleksi dilakukan terutama pada sifat produksi telur dalam masa produksi 6 bulan per generasi. Seleksi mempertimbangkan pula sifat pertumbuhan, efisiensi pakan, berkurangnya sifat mengeram dan wama kerabang telur. Dipertahankan populasi induk (600 ekor) dan jantan (50 ekor) per generasi, sedangkan seleksi dilakukan untuk 30% ternak terbaik. Ayam KUB-1 Agrinak memiliki keunggulan pada umur pertama bertelur (6 bulan), produksi telur tinggi (160-180 btr/thn), hen day (45-50%), puncak produksi (60%) dan sifat mengeram (<10%).

Seleksi antara rumpun

Adanya kebutuhan protein hewani karena produktivitas yang masih rendah dari rumpun ternak asli dan lokal, menjadi suatu pertimbangan yang kuat untuk mengintroduksi rumpun eksotik. Rumpun eksotik yang didatangkan dari iklim sedang sangat mungkin mengalami kesulitan untuk berproduksi optimal dan beradaptasi baik pada pemeliharaan terbatas dan cekaman iklim tropis di Indonesia.

Introduksi rumpun eksotik untuk dikembangkan secara murni memerlukan karakterisasi sistematis dari rumpun yang akan dikembangkan. Karakterisasi mencakup deskripsi sifat fenotipe, dengan penekanan pada produksi, reproduksi, dan toleransi penyakit (parasit); serta deskripsi sifat adaptasi untuk memastikan bahwa potensi genetik rumpun introduksi dapat terekspresi optimal (Reid, 2017).

Dalam melakukan substitusi rumpun ternak lokal terhadap rumpun eksotik, diperlukan studi komparasi indeks produktivitas secara komprehensif antara kedua rumpun dalam sistem produksi dimana ternak akan dikembangkan. Beberapa studi telah membuktikan rumpun lokal yang berukuran kecil secara konsisten memiliki indeks produktivitas lebih baik dibandingkan rumpun eksotik karena tidak menuntut persyaratan pemeliharaan yang tinggi, seperti ditunjukkan oleh performan reproduksi dan fertilitas lebih baik serta kematian anak sapi yang rendah (Madalena et al., 2012; Leroy et al, 2015; Mekonnen et al, 2020).

Persilangan

Perkawinan silang merupakan metode perbaikan produktivitas secara cepat dengan memanfaatkan pengaruh heterosis dan komplementasi sifat-sifat antara dua atau lebih rumpun tetua. Persilangan rumpun lokal dengan rumpun eksotik mungkin dapat menjadi pilihan yang dapat memberikan manfaat untuk dikembangkan di wilayah tropis, pada kondisi dapat dilakukan perbaikan berbagai faktor lingkungan. Dengan berkurangnya tekanan lingkungan, persilangan rumpun lokal dengan rumpun eksotik mungkin menjadi pilihan untuk dikembangkan di wilayah tropis (Herrad dan Mohammad, 2009; Thiruvenkadan, 2016; Mekonnen et al, 2020).

Tabel 2. Kelebihan dan kelemahan dari tipe perkawinan silang

Tipe persilangan	Pemanfaat-an heterosis	Pemanfaat-an gen adaptasi	Konservasi rumpun lokal	Hasil komposisi genetik	Kelemahan
Persilangan terminal	Ya	Ya	Ya	Stabil	Perlu menyediakan material genetik secara terus menerus (baik jantan maupun betina).
Persilangan rotasi	Ya	Ya	Ya	Bervariasi	Perlu menyediakan jantan secara terus menerus.
Grading up	Tidak	Tidak	Tidak	Stabil setelah beberapa generasi	Kendala adaptasi.
Rumpun sintetis	Tidak	Ya	Tidak	Stabil setelah beberapa generasi	Perlu beberapa generasi.

Sumber : Leroy et al (2015).

Beberapa pendekatan perkawinan silang dapat dilakukan dalam program pemuliaan dengan mendasarkan pertimbangan ketersediaan SDG ternak, infrastruktur, SDA dan cekaman iklim tropis (Mekonnen et al, 2020). Menurut Leroy et al (2015) strategi perkawinan silang pada dasarnya dapat dibagi menjadi empat kategori, meliputi: i) persilangan terminal (terminal crossing), ii) persilangan rotasi (rotational crossing), iii) grading up (breed substitution/upgrading), dan iv) membentuk rumpun sintetis (synthetic breed creation). Kelebihan dan kelemahan dari berbagai strategi pemuliaan dengan menggunakan kawin silang, dijelaskan seperti pada Tabel 2.

Beberapa persilangan untuk membentuk rumpun baru pada domba dan kambing potong di Balitnak dan Loka Kambing Potong sebagai UPT dari Puslitbang Peternakan diuraikan berikut ini.

Domba potong

Persilangan antara domba lokal Sumatera dengan domba rumpun eksotik St. Croix dan Barbados Blackbelly (BB) dilakukan di Balitnak. Persilangan bertujuan membentuk domba rumpun baru dengan kemampuan produktivitas tinggi dan kemampuan adaptasi iklim tropis yang baik. Domba Sumatera reproduktivitasnya cukup tinggi, yakni mampu beranak sebanyak 1,82 kali/tahun dan produksi anak sapihan 2,2 ekor/tahun dengan bobot sapih 21 kg/induk. Kriteria seleksi meliputi pertumbuhan anak, indek produktivitas induk (rata-rata bobot anak sapihan pada beranak pertama dan kedua), dan skor wol penutup tubuh. Setelah dilakukan seleksi selama lima generasi, diperoleh satu komposisi genetik rumpun baru domba Compass Agrinak (50% Sumatera, 25% St. Croix, 25% BB) yang mampu meningkatkan bobot dewasa dari 25 kg/ekor menjadi sekitar 35-40 kg untuk memenuhi permintaan ekspor (Subandriyo et al, 2006).

Domba rumpun baru lainnya memiliki komposisi genetik 50% domba Lokal Garut, 25% St. Croix, dan 25% Moulton Charollais. Domba komposit Garut ini memiliki pola persilangan dan kriteria seperti halnya pada Domba Compass Agrinak. Keunggulan yang dimiliki dari Domba Komposit Garut

ini adalah memiliki jumlah anak sekelahiran 1,5-1,8 anak per induk dengan bobot badan lahir sekitar 2,85 kg, umur 6 bulan sekitar 18,5-18,9 kg, dan umur satu tahun sekitar 30,0-35,5 kg.

Kambing potong

Persilangan antara kambing betina dari rumpun lokal Kacang dengan kambing jantan Boer rumpun eksotik tipe pedaging telah dilakukan di Loka Kambing Potong Sei Putih, Sumatera Utara. Persilangan kedua rumpun (50% Kacang, 50% Boer), diikuti perkawinan inter se mating dan seleksi. Kambing Boer dengan konformasi tubuh besar dipakai untuk memperbaiki kambing Kacang lokal. Keturunan silangan memiliki keunggulan bobot saat lahir (22-43%) dan sapih (33-55%), namun laju reproduksi induk silangan (1,82) tidak berbeda terhadap kedua rumpun tetuanya (Elieser et al, 2012).

Aplikasi Genetika Molekuler

Genetika molekuler pada ternak telah menjadi subjek dari studi ekstensif selama dua dekade terakhir. Informasi molekuler semakin banyak digunakan antara lain untuk kegiatan karakterisasi ternak, seleksi berdasarkan gen, dan seleksi berdasarkan marka (penanda).

Karakterisasi

Karakterisasi pada tingkat genetik molekuler dapat digunakan antara lain untuk:

- a. menentukan keragaman genetik di dalam dan di antara rumpun,
- b. mengidentifikasi lokasi geografis antara populasi,
- c. memberikan informasi tentang hubungan evolusi (pohon filogenetik),
- d. pemetaan gen,
- e. mengidentifikasi keturunan (parantage) dan hubungan (kekerabatan) genetik,
- f. memperkirakan ukuran populasi efektif (N_e).

Seleksi berdasarkan gen.

Dengan meningkatkan pengetahuan tentang genom hewan, dapat diidentifikasi polimorfisme genetik terutama nukleotida fungsional dari gen atau kandidat gen yang diperkirakan mempengaruhi langsung terjadinya variasi sifat. Marka genetik ini sering dinyatakan sebagai marka langsung atau *direct markers* atau dikenal juga sebagai *gene assisted selection* (GAS) (Williams, 2005).

Seleksi berdasarkan gen dapat diterapkan untuk menseleksi ternak bukan sebagai carrier atau pembawa kelainan genetik, seperti *bovine leukocyte adhesion deficiency* (BLAD), *deficiency of uridine monophosphate synthase* (DUMPS) dan *complex vertebral malformation* (CVM). Seleksi berbasis gen juga berpotensi untuk menseleksi sifat-sifat yang dipengaruhi oleh mayor gen seperti sifat kadar protein susu yang dikontrol oleh gen-gen kappa-casein.

Seleksi berdasarkan marka.

Kebanyak sifat-sifat ekonomis penting dalam produksi hewan adalah sifat kuantitatif dan dipengaruhi oleh sejumlah besar gen (lokus), beberapa di antaranya memiliki efek dominan,

sedangkan mayoritas memiliki efek kecil. Pada teknik ini marka genetik dijadikan ‘penanda’ yang dipilih karena kedekatannya dengan lokus sifat kuantitatif (QTL) (Williams, 2005; Wakchaure et al, 2015)..

KESIMPULAN

Kegiatan pemuliaan dapat dipandang sebagai investasi untuk perbaikan produktivitas secara berkelanjutan dari rumpun dan galur ternak asli dan lokal, yang berpotensi untuk menghasilkan pangan hewani berupa produk peternakan dan barang kebutuhan lainnya bagi masyarakat dan pembangunan peternakan nasional.

Penetapan program pemuliaan memerlukan pertimbangan sejumlah elemen yang mencakup terutama penentuan tujuan pemuliaan, pemilihan kriteria seleksi, desain skema pemuliaan, pencatatan ternak, evaluasi genetik, serta seleksi dan perkawinan. Pertimbangan elemen pemuliaan tersebut tergantung kepada strategi pemuliaan yang ditetapkan, meliputi: seleksi dalam rumpun atau galur, seleksi antara rumpun dan perkawinan silang.

Persilangan rumpun dan galur ternak asli dan lokal dengan rumpun eksotik akan memberikan perbaikan produktivitas secara cepat melalui pengaruh heterosis dan komplementasi. Pembentukan rumpun sintetik merupakan salah satu cara untuk membentuk rumpun ternak baru dengan keunggulan genetik yang stabil. Perkawinan grading up tetap akan menjadi salah satu pilihan dalam perbaikan produktivitas ternak lokal terutama pada kondisi di lapangan. Perkawinan silang perlu memperhatikan ketersediaan SDG ternak, infrastruktur, SDA dan cekaman iklim tropis.

Informasi molekuler akan semakin diperlukan pada kegiatan karakterisasi genetik ternak seperti untuk mengidentifikasi keragaman genetik antara rumpun dan hubungan (kekerabatan) genetik antara populasi. Informasi genetik juga akan lebih banyak dieksplorasi dalam fungsinya sebagai gene assisted selection pada sifat yang dikontrol oleh major gen seperti pada sifat kadar protein susu dan kualitas karkas.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, A., dan S. Iskandar. 2008. Peran budidaya sapi perah dalam mendorong berkembangnya industri persusuan nasional. *Wartazoa*, Vol. 18 No. 2, Tahun 2008. Puslitbang Peternakan, Bogor.
- Anggraeni, A. 2009. Reproductive indices in determining regular calving of Holstein-Friesian cows maintained under intensive and semi-intensive management in Central Java. *Proc. of the 1st International Seminar of Animal Industry 2009*. Bogor, 23 – 24 November 2009. Faculty of Animal Science, Bogor Agricultural University, Bogor.
- Anggraeni, A. 2012. Perbaikan genetik sifat produksi susu dan kualitas susu sapi Fiesian Holstein melalui seleksi. *Wartazoa* Vol. 22 No. 1 Th. 2012. Puslitbang Peternakan, Balitbang Pertanian, Kementan. Vol. 22, No.1. Hal.: 1-11.
- Anggraeni, A, dan B. Tiesnamurti. 2016. Strategi Peningkatan Produksi Susu Nasional Melalui Penyediaan Sapi Perah Pengganti Berkualitas. *Prosiding Simposium Nasional Penelitian dan Pengembangan Peternakan Tropik Tahun 2016 "Pengembangan Peternakan Berbasis Plasma Nutfah dan Kearifan Lokal Mendukung Agroekologi Berkelanjutan"* Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Hal: 193-202.

- Anggraeni, A., F. Saputra, A. Hafid, dan A.B.L. Ishak. 2020. Non-genetic and genetic effects on the growth traits from birth to 120 days of age of G2 Sapera goat. *JITV* 25(2):48-59. DOI: <http://dx.doi.org/10.14334/jitv.v25i2.2498>.
- Ahuya, C.O., A.M. Okeyo, N. Mwangi, and C. Peacock. 2005. Developmental challenges and opportunities in the goat industry: the Kenyan experience. *Small Ruminant Research*, 60: 197–206.
- Biscarini F, EL Nicolazzi, A Stella, PJ Boettcher, G Gandini. 2015. Challenges and opportunities in genetic improvement of local livestock breeds. Mini Review Article. *Frontiers in Genetics* 6(33):1-7. doi: 10.3389/fgene.2015.00033
- Delgado, C., M. Rosegrant, H. Steinfeld, S. Ehui, and C. Courbuis. 2001. Livestock to 2020: The next food revolution. *Outlook on Agric.* 30:27-29.
- Devendra, C. 2007. Perspectives on animal production systems in Asia. *Livestock Science* 106: 1-18.
- Ditjen PKH. 2020. Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan. Kementerian Pertanian, Jakarta. <https://ditjenpkh.pertanian.go.id>
- Dwiyanto, K., dan I. Inounu. 2009. Dampak Crossbreeding dalam Program Inseminasi Buatan Terhadap Kinerja Reproduksi dan Budidaya Sapi Potong. *Wartazoa* 19(2). Puslitbang Peternakan, Bogor. Hal : 93-102.
- Elieser, S., Sumadi, G. Suparta, dan Subandriyo. 2012. Kinerja Reproduksi Induk Kambing Boer, Kacang dan Boerka. *JITV* 17(2) 2012:100-106.
- Falconer, D.S., and T.F.C. Mackay. 1996. *Introduction to Quantitative Genetics*. 4th Ed. Longman, Harlow, UK.
- FAO. 2007. *The State of the World’s Animal Genetic Resources for Food and Agriculture*. (Rischkowsky B, D Pilling. Eds.) Rome, Italy.
- FAO. 2015. *The 2nd Report on the State of The World’s Animal Genetic Resources for Food and Agriculture* Rome, Italy.
- Haryono, B. Tiesnamurti, and A. Anggraeni. 2014. National Action Plan for Conservation and Sustainable Utilization of Animal Genetic Resources in Indonesia(Plenary Paper). Proceeding. The 16th AAAP Congress. Sustainable Liv. Prod. in the Perspective Food Security, Policy, Genetic Res., and Climate Change. Univ. of Gadjah Mada. Jogjakarta. 10-14th Novem. 2014.
- Henderson, C.R., 1975. Best linear unbiased estimation and prediction under a selection model. *Biometrics*, 31(2):423-447.
- Herath, H.M.S.P., and S. Mohammad. 2009. The Current Status of Cattle Breeding Programmes In Asia. Selection and Breeding of Cattle in Asia: Strategies and Criteria for Improved Breeding. Animal Production and Health Section International Atomic Energy Agency Vienna International Centre. Vienna, Austria. Hal.: 3-10.
- Jain, A.K., M. Muladno. 2009. Selection criteria and breeding objectives in improvement of productivity of cattle and buffaloes. Selection and Breeding of Cattle in Asia: Strategies and Criteria for Improved Breeding. Animal Production and Health Section International Atomic Energy Agency Vienna International Centre. Vienna, Austria. Hal.: 11-24.
- Jeyaruban, M.G., and M.H. Rahman. 2009. Proposed breeding structure for cattle development in countries in the South Asia Pacific region. Selection and Breeding of Cattle in Asia: Strategies and Criteria for Improved Breeding. Animal Production and Health Section International Atomic Energy Agency Vienna International Centre. Vienna, Austria. Hal.: 25-34.
- Komarudin dkk. 2020. Proposal Pelepasan Galur Ayam Gaoksi.1 Agrinak. Puslitbangnak. Badan Litbang Pertanian. 57 hlm.
- Leroy G, R Baumung, P Boettcher, B Scherf, I Hoffmann. 2015. Review: Sustainability of crossbreeding in developing countries; definitely not like crossing a meadow. *Animal* 10(2): 262–273. FAO of the United Nations.

- Madalena, F.E., M.G.C.D. Peixoto, and J. Gibson. 2012. Dairy cattle genetics and its applications in Brazil. *Livestock Research for Rural Development* 24: 97-.....
- Mekonnen, T., Y. Tadesse, and S. Meseret. 2020. Genetic Improvement Strategy of Indigenous Cattle Breeds: Effect of Cattle Crossbreeding Program in Production Performances. *Journal of Applied Life Sciences International* 23(1): 23-40.
- N’Goran, K.E., Z.L. Gbodjo, K.B. M’Bari, N.E. Loukou, L. Doumbia, and R. Dosso. Reproduction And production comparative analysis of F1n’dama X Montbéliarde and holstein in the dairy station of Yamoussoukro In Côte D’ivoire. *Int J Recent Sci Res.* 2017;8(6):17821-17827. DOI: <http://dx.doi.org/10.24327/ijrsr.2017.0806.0427>.
- Noor, Y.G., dan R. Hidayat. 2017. Menggerakkan Produksi Ternak Kambing Domba Berorientasi Ekspor. *Pros.Semnas Teknologi Peternakan dan Veteriner.* Hal.: .37-47. DOI: <http://dx.doi.org/10.14334/Pros.Semnas.TPV-2017>.
- Peacock, C., C.O. Ahuya, J.M.K. Ojango, and A.M. Okeyo. 2011. Practical crossbreeding for improved livelihoods in developing countries: FARM Africa’s goat model. *Livestock Science*, 136:38–44.
- Rege, J.E.O., K. Marshall, A. Notenbaert, J.M.K. Ojango, and A.M. Okeyo. 2011. Pro-poor animal improvement and breeding—What can science do? *Livestock Science*, 136:15–28.
- Sartika, T. 2012. ‘Ayam KUB-1’ Proposal Pelepasan Galur Hasil Pemuliaan. *Puslitbangnak. Badan Litbang Pertanian.* 57 hlm.
- Seid, A. 2017. Breeding Practices and Strategies for Genetic Improvement of Indigenous Goats in Ethiopia: Review. *Greener J. of Agricultural Sci.* 7(4): 90-96. <http://doi.org/10.15580/GJAS.2017.4.051817064>
- Simm, G. 1998. *Genetic improvement of cattle and sheep.* Tonbridge, UK. Farming Press, Miller Freeman UK Limited.
- Sodiq, A., Suwarno, F.R. Fauziyah, Y.N. Wakhidati, dan P. Yuwono. 2017. Sistem Produksi Peternakan Sapi Potong di Pedesaan dan Strategi Pengembangannya. *Agripet* 17(1): 60-66.
- Subandriyo, B. Setiadi, B. Tiesnamurti, U. Adiati, E. Handiwirawan, M. Syaeri, S. Aminah, dan E. Sopian. 2006. Pemantapan produksi dan seleksi domba komposit Sumatera. Dalam: Setiadi, B., P.P. Ketaren, I W. Mathius, S.I.W. Rakhmani, dan Lisa Praharani (Eds.). Edisi Khusus Kumpulan Hasil-hasil Penelitian Tahun Anggaran 2005. Buku I. Ruminansia. Balai Penelitian Ternak, Ciawi-Bogor.
- Talib, C. 2001. Pengembangan Sistem Perbibitan Sapi Potong Nasional. *Wartazoa* 11(1): Hal.: 10-19.
- Tiesnamurti, B., dan A. Anggraeni. 2015. Review Penelitian Sumber Daya Genetik Ternak Lokal Di Indonesia. *Prosiding Seminarsasional Pengembanganternak Loka II. "Revitalisasi Peternakan Berbasis Sumber Daya Ternak Lokal dalam Menghadapi MEA 2015" 25-26 NOVEMBER 2015.* Universitas Andalas, Padang, Sumbar, Indonesia.
- Thiruvenkadan, A.K. 2016. Breeding Program of Local and Imported Beef/Dairy Cattle Breed for Development of Sustainable Livestock Production in Tropics. *Proceeding of The 3rd Animal Production International Seminar (3rd APIS) & 3rd ASEAN Regional Conference on Animal Production (3rd ARCAP) October 19-21, 2016. Batu, Jatim, Indonesia.* Page: 6-13.
- Wakchaure, R., S. Ganguly, P.K. Praveen, A. Kumar, S. Sharma, and T. Mahajan. 2015. Marker Assisted Selection (MAS) in Animal Breeding: A Review. *J Drug Metab Toxicol* 6: e127. doi:10.4172/2157-7609.1000e127
- Williams, J.L. 2005. The use of marker-assisted selection in animal breeding and biotechnology. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)* 24(1):379-91.