

## Strategi Peningkatan Produktivitas Kerbau melalui Perbaikan Pakan dan Genetik

Chalid Talib, Herawati T dan Hastono

Balai Penelitian Ternak, PO Box 221, Bogor 16002  
[criancht@yahoo.co.id](mailto:criancht@yahoo.co.id)

(Diterima 1 November 2013 – Direvisi 19 Mei 2014 – Disetujui 28 Mei 2014)

### ABSTRAK

Ternak kerbau adalah ternak asli Benua Asia. Berdasarkan tipe, kerbau dibagi menjadi kerbau potong yang berkembang di Asia Tenggara dan China serta kerbau perah yang berkembang di Indo-Pakistan dan Mediterania. Di Indonesia, kerbau potong dikenal sebagai kerbau lumpur atau kerbau air, adalah ternak asli Indonesia. Ada tujuh kerbau potong di Indonesia yang telah ditetapkan sebagai rumpun baru, yaitu kerbau Pampangan, Sumbawa, Moa, Toraya, Simelue, Kalimantan Timur dan Kalimantan Selatan. Kerbau-kerbau ini dipelihara dalam kondisi ekstensif-tradisional yang bercirikan pertumbuhan lambat dan kinerja reproduksi rendah, disebabkan kekurangan pakan dan tingginya *inbreeding*. Perbaikan pakan kerbau betina dengan memenuhi konsumsi 2,5-2,7% bahan kering (BK) dari bobot badan dengan pakan utama 70% sumber serat dan 30% konsentrat akan menampilkan estrus sama jelas dengan sapi. Pada kerbau jantan, konsumsi pakan antara 2,7-3,5% BK, akan menampilkan pertumbuhan 0,6 kg/ekor/hari. Perbaikan genetik dilaksanakan melalui seleksi berdasarkan bobot badan pada umur tertentu, kinerja reproduksi dan tetua tidak membawa alel resesif. Penyebaran bibit dan benih pejantan unggul secara *outbreeding* akan meningkatkan produktivitas, daya reproduksi, menurunkan level *inbreeding* dan meningkatkan penghasilan peternak pembibit. Dalam jangka panjang akan meningkatkan populasi kerbau di Indonesia.

**Kata kunci:** Kerbau, strategi, pakan, genetik

### ABSTRACT

#### Strategies for Increasing Buffalo Productivity through Improvement in Feed and Genetic

Buffalo is indigenous livestock of Asia, classified as beef buffaloes that evolve in Southeast Asia and China and dairy buffaloes exist in Indo-Pakistan and Mediterranean. In Indonesia, beef buffaloes are known as swamp buffalo and there are seven new buffalo breeds namely Pampangan, Sumbawa, Moa, Toraya, Simelue, East Kalimantan and South Kalimantan. Buffaloes are reared in extensive traditional system characterized by low growth rate and reproduction ability due to feed shortage and high inbreeding rate. Feed improvements in female is required to get dry matter intake 2.5-2.7% of body weight (BW) that consist of 70% roughage and 30% concentrates, will show a clear sign of estrus. In the male when feed consumption is 2.7-3.5% of BW; it will perform growth rate of 0.6 kg/head/day. Genetic improvement is conducted through selection based on BW in certain ages, reproduction ability and parents without recessive alleles. Distribution of proven bulls and their sperm in outbreeding system would improve the production and reproduction performance, reduce inbreeding level and increase breeding farmer's income. It is expected that in the long term, the population of buffaloes in Indonesia will increase.

**Key words:** Buffalo, strategies, feed, genetic

### PENDAHULUAN

Pemerintah Indonesia pada periode sebelum kemerdekaan menyatakan bahwa kerbau adalah "Mutiar dari Timur" *de paret van Oost Indie*. Pernyataan ini sehubungan dengan perlakuan pemerintah saat itu yaitu kesetaraan dalam perbaikan dan pengembangan produktivitas dan populasi kerbau dan sapi di Indonesia. Sensus ternak besar tahun 1841 menunjukkan populasi kerbau dan sapi berjumlah dua juta ekor dengan kerbau:sapi = 3:1 (Talib & Naim 2012). Tahun 1931, populasi kerbau dan sapi sebesar 4,7 juta ekor dengan rasio kerbau:sapi = 1:1,2.

Setelah kemerdekaan, perhatian pemerintah pada pengembangan kerbau menurun, sedangkan pada sapi terus meningkat, terlihat dari berbagai langkah promosi dan bantuan yang diberikan pada sapi (Hardjosubroto 2006; Bamualim et al. 2009), serta impor produk daging, susu dan sapi yang terus meningkat. Di lain pihak, penggunaan tenaga kerbau digantikan oleh tenaga mesin terutama mesin pertanian, sehingga populasi sapi meningkat sedangkan populasi kerbau menurun, kecuali pada kawasan tertentu yang memuliakan ternak kerbau untuk keperluan terkait budaya dan fanatisme atau wisata (Talib & Naim 2012).

Pada tahun 1987, populasi kerbau dan sapi sebesar 13,8 juta ekor dengan rasio kerbau:sapi = 1:3 (Talib 1988). Sensus tahun 2011, populasi kerbau dan sapi sebesar 16,7 juta ekor (Ditjen PKH 2011; Kementan & BPS 2011) dengan rasio kerbau:sapi = 1:11. Rasio populasi kerbau berbanding sapi menunjukkan selang yang semakin lama semakin besar. Hal ini menunjukkan penambahan populasi sapi lebih besar dari kerbau. Penurunan populasi kerbau sebesar 7,42% per tahun dalam kurun waktu delapan tahun (Ditjenak 2003; Ditjen PKH 2011; Kementan & BPS 2011) dan sebesar 9% per tahun dalam periode waktu lima tahun terakhir (FAO 2013; FAO Statistics Division 2013). Langkah-langkah pemerintah dan tekanan pasar tersebut di atas berdampak pada peningkatan populasi sapi dan sebaliknya terjadi penurunan populasi kerbau yang menunjukkan secara pasti populasi kerbau disisihkan. Hal ini menunjukkan bahwa ternak kerbau diperlakukan sebagai ternak besar yang terbuang (Hardjosubroto 2006).

Pada tahun 2010, para peternak kerbau merasa sangat tertolong ketika dalam semiloka kerbau nasional yang diikuti oleh lima negara (Italy, Australia, Pakistan, Filipina dan Indonesia), kerbau dimasukkan ke dalam program swasembada daging sapi nasional, sehingga menjadi swasembada daging sapi dan kerbau. Dengan adanya tambahan tersebut, maka mulai tahun 2010 dan seterusnya bantuan pemerintah pada pengembangan dan pembibitan kerbau terus berjalan secara bertahap dan berkesinambungan untuk perbaikan kinerja produksi/pertumbuhan dan reproduksi kerbau. Pertumbuhan kerbau yang baik sejak usia dini, berdampak pada estrus pertama dan melahirkan pertama pada usia yang lebih dini dibandingkan dengan ternak betina lain yang lebih lambat pertumbuhannya. Perbaikan kinerja produksi secara individual pada kerbau akan secara langsung memperbaiki kinerja reproduksi. Dalam populasi kerbau berarti akan terjadi kelahiran yang lebih cepat, umur produktif lebih panjang dan jumlah anak yang dilahirkan lebih banyak. Perbaikan kinerja produksi dan reproduksi membutuhkan perbaikan manajemen pemeliharaan, pakan dan genetik secara bersama.

Tujuan penulisan ini adalah membangun strategi penyelamatan dan pengembangan kerbau melalui pengembangan bibit kerbau unggul pada kelompok peternak dan sekaligus pengembangan usaha pembibitan kerbau untuk meningkatkan penghasilan peternak.

## JENIS DAN ASAL USUL TERNAK KERBAU

### Populasi kerbau di dunia

Secara konvensional, ternak kerbau termasuk dalam *Kingdom: Animal; Phylum: Chordata; Class: Mammalia; Order: Artiodactyla; Family: Bovidae*. Di seluruh dunia terdapat minimal 135 rumpun dan galur kerbau, di mana jumlah rumpun dan galur ini akan terus bertambah seiring dengan berjalannya waktu. Kerbau liar di dunia terdapat di dua benua yaitu di Afrika (*Syncerus cafer*) yang belum mampu didomestikasi karena membahayakan manusia. Di Asia Arnee (*Bubalus arnee*), Anoa (*Bubalus quarlesi/depresicornis*) belum didomestikasi dan kerbau potong (*Bubalus bubalis*) yang telah didomestikasi. Perlu dipahami bahwa kerbau tidak sama dengan *American buffalo* atau bison (*Bison bison*) dan *European bison* (*Bison bonasus*). Gambar kerbau-kerbau yang ada saat ini antara lain dapat dilihat pada Gambar 1.

Berdasarkan tipe produk yang dihasilkan, maka semua kerbau tersebut dapat dibagi menjadi dua tipe yaitu kerbau potong (*beef/buff buffalo*) dan kerbau perah (*dairy buffalo*). Kerbau potong didominasi oleh kerbau lumpur/air (*swamp/water buffalo*) dan kerbau perah didominasi oleh kerbau sungai (*river buffalo*).

Hasil analisis gen pada *mitochondrial DNA* dengan teknik *amplified fragment length polymorphism (AFLP) finger printing* yang didapatkan melalui variasi yang teridentifikasi dalam *loci* yang tersebar antar *nuclear genome* yang berasal dari 361 *markers* untuk melihat *intraspecies polymorphisms* dan panjang *homoplasies (comigration of non-homologous fragments)*, maka disimpulkan bahwa *family Bovidae* dapat direkonstruksi menjadi tiga kluster yaitu: 1) *African buffalo* dan *Asian buffalo (swamp/river buffalo)*, 2) *Ox* dan *Zebu* dan 3) *Bison* dan *Wisent*. Sebenarnya masih ada satu lagi yaitu *Gaur* dan *banteng*. Hanya pada kluster keempat ini masih ditemukan adanya anomali yang belum dapat diketahui asal-usulnya melalui teknik AFLP karena adanya genom yang tidak teridentifikasi asal usulnya sehingga diduga telah terjadi persilangan dengan *Bovini* lain yang belum diketahui (Buntjer et al. 2002). Oleh karena itu, seharusnya *family Bovidae* dibagi menjadi lima kluster yaitu yang keempat *Gaur* dan *banteng*, serta yang kelima adalah *unidentified bovine species*.

Kerbau perah (*dairy buffalo*) dijinakkan sejak 5000 tahun yang lalu di Iran, Iraq dan anak benua Indo-Pakistan, sedangkan penjinakan kerbau potong (*swamp buffalo*) diawali secara hampir bersamaan di China dan

Asia Tenggara sekitar 4000 tahun yang lalu (Bruford et al. 2003). Berdasarkan *fenotype*, *karyotype* dan *mitochondrial DNA* maka kerbau Asia dapat digolongkan menjadi kerbau potong (*swamp buffalo*) yang memiliki 48 kromosom dengan 19 pasang berupa *metacentric* dan kerbau perah (*river buffalo*) yang memiliki 50 kromosom dengan 5 pasang berupa *submetacentric* dan 20 kromosom lainnya adalah *acrocentric* (Di Berardino & Iannuzzi 1981; Tanaka et al. 1996). Kedua rumpun dapat dikawinkan satu dengan lainnya dan akan memproduksi kerbau yang memiliki 49 kromosom. Kerbau *crossbred* jantan sering menunjukkan penurunan kesuburan dan kerbau betina *crossbred* menampilkan jarak beranak yang lebih panjang. Di Asia, ditemukan banyak kerbau liar pada berbagai negara yaitu Pakistan, India, Bangladesh, Nepal, Bhutan, Vietnam, Cina, Filipina, Taiwan, Indonesia dan Thailand yang umumnya dipertahankan dalam *National Park*. Di India, kerbau liar disebut Arnee/Arni (Menon 2009), di Indonesia disebut kerbau liar dan ada lagi kerbau liar kecil yang dinamakan Anoa dataran tinggi dan Anoa dataran rendah yang belum ditenakkan sampai sekarang. Ternak kerbau juga mempunyai berbagai nama di masing-masing negara; antara lain di Filipina disebut *Carabao*, di Indonesia disebut Kerbau. Hal ini menunjukkan bahwa kerbau memang sejak awal sudah terdapat secara liar pada berbagai kawasan di Asia sebagai ternak asli Benua Asia, yang kemudian menyebar ke seluruh dunia.

Dengan berkembangnya kawasan-kawasan Asia menjadi berbagai negara yang mencakup wilayah sebaran asli kerbau liar, maka kerbau liar yang ada pada masing-masing negara adalah pemilik dari plasma nutfah kerbau yang ada di negara tersebut. Sehingga tidak tertutup kemungkinan bahwa satu rumpun yang sama diakui sebagai ternak asli oleh beberapa Negara. Pada tahun 2013, sejumlah 80% rumpun dan galur kerbau dunia berada di Benua Asia; 7,4% Afrika; 6% Amerika; 5,1% Eropa dan 1,5% Australia. Indonesia sendiri memiliki 16 rumpun dan galur (11,8%) dari total rumpun dan galur kerbau di dunia.

Pada tahun 2011 populasi kerbau dunia berjumlah 195,4 juta ekor, kerbau perah 154 juta ekor (78,8%) dan kerbau potong 41,4 juta ekor (21,2%). Asia memiliki 189,92 juta ekor (97,2%), Asean 14,03 juta ekor (7,18%) dan Indonesia memiliki sejumlah 1,3 juta ekor (0,7%). Data selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1 (Ditjen PKH 2011; Kementan & BPS 2011; FAO 2013).

Dari Tabel 1 terlihat bahwa secara keseluruhan terjadi peningkatan populasi kerbau dunia sebesar 1,51% per tahun. Peningkatan tertinggi terjadi di Benua Eropa dengan peningkatan lebih dari 11% per tahun dan terendah adalah penurunan di Asia Barat dan Asia Tenggara masing-masing sebesar -4,4 dan -1,9%. Penurunan terbesar di Asia Tenggara adalah kontribusi oleh Indonesia. Peningkatan populasi kerbau di Eropa sangat menarik, karena mereka pada awalnya adalah eksportir sapi terbesar dengan fanatisme yang tinggi tetapi, ternyata nilai ekonomi kerbau perah terutama produksi susu untuk pembuatan beberapa produk yang tidak tergantikan oleh susu sapi dalam hal kualitas produk menyebabkan Eropa mengembangkan kerbau (Borghese 2010; Cruz 2010) dan bahkan akhir-akhir ini daging kerbau semakin diminati di Eropa termasuk *wisent*. Hal tersebut terbalik dengan Oceania (Australia dan New Zealand) walaupun mereka memiliki kerbau potong dan perah tetapi tidak dikembangkan sehingga populasi ternak kerbau mereka tetap yaitu hanya 210 ekor (FAO Statistics Division 2013). Kemungkinan besar hal ini ada hubungannya dengan peranan kedua negara tersebut sebagai eksportir terbesar daging, susu dan sapi komersial ke Indonesia dan di pihak lain Indonesia memiliki jumlah kerbau yang cukup tinggi untuk dikembangkan. Jika Oceania mengembangkan kerbau dan ditiru oleh Indonesia maka kerbau di Indonesia (yang sama rumpun dengan di Australia) tentu akan berkembang dan pada masa yang akan datang berkontribusi untuk mengurangi jumlah daging, susu dan sapi impor dari Oceania.



(A) Kerbau liar Amerika/Bison (*Bison bison*); (B) Kerbau liar Afrika (*Syncerus caffer*); (C) Kerbau liar Indonesia/Asia (*Bubalus bubalis*); (D) Anoa (*Bubalus depressicornis*)

**Gambar 1.** Gambar kerbau di dunia

**Sumber:** <sup>1)</sup>QOF (2013); <sup>2)</sup>Wahono (2012)

**Tabel 1.** Populasi kerbau dunia dari tahun 2007-2011 (dalam 000)

Lokasi	Tahun					Dari populasi dunia (%)	Pertumbuhan per tahun (%)
	2007	2008	2009	2010	2011		
Dunia	184.054,00	187.164,00	190.205,00	192.858,00	195.398,00	100,00	1,51
Afrika	4.105,00	4.053,00	3.839,00	3.818,00	3.800,00	1,94	-1,89
Amerika	1.139,00	1.153,00	1.142,00	1.191,00	1.285,00	0,66	3,12
Asia	178.553,00	181.634,00	184.888,00	187.479,00	189.923,00	97,20	1,56
Asia Tengah	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	0,01	0,00
Asia Timur	22.721,00	23.272,00	23.271,00	23.602,00	23.382,00	11,97	0,73
Asia Selatan	139.804,00	142.716,00	146.068,00	148.289,00	151.811,00	77,69	2,08
Asia Tenggara	15.183,00	14.929,00	14.838,00	14.879,00	14.027,00	7,18	-1,93
Asia Barat	821,00	693,00	686,00	685,00	678,00	0,35	-4,45
Eropa	257,00	323,00	335,00	369,00	390,00	0,20	11,31
Oseania	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,00	0,00
Indonesia	2.086,00	1.931,00	1.933,00	2.000,00	1.305,00	0,67	-9,65

**Sumber:** FAO (2013); FAO Statistics Division (2013) dan Kementan & BPS (2011)

### Ternak kerbau di Indonesia

Kerbau di Indonesia hampir 100% adalah kerbau potong dan kurang dari 1% kerbau perah (silangan kerbau Murrah dan Nilli Ravi). Kerbau potong sangat akrab dengan masyarakat dibuktikan dengan ditemukannya berbagai situs purbakala dan masih eksis budaya/kepercayaan masyarakat. Usaha ternak kerbau sudah mengakar pada masyarakat dan telah berlangsung sejak periode kekuasaan raja-raja di Indonesia (Hardjosubroto 2006). Budaya/kepercayaan dan keakraban dengan kerbau yang mengakar di masyarakat seperti Toraja-Sulawesi Selatan, Sumba-Nusa Tenggara Timur, Sumbawa-Nusa Tenggara Barat, Minangkabau-Sumatera Barat, Pampangan-Sumatera Selatan dan kawasan lain yang sudah berusia ratusan tahun yang awalnya dikuasai oleh golongan bangsawan, sekarang menjadi *tourism attraction* secara internasional. Kerbau perah hanya berkembang di Sumatera Utara, dipelihara masyarakat keturunan India sehingga mereka menyebutnya sebagai kerbau Murrah.

Sejak dahulu sampai sekarang pemeliharaan kerbau masih tetap secara ekstensif-tradisional yaitu pada siang hari digembalakan pada lahan kosong, tanpa rotasi dan penyesuaian kapasitas tampung lahan dengan jumlah ternak, tidak ada air minum khusus dan pada malam hari dikandangkan atau tidak dikandangkan, juga tanpa pakan dan air minum. Padahal kerbau dimanfaatkan sebagai tenaga kerja, penghasil susu dan daging, tabungan (di Asia Tenggara termasuk Indonesia) yang siap diuangkan pada saat dibutuhkan serta sebagai *tourism attraction*. Tenaga kerbau digunakan untuk pengolahan lahan pertanian, penggerak pompa air, pengepres tebu dan pucuk tebu, penggilingan biji-bijian, penarik gerobak angkut, kereta

luncur, kapal sungai pada perairan dangkal dan log kayu (Thomas 2011; Pasha & Hayat 2012). Berbagai produk pangan Nusantara berasal dari susu (danke, susu goreng, sago puan, dali, dadi/dadiah, cologanti, minyak kerbau) dan daging kerbau (rendang, sate, dendeng dan abon kerbau).

Secara genetik, pada awalnya perkawinan kerbau berlangsung secara acak/baik dengan mempertahankan keragaman dalam populasi sehingga tingkat *inbreeding* minimal tetapi pada akhirnya ketika pemacek telah digunakan lintas generasi dengan jumlah 1-2 pemacek per kelompok, maka perkawinan dalam keluarga meningkat yang ditandai dengan menurunnya keragaman dalam populasi dan tingkat *inbreeding* meningkat dari generasi ke generasi membentuk kelompok kerbau *inbred*. Kerbau-kerbau *inbred* sudah terlihat pada kelompok-kelompok ternak kerbau di masyarakat dengan tingkat *inbreeding* antara 10-30% (Talib et al. 2011; Talib et al. 2013). Ciri-ciri kerbau *inbred* adalah warna bule (*albinoid*), belang putih sedikit maupun banyak, tanduk menjulur ke bawah (salah satu atau keduanya), ekor buntung dan mata berwarna biru. Tercatat *lethal gene* juga ditemukan yaitu pedet yang dilahirkan berwarna bule, mata buta, lemah, tidak dapat berdiri tegak dan mati dalam beberapa hari berikutnya atau dilahirkan dalam keadaan mati.

Pada tahun 2010, Pemerintah Indonesia melalui Dirjen PKH saat itu dengan didukung para pakar dari Balitbangtan-Kementan dan pengajar Kemendikbud memulai tingkatan baru dalam pengakuan rumpun kerbau di Indonesia sebagai ternak asli hak milik Negara Kesatuan Republik Indonesia. Hasilnya telah ditetapkan tujuh rumpun ternak kerbau Indonesia (Gambar 2) yaitu kerbau Pampangan dan Simelue

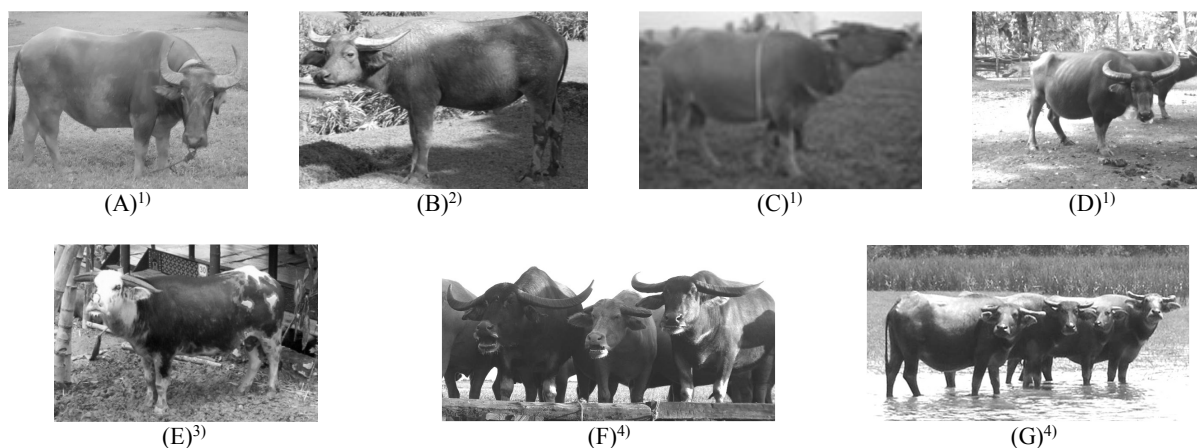
(*Bubalus bubalis sumateranensis*), kerbau Moa dan Sumbawa (*Bubalus bubalis sundaicus*), kerbau Toraya (*Bubalus bubalis torayanensis*), kerbau Kalimantan Selatan dan Kalimantan Timur (*Bubalus bubalis borneonensis*). Dalam peta kerbau dunia mereka adalah subspecies atau rumpun baru. Disebut kerbau asli karena kerabat liar kerbau serupa terdapat di Taman Nasional Baluran dan Ujung Kulon.

Kerbau-kerbau rumpun baru ini beradaptasi sangat baik pada lingkungan spesifik masing-masing. Kerbau Pampangan, Kalimantan Selatan dan Kalimantan Timur beradaptasi pada kawasan lingkungan rawa, danau dan sungai, kerbau Sumbawa dan Moa pada kawasan padang savana dengan kekeringan yang lebih dari delapan bulan per tahun, kerbau Simeleue pada kawasan pantai dan perbukitan, kerbau Toraya pada kawasan pertanian serta sebagian memiliki warna belang, kerbau liar adaptasi pada kawasan hutan tropis. Kerbau rumpun baru akan bertambah jumlahnya karena kawasan lingkungan tropik spesifik yang bervariasi di Indonesia.

### Perbaikan manajemen pemeliharaan dan pakan

Manajemen *pemeliharaan* secara ekstensif tradisional sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya akan berujung pada persoalan penting yaitu *overgrazing* padang penggembalaan yang berdampak pada kurangnya jumlah konsumsi dan rendahnya mutu pakan serta air bersih di padang penggembalaan. Kerbau sudah merumput kembali sebelum pertumbuhan tanaman pakan ternak (TPT) mencapai

fase produksi dan reproduksi optimal. Akibatnya, TPT yang paling produktif akan lebih dulu dirumput dan lama kelamaan akan hilang, sehingga TPT yang tersisa adalah yang dapat menyesuaikan fase produktif dan reproduktif dengan *behaviour* merumput kerbau dan ketersediaan air oleh musim (*survival of the fittest*) (Talib et al. 2013). Tanaman pakan ternak yang tersisa umumnya memiliki fase pertumbuhan vegetatif pendek (daun cepat tua) untuk mengejar fase reproduktif (menghasilkan biji/benih) sebelum habis dikonsumsi kerbau. Selain itu, berkurangnya areal penggembalaan karena alih fungsi lahan juga memperberat kekurangan pakan dan air yang dikonsumsi. Dilain pihak, kekurangan konsumsi pakan dan air belum mampu dipenuhi peternak untuk memenuhi kebutuhan *maintenance* lebih besar dari 2,5% bahan kering dari bobot badan perhari. Kekurangan pakan dan air minum berdampak pada penurunan kinerja produksi dan reproduksi kerbau (Triwulaningsih 2005; Kuswandi & Widiawati 2008; Handiwirawan et al. 2009; Praharani et al. 2010) yang dalam jangka panjang akan berdampak pada penurunan produktivitas dan populasi. Dalam kondisi tersebut, kerbau mempertahankan kelanjutan spesiesnya melalui pembesaran volume digester, pemanjangan umur produktif sampai mencapai usia 16-20 tahun dan *calving interval* sampai lebih dari dua tahun dengan kemampuan melahirkan pedet yang sehat dan kuat, penundaan umur melahirkan pertama lebih dari empat tahun dan mempererat kehidupan berkelompok. Kekurangan konsumsi pakan dan air terjadi meluas sehingga banyak laporan menunjukkan bahwa kinerja produksi dan reproduksi kerbau rendah.



(A) Kerbau Pampangan (*Bubalus bubalis sumateranensis*); (B) Kerbau Simeleue (*Bubalus bubalis sumateranensis*); (C) Kerbau Sumbawa (*Bubalus bubalis sundaicus*); (D) Kerbau Moa (*Bubalus bubalis sundaicus*); (E) Kerbau Toraya (*Bubalus bubalis torayanensis*); (F) Kerbau Kalimantan Selatan (*Bubalus bubalis borneonensis*) dan (G) Kerbau Kalimantan Timur (*Bubalus bubalis borneonensis*)

**Gambar 2.** Tujuh rumpun ternak kerbau Indonesia

**Sumber:** <sup>1)</sup>Ditjen PKH (2011); <sup>2)</sup>Ditjen PKH (2013); <sup>3)</sup>Koleksi pribadi; <sup>4)</sup>Talib & Naim (2012)

Langkah utama perbaikan manajemen pemberian pakan kerbau adalah meningkatkan konsumsi pakan harian menjadi 2,5-2,7% bahan kering dari bobot badan betina dan 2,7-3,5% bahan kering dari bobot badan jantan. Untuk mencapai target tersebut, maka perlu penyesuaian pada agroekosistem dan pola ketersediaan sumber daya pakan lokal dengan karakteristik dan cara kerja mikroorganisme rumen. Pembesaran volume saluran pencernaan dan pembentukan mikroorganisme spesifik menjadikan kegiatan ruminasi kerbau lebih efektif dan efisien dalam memanfaatkan serat kasar (Kuswandi 2007; Agarwal et al. 2008). Dalam rumen, mikroba merubah serat kasar menjadi *volatile fatty acids* (VFAs) sebagai sumber energi dan dirinya sebagai sumber protein (Khejornsart et al. 2011). Populasi mikroba antara lain bakteri selulolitik dengan jumlah  $10^9$ - $10^{10}$  sel/ml, protozoa ( $10^5$ - $10^6$  sel/ml) dan fungi ( $10^3$ - $10^5$  spora/ml) yang bersifat *anaerobic*. Bakteri selulolitik didominasi oleh *Fibrobacter succinogenes*, *Ruminococcus flavefaciens* dan *Ruminococcus albus* yang kesemuanya berperan penting dalam sistem pencernaan (Trinci et al. 1994; Koike et al. 2003; Denman & McSweeney 2006). Jika dibandingkan antara kerbau dan sapi, untuk total bakteri selulolitik adalah  $4,8 \times 10^9$  vs  $3,7 \times 10^9$  sel/ml dan fungi anaerobik  $8,5 \times 10^7$  vs  $3,8 \times 10^7$  sel/ml untuk masing-masingnya. Pemberian pakan jerami padi, kerbau dan sapi menghasilkan VFA yang hampir sama dan  $\text{NH}_3\text{-N}$  mikrobial kerbau lebih tinggi dari sapi sebesar 10 vs 7 mg% (Khejornsart et al. 2011). Penggunaan pakan pada kerbau lebih efisien dari sapi untuk menghasilkan bobot badan yang sama, karena membutuhkan pakan serat yang lebih banyak dan pakan konsentrat lebih sedikit. Oleh karena itu, kecukupan jumlah dan kualitas pakan yang dikonsumsi dapat disesuaikan dengan fase pertumbuhan (Kearl 1982).

Perbaikan padang penggembalaan dapat ditempuh melalui introduksi TPT bercirikan perakaran kuat, pembentukan anakan/rambatan relatif cepat, mudah berbiji dengan kapasitas tunas tinggi dan tahan renggutan serta tidak *overgrazing*. Persyaratan tersebut dibutuhkan agar areal penggembalaan tidak mudah digali dan TPT tetap bertahan dengan struktur biologi dan produktivitas sesuai desain awal perbaikan. Penggembalaan bergilir kerbau potong (*B. bubalis*) di Brazil menampilkan pertambahan bobot badan harian 0,9 kg (Marai & Haeeb 2010).

Penelitian penggemukan perbandingan antara kerbau dan sapi PO dalam kondisi awal (umur dan bobot badan) yang sama, menunjukkan bahwa kerbau menampilkan pertumbuhan yang lebih cepat dan jumlah serta kualitas daging lebih baik dari sapi PO. Perbandingan kerbau dengan sapi PO diperoleh pertumbuhan sebesar 1,2 vs 0,9 kg/ekor/hari, konversi pakan 5,4 vs 5,6; bobot akhir 315,5 vs 289,9 kg dan

bobot nonkarkas kerbau lebih tinggi dari sapi terutama pada kepala dan jeroan (Yurleni 2013). Selanjutnya diperoleh kualitas daging kerbau lebih empuk dan penyebaran lemak di antara serat daging yang lebih baik, serta serat daging yang lebih besar. Namun, persentase karkas kerbau lebih rendah yaitu 46,5 vs 52,1% dengan bobot karkas hampir sama yaitu 146,6 vs 151,1 kg (Yurleni 2013). Dari uraian tersebut terlihat bahwa kekurangan dalam persentase dan bobot karkas dapat tertutupi oleh bobot hidup lebih tinggi, konversi pakan yang lebih baik, bobot nonkarkas yang jauh lebih besar serta kualitas daging yang juga lebih bermutu. Jika dibandingkan dengan harga jual saat ini, maka kerbau lebih menguntungkan 12,5% dari sapi PO.

Hal ini menunjukkan bahwa anekdot yang selama ini menyatakan bahwa ternak kerbau mempunyai kecepatan pertumbuhan yang rendah, pencapaian dewasa kelamin yang lambat dan menghasilkan daging kerbau lebih keras dari daging sapi tidaklah benar secara mutlak. Di Indonesia, kerbau umumnya dipelihara secara CCO (*cow calf operation*) di mana pedet terus mengikuti induk sampai dewasa (termasuk mengikuti induk ketika sedang dipekerjakan di lahan pertanian) sehingga menampilkan pertumbuhan yang lambat terutama dalam musim tanam, karena kekurangan suplai pakan yang berdampak pada pencapaian umur dewasa kelamin yang lambat. Selanjutnya kerbau dewasa baru dipotong ketika sudah tidak bisa dipekerjakan lagi karena sudah tua, sehingga daging yang dihasilkan adalah daging yang keras karena penuh dengan serat daging yang besar dan hampir tanpa lemak pada serat daging.

Dengan demikian, telah diketahui bahwa di Indonesia, kerbau potong yang berada pada pemeliharaan dengan konsumsi pakan yang cukup, akan mampu menampilkan pertumbuhan yang lebih cepat dari sapi lokal dengan efisiensi penggunaan pakan yang lebih baik, sehingga dapat dipastikan bahwa kerbau akan mampu mencapai dewasa kelamin yang lebih dini yaitu pada umur kurang dari dua tahun dan melahirkan pertama sebelum mencapai umur tiga tahun dengan *calving interval* 14 bulan sebagaimana yang diperoleh Borghese (2010) pada kerbau yang dipelihara di Italy. Di lapangan, kerbau memiliki umur produktif yang jauh lebih panjang dan nilai ekonomis yang lebih tinggi dari sapi potong.

### Penurunan *inbreeding* dan solusi penanganannya

Fenomena warna bule (*albinoid*), belang dan totol, serta tanduk yang jatuh ke bawah dan ujung ekor terpotong/pendek ditemukan hampir merata pada kelompok ternak rakyat di Indonesia. Pada beberapa kelompok peternak, malah disukai ternak bule (*albinoid*) dengan tanduk yang jatuh ke bawah karena penampilannya yang dianggap gagah, walaupun

dagingnya kurang disukai karena berair lebih banyak dan pada kondisi lapang lebih cepat rusak (Talib et al. 2013). Dipihak lain, kerbau dengan warna belang putih (sesedikit apapun campuran warna putih tersebut muncul) tetap dicari, karena harga jual yang tinggi di Sulawesi Selatan. Ciri-ciri di atas adalah ciri ternak *inbred* yang muncul karena perkawinan berlangsung dalam kelompok ternak yang berjumlah kecil (populasi kecil), sehingga kerbau *inbred* selalu diikuti dengan penurunan produktivitas dan kinerja reproduksi yang disebabkan karena perkawinan dalam keluarga yang berkerabat dekat dalam waktu yang lama. Maka untuk menurunkan jumlah kerbau *inbred* inilah kerjasama berbagai pihak terkait dibutuhkan.

*Inbreeding* itu sendiri tidaklah selalu berarti penurunan produktivitas dan daya reproduksi, karena ternak dengan populasi yang besar sampai jutaan ekor seperti pada unggas maka kelompok-kelompok ternak *inbred* yang telah diseleksi dalam banyak generasi dengan jumlah ternak per kelompok yang besar, akan memunculkan berbagai galur-galur murni (melalui *line breeding*) dan galur-galur murni inilah yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan ternak *hibrida* (F<sub>1</sub>) dengan produktivitas tinggi. Perkawinan antar F<sub>1</sub> akan menghasilkan ternak F<sub>2</sub> yang lebih rendah produktivitasnya dari ternak F<sub>1</sub>.

Hal yang berbeda dengan kerbau potong di Indonesia yang dipelihara secara ekstensif tradisional dalam kelompok-kelompok ternak dengan jumlah terbatas (kurang dari 100 ekor) per kelompok. Perkawinan yang terjadi meningkatkan *level inbreeding* yang dapat menurunkan produktivitas dan daya reproduksi. Oleh karena itu, maka tingkat *inbreeding* ini harus diturunkan sampai ke tingkat minimal 6,25% tanpa memberikan dampak negatif (*inbreeding depression*) pada kemampuan produksi dan reproduksi kerbau potong di Indonesia. Perkawinan dengan kerabat dekat juga akan meningkatkan frekuensi sifat resesif merugikan yang secara genetik terkait/*link* dengan sifat-sifat produksi dan atau reproduksi yang diinginkan. Ini berarti bahwa dua gen yang terletak pada kromosom yang sama, berada dekat satu sama lain (homozigot resesif). Sifat pewarisan genetik ini berlaku sama pada semua organisme termasuk kerbau. Jika alel resesif berada pada beberapa lokus, apalagi pada kelompok dengan jumlah sedikit, maka akan terjadi penurunan produktivitas seiring peningkatan frekuensi gen resesif. Kebanyakan dari alel resesif merugikan secara individual kecil efeknya. Jika jumlah ternak pembawa alel tersebut bertambah, maka terjadi peningkatan frekuensi gen resesif dalam populasi secara homozigot. Dampaknya adalah terjadi penurunan kebugaran (*fitness*) kerbau pembawa gen resesif dan sifat tersebut diturunkan kepada keturunannya melalui perkawinan sedarah terutama tetua betina. Pengaruh negatif *inbreeding* baru bersifat

merusak pada kerbau jika alel resesif berada pada beberapa lokus secara homozigot, beruntungnya alel seperti ini jarang terjadi. Umumnya, hanya salah satu dari dua alel pada lokus genetik tertentu mewakili sifat merusak dan bersifat resesif (heterozigot), sehingga tidak berdampak pada fenotipe kerbau.

Dampak negatif (*inbreeding depression*) baru muncul ketika kedua alel resesif terdapat pada seekor kerbau yaitu satu alel diwariskan dari bapak dan satu lagi dari induk. Jika ada satu saja pedet yang dilahirkan menampilkan performans sebagai ternak *inbred* maka bapaknya/*sire* harus dikeluarkan dari populasi dan tidak boleh menjadi *bull* selamanya. Mekanisme ini kalau dijalankan secara kontinyu maka dampak negatif *inbreeding* akan hilang dari populasi. Dampak negatif baru bersifat *outbreak* ketika sifat resesif merusak tersebut terdapat pada seekor *proven bull* yang semennya digunakan secara global. *Proven bull* pilihan tersebut jika dikawinkan dengan kelompok ternak betina dalam suatu *herds*, maka keturunan dari pejection tersebut dengan induk-induk terbaik akan melanjutkan menjadi tetua dari generasi berikutnya yang tentu saja membawa alel resesif. Padahal pembelian ternak bibit dan semen secara global berlangsung dengan lancar. Konsekuensi logisnya adalah keturunan *proven bull* tersebut akan mewarisi sifat merusak sehingga terjadi peningkatan frekuensi gen resesif dalam populasi global yang merupakan keturunan dari *proven bull* tersebut yang dalam jangka panjang akan terjadi penurunan produktivitas dalam populasi. Pada sapi perah, setiap peningkatan 1% nilai F (koefisien *inbreeding*) menghasilkan penurunan kuantitas dan kualitas susu, peningkatan *calving interval* dan pemendekan umur produktif. Pada kerbau di Indonesia, sudah banyak isu tentang pertumbuhan yang lambat, umur melahirkan pertama lambat dan *calving interval* panjang (lebih dari dua tahun) tetapi tidak memendekkan umur produktif.

*Proven bull* yang membawa alel resesif dengan dampak merusak besar akan cepat diketahui jika *recording* berjalan baik. Kalau *recording* kurang baik, dampaknya baru diketahui setelah bersifat *outbreak*. Di Indonesia, kita harus berterima kasih pada tetua adat di Tana Toraja yang melarang kerbau Toraya warna belang mengawini kerbau betina. Pengetahuan tradisional para tetua adat tersebut adalah untuk mencegah diwariskannya sifat alel resesif yang merugikan kepada keturunan kerbau Toraya lainnya. Dampak negatif dari alel resesif homozigot pada kerbau Toraya adalah dilahirkannya pedet kerbau bule (*albinoid*) yang lemah, hidup tidak lebih dari dua bulan atau lahir dalam keadaan mata buta dan mati dalam beberapa hari ke depan. Dampak positifnya, harga kerbau Toraya yang berwarna belang pada akhir November 2012 sudah mencapai Rp. 650 juta per ekor dan Desember 2013 sudah mencapai satu milyar rupiah

untuk kelas satu (Saleko) sesuai adat Tana Toraja. Hal serupa juga terjadi pada sapi karapan (hanya jantan yang disebut sapi karapan), yang tidak diijinkan mengawini sapi betina lainnya dan mempunyai ciri-ciri yang sudah dikenal masyarakat pencinta sapi karapan sejak baru dilahirkan dan banyak dari sapi karapan tersebut adalah *aspermia*.

Kebutuhan bibit unggul untuk perbaikan genetik dan penurunan *inbreeding* pada sebagian besar peternakan kerbau potong di Indonesia, dapat dimulai dengan pengaturan perkawinan melalui seleksi pejantan. Pejantan-pejantan terseleksi digunakan sebagai pemacek pada kelompok kerbau lain (*outbreeding*) dan setiap tiga tahun dilakukan rotasi pejantan antar kelompok. Cara ini jika diterapkan secara konsisten, maka secara bertahap akan menurunkan tingkat *inbreeding* dalam populasi kerbau di Indonesia.

Pelaksanaan perkawinan secara *outbreeding* untuk perbaikan genetik membutuhkan teknologi inseminasi buatan (IB) karena *behaviour* kerbau yang didominasi induk (ratu) yang selalu menolak pejantan baru sebelum teruji (Handiwirawan et al. 2009). *Behaviour* kerbau betina yang taat pada pemiliknya dapat dimanfaatkan untuk perkawinan secara IB. Untuk meningkatkan efisiensi produksi dan reproduksi, dan mengoptimalkan pelaksanaan IB serta meningkatkan fertilitas kelompok ternak, maka penerapan sinkronisasi estrus perlu diprioritaskan. Kenyataan menunjukkan bahwa hampir 100% kerbau dipelihara secara ekstensif tradisional, maka perlu diusahakan agar pejantan untuk perkawinan *outbreeding* secara kawin alam dapat diterima oleh kelompok (terutama ratu) agar perkawinan secara alamiah dapat berjalan dan rotasi pejantan dapat diterapkan. Seleksi calon pejantan unggul (CPU) sebaiknya sudah ditentukan pada usia sapih dan mulai dimasukkan kedalam kelompok ternak target dan diusahakan agar diterima sebagai anggota kelompok. Setelah CPU dewasa dan menjadi pejantan pemacek unggul maka ternak jantan lainnya dikeluarkan sebagai kerbau potong.

Pejantan unggul yang digunakan pada *outbreeding* untuk penghasil semen beku selayaknya mempunyai performans yang lebih baik dari kelompok ternak yang akan dikembangkan atau minimal untuk tahap pertama dapat memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) bibit kerbau lumpur. Tetapi, tahapan selanjutnya perbaikan mutu genetik dapat dilakukan melalui seleksi berdasarkan nilai pemuliaan (NP) atau *breeding value* (BV). Seleksi ditujukan untuk memilih pejantan dengan kemampuan pewarisan pertumbuhan yang cepat dan keturunannya tidak cacat dan tidak menunjukkan ciri *inbreeding* serta NP yang baik untuk bobot sapih, setahun dan siap kawin serta sifat-sifat reproduksi

bernilai positif. NP diestimasi melalui uji performans dan atau uji progeni berdasarkan *recording* untuk pembibitan (Wilkins 1993; Hardjosubroto 1994; Sharma 1996; Chacko & Sneider 2005).

Penurunan *inbreeding* dapat juga ditempuh melalui *crossbreeding*/kawin silang yaitu mengawinkan kerbau lumpur dengan kerbau perah. Kawin silang ini akan menghasilkan keturunan pertama yaitu ternak F<sub>1</sub> (*crossbred* 50% darah/gen kerbau potong dan 50% kerbau perah) dan memiliki heterosis/heterosigositas tertinggi sebagai *commercial stocks*. Jika perkawinan antara F<sub>1</sub> akan menghasilkan ternak F<sub>2</sub> dengan komposisi 25% kerbau potong; 25% kerbau perah dan 50% F<sub>1</sub>; oleh karena itu kalau tidak mempunyai tujuan khusus perkawinan antara F<sub>1</sub> tidak direkomendasikan. Biasanya perbaikan genetik lanjutan adalah melalui *backcrossing/grading up* untuk meningkatkan kandungan darah salah satu tetuanya, ke arah kerbau potong atau kerbau perah. Dapat juga *crossbreeding* ditujukan untuk membangun bangsa baru dengan kandungan darah kerbau potong dan perah dengan produktivitas terbaik sesuai tujuan pemuliaan kemudian dilakukan *intersemating* untuk perbanyakannya.

Untuk kondisi Indonesia, *crossbreeding* ke arah pembentukan kerbau perah belum dianjurkan saat ini. Pertimbangan pertama, kondisi lapang belum tersosialisasi untuk konsumsi susu kerbau dan infrastruktur produksi dan pasar susu kerbau belum tersedia untuk memberikan penghasilan yang layak kepada peternak. Kedua, potensi kerbau potong Indonesia belum digali maksimal, karena persilangan akan menurunkan potensi kerbau potong sebagai penghasil daging untuk swasembada daging sapi dan kerbau nasional. Persilangan baru akan dipertimbangkan pada periode mendatang jika pertimbangan di atas terpenuhi agar menguntungkan peternak dan kepentingan nasional. Penelitian di Australia menunjukkan pertambahan berat badan harian/PBBH kerbau persilangan atau *crossbred* sebesar lebih kecil dari satu kg/ekor/hari, dikatakan lebih baik dari kerbau potong dengan konsumsi pakan baik (Lemcke 2011). Padahal Yurleni (2013) mendapatkan PBBH kerbau potong Indonesia lebih besar dari 1 kg per ekor per hari. Ini menunjukkan bahwa penerapan *crossbreeding* dengan kerbau perah menurunkan PBBH kerbau potong di Indonesia. Kerbau *crossbred* juga mengalami penurunan pada kinerja reproduksi di Filipina dan China (Chavananikul 1994; Huang et al. 2003; Cruz 2010). Jika *crossbreeding* ditujukan untuk produksi susu, maka perlu dipersiapkan terlebih dahulu infrastruktur produksi dan pemasaran susu serta sosialisasi minum susu kerbau agar peternak kerbau tidak dirugikan.



## Peningkatan kinerja reproduksi kerbau

Dalam membahas kinerja reproduksi kerbau di manca negara, para peneliti selalu membandingkan kinerja reproduksi kerbau dengan sapi, sehingga kesimpulan yang ditarik selalu bahwa kinerja reproduksi kerbau adalah lebih rendah dari sapi. Padahal, sebagaimana telah dikemukakan sebelumnya bahwa kerbau di dunia lebih dari 97% berada di Asia dan di sini kerbau dipelihara dalam kondisi yang sangat berbeda dengan sapi yang dipelihara di manca negara. Ternak sapi di manca negara ditenakkan dengan menerapkan *rearing management* dalam kelompok ternak yang berada di bawah *good management practices*, yang menerapkan seleksi, pakan disesuaikan dengan kebutuhan secara akurat dan perkawinan sudah dapat diprediksi sejak awal karena telah diketahui potensi produksi dan reproduksi secara hampir pasti dan peternak adalah *manager* dari sapi-sapi yang dimilikinya (Gambar 3). Sebaliknya, ternak kerbau di Asia hampir 100% dipelihara dalam pemeliharaan ekstensif-tradisional di mana peternak kecil adalah *keepers* dari kerbau-kerbau yang dimilikinya. Jika dilihat Gambar 3, maka peternak kecil memiliki kandang ternak yang belum memenuhi syarat, tanpa teknisi, kesehatan kerbau tergantung mobilitas petugas pemerintah terkait dan konsumsi pakan yang kurang. Dengan penerapan manajemen yang sangat berbeda tentu sulit untuk dibandingkan secara adil untuk mendapatkan kesimpulan yang akurat.

Kunci utama untuk meningkatkan efisiensi reproduksi kerbau adalah memahami anatomi reproduksi secara benar, deteksi estrus tepat, kemudian diikuti oleh perkawinan tepat waktu dan tepat sasaran yang berakhir dengan kebuntingan dan kelahiran serta mempersiapkan pedet agar mencapai birahi pertama lebih dini.

Dilihat dari anatomi saluran reproduksi antara ternak kerbau (*B. bubalis*) dan sapi (*B. taurus* dan *B. indicus*), maka semua organ yang ada pada saluran reproduksi antara keduanya adalah serupa, yang berbeda adalah besaran ukuran, umumnya dimana pada kerbau lebih kecil/pendek dari yang dimiliki oleh sapi mulai dari *servix*, rahim sampai pada ukuran ovarium dan folikel, demikian juga ukuran testis yang dimiliki kerbau lebih kecil dari pada sapi.

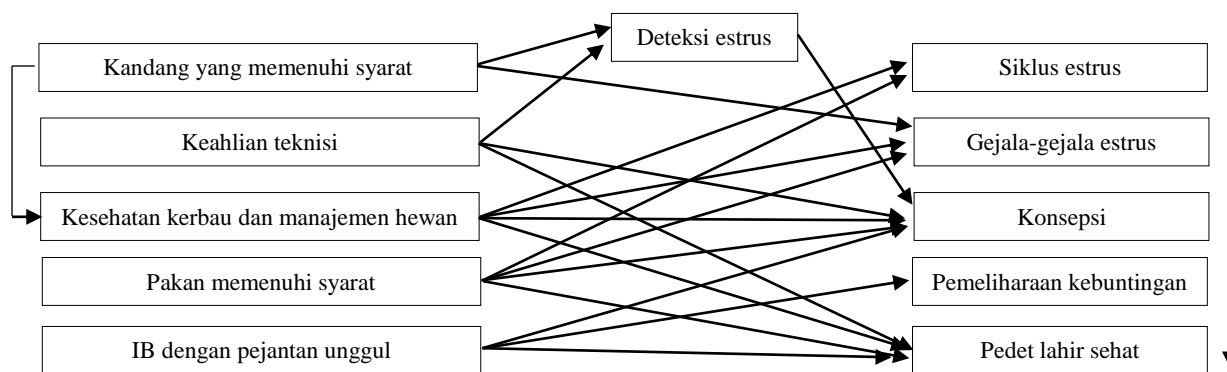
Efisiensi reproduksi pada sapi dapat ditingkatkan, maka tentu peningkatan efisiensi pada kinerja reproduksi kerbau juga dapat ditingkatkan. Umur dewasa kelamin kerbau diduga lebih lambat dari sapi yaitu baru dicapai pada umur antara 21-24 bulan tergantung pada jumlah dan kualitas pakan yang dikonsumsi dan *body condition score* (BCS). Hanya perlu diingat, perbedaan ini adalah perbedaan yang tidak hanya dipengaruhi oleh bangsa ternak, tetapi juga dipengaruhi oleh lingkungan tempat pemeliharaan

termasuk pakan, musim dan manajemen yang diterima oleh ternak-ternak tersebut (Drost 2007). Jika pakan yang diterima baik, sehingga BCS (skala 1-5) dapat mencapai nilai lebih besar dari 2,5 maka umur dewasa kelamin atau berahi pertama akan dapat dicapai dengan lebih dini dibandingkan dengan kerbau yang memiliki BCS minimal dua sebagaimana yang dialami sapi. Peluang inilah yang perlu dikejar dalam meningkatkan produktivitas kerbau di Indonesia yaitu memperbaiki pertumbuhan dan BCS.

Kesulitan dalam mengamati estrus pertama pada kerbau dara merupakan salah satu hal yang berdampak pada mundurnya umur dewasa kelamin. Hal tersebut disebabkan karena umur dewasa kelamin diperoleh melalui perhitungan umur pada saat melahirkan pertama kali dikurangi dengan lama bunting dan dugaan kebutuhan perkawinan antara 2-4 kali baru menghasilkan kebuntingan pertama. Perhitungan ini terpaksa dilakukan, karena dalam pemeliharaan ekstensif sulit untuk diketahui kapan estrus pertama atau perkawinan pertama kali dialami oleh kerbau dara. Padahal kerbau yang berahi dapat diamati dari betina menaiki betina atau dinaiki jantan, walaupun dikatakan bahwa gejala berahi seperti vulva basah, keluar lendir bening dari vulva dan vulva berwarna merah dan kerbau sering kencing sebagai gejala estrus dikatakan sulit ditemukan (Drost 2007). Dari pengamatan pada kerbau induk dan dara diperoleh bahwa kerbau memiliki estrus yang berlangsung sepanjang tahun dengan rata-rata siklus berahi adalah  $21 \pm 3$  hari dengan panjang berahi  $18 \pm 12$  jam dan ovulasi berlangsung  $30 \pm 15$  jam sesudah estrus pertama kali tampak (Drost 2007). Informasi ini juga sama dengan pada sapi. Jika kawin dengan IB maka waktu yang tepat adalah  $10 \pm 2$  jam setelah estrus terlihat pertama kali.

Diameter folikel sesaat sebelum ovulasi pada kerbau lebih kecil diameternya dari sapi yaitu berukuran 10 mm dan ukuran korpus luteum (CL) 10-15 mm. Kelebihan kerbau adalah sering terjadi ovulasi kembar, sehingga peluang untuk mendapatkan kebuntingan terbuka cukup luas dan mempertahankan kebuntingan juga akan tetap terjaga dengan baik, walaupun kelahiran kembar sangat jarang. Gelombang pertumbuhan folikel juga baik yaitu didominasi oleh dua gelombang.

Langkah peningkatan efisiensi reproduksi pada sapi yang paling efektif, salah satunya adalah penyerentakan berahi. Tentu saja protokol penyerentakan berahi yang sukses pada sapi juga akan sukses pada kerbau karena organ dan gejala reproduksi kerbau sama dengan sapi. Inseminasi pada kerbau baik secara tunggal maupun *double* dengan PGF2 $\alpha$  diharapkan akan dapat memberikan hasil yang baik. Hasil yang lebih baik lagi mungkin dapat dicapai dengan memanipulasi waktu untuk ovulasi dan menentukan waktu yang tepat untuk IB adalah



**Gambar 3.** Pentingnya deteksi birahi diikuti perkawinan dengan pejantan unggul

**Sumber:** Rodriguez-Martinez et al. (2013)

*OvSynch* yaitu penyuntikan GnRH, hari ke-1; diikuti PGF2 $\alpha$ , hari ke-7; lalu GnRH hari ke-9; dan IB, hari ke-10. Cara ini pada sapi sudah merupakan teknik manajemen reproduksi yang diterapkan pada peternakan sapi perah.

Di Brazil, diujikan dua buah protokol *OvSynch* yaitu dengan menggunakan GnRH vs LH pada 335 ekor kerbau. Pengamatan pada perkembangan folikel setiap 12 jam pada hari ke-1; 2 dan 7, kemudian pengamatan dilakukan setiap enam jam untuk mendapatkan waktu yang tepat untuk kerbau siap kawin, yaitu sejak disuntik dengan GnRH atau LH pada hari ke-9. Selang waktu sejak penyuntikan hormon sampai waktu ovulasi adalah sebesar 26,5 jam vs 24,4 jam masing-masing untuk GnRH dan LH. Hasilnya adalah kebuntingan yang diperoleh melalui perkawinan dengan IB di lapangan mencapai 64,2% dengan catatan kerbau induk angka kebuntingannya lebih tinggi dari kerbau dara. Langkah lanjutan dilakukan dengan membandingkan *OvSynch* protokol dengan *intravaginal progesterone releasing device* (CIDR-B), di mana CIDR dipasang pada hari yang sama dengan penyuntikan pertama GnRH dari *OvSynch*. CIDR dicabut pada hari ke-7 dan pada hari itu juga disuntikkan PGF2 $\alpha$  dan kebuntingan akan didiagnosis pada hari ke-30. Hasilnya yang menggunakan CIDR 57,5% bunting dan yang tanpa CIDR 55,4% bunting.

Peningkatan efisiensi kinerja reproduksi pada kerbau dapat dilakukan melalui penyerentakan berahi baik dengan protokol *OvSynch* menggunakan PGF2 $\alpha$  maupun dengan protokol CIDR yang dikombinasikan dengan penggunaan hormon GnRH atau LH dengan PGF2 $\alpha$  yang berhasil baik pada kerbau dara maupun induk. Oleh karena itu, kedua protokol ini dapat diterapkan pada penyerentakan berahi pada kerbau di Indonesia. Penelitian penerapan protokol *OvSynch* pada tempat berbeda di Indonesia juga berhasil dengan baik (Triwulaningsih 2005; Sianturi et al. 2011) sama dengan di Brazil. Oleh karena itu, dalam pengembangan kerbau maka salah satu dari kedua protokol penyerentakan berahi ini dapat diterapkan pada ternak

kerbau yang dikembangkan oleh kelompok-kelompok peternak kerbau di Indonesia sebagai sebuah teknologi terapan melalui standar operasional pelaksanaan (SOP) perkawinan kerbau.

### STRATEGI PEMBIBITAN KERBAU DI INDONESIA

Secara genetik, kendala dalam peningkatan populasi adalah keterbatasan bibit unggul untuk digunakan dalam perkawinan *outbreeding* yang dapat menurunkan tingkat *inbreeding* pada kelompok ternak dan kurangnya pengetahuan peternak dalam memilih calon pejantan/pejantan unggul yang akan digunakan sebagai pejantan. Dari segi pakan, maka peningkatan pengetahuan peternak tentang sumber pakan lokal dan TPT unggul untuk dikembangkan oleh peternak, serta pemanfaatan pakan untuk perbaikan produktivitas dan kinerja reproduksi kerbau perlu ditingkatkan. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu mekanisme agar kelompok peternak pembibit dapat menerapkan prinsip pembibitan untuk menghasilkan bibit kerbau unggul (Talib 2012).

Perhatian pemerintah untuk memberikan perlakuan yang sama pada kerbau dan sapi diharapkan dapat meningkatkan populasi dan produktivitas kerbau. Pertemuan *forum group discussion* "Penyelamatan dan Pengembangan Kerbau di Indonesia" yang melibatkan berbagai provinsi dan kabupaten serta tim pakar yang menghasilkan berbagai langkah operasional yang akan langsung diterapkan pada tahun 2014 untuk pengembangan pembibitan di 17 kabupaten yang tersebar pada 15 provinsi selama lima tahun merupakan kabar gembira. Hal yang harus diperhatikan adalah memahami kondisi saat ini serta target yang ingin dicapai ke depan melalui kerjasama para pihak terkait sebagaimana tertuang pada Gambar 4.

Kondisi saat ini yang telah digambarkan sebelumnya, menunjukkan bahwa untuk menghasilkan bibit unggul maka dibutuhkan kelompok peternak pembibit yang dapat menerapkan GBP dalam usaha

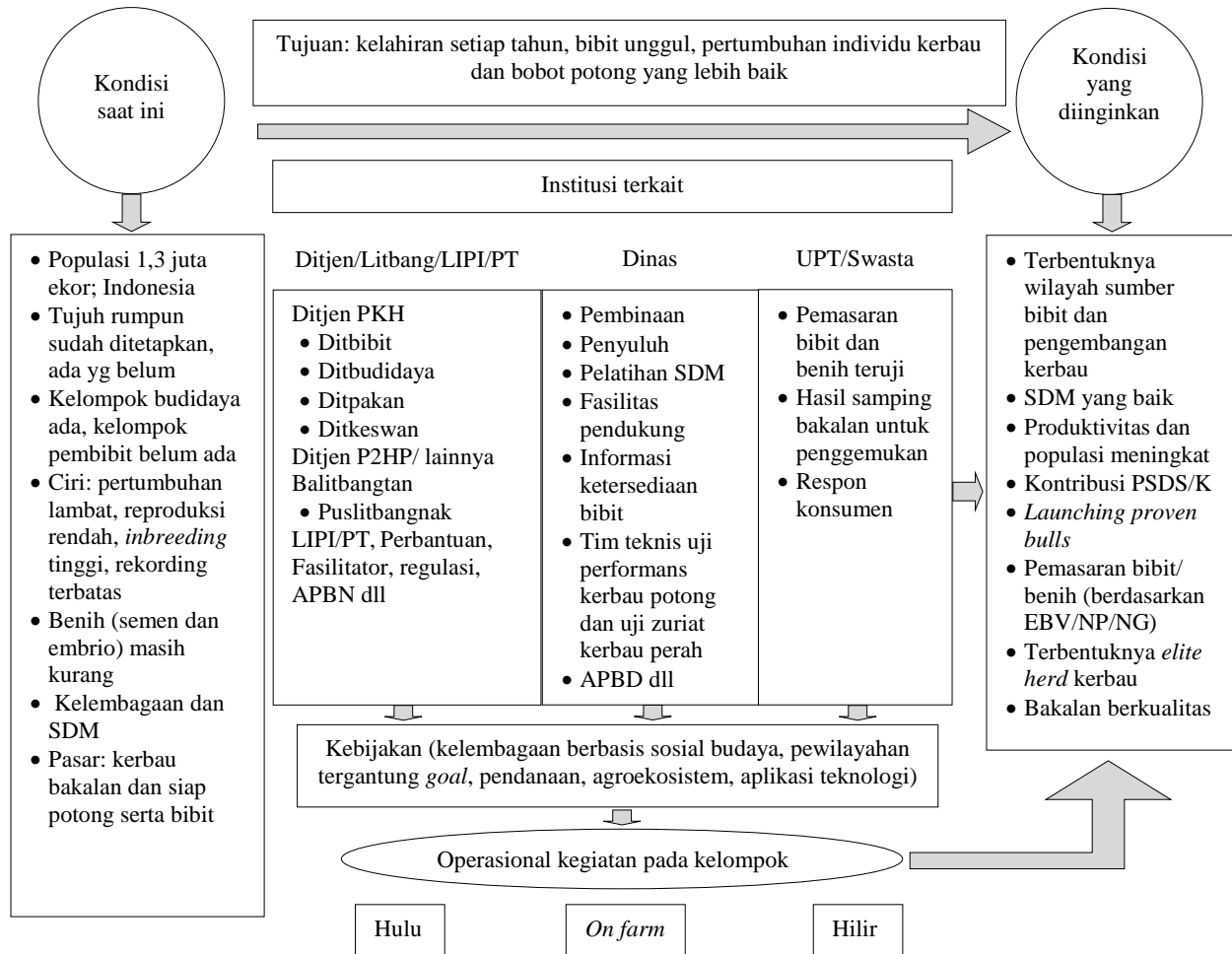
pembibitannya yang sekarang belum ada. Target yang ingin dicapai adalah terbentuknya wilayah sumber bibit dan bakalan berkualitas baik melalui pengembangan kelompok peternak pembibit dengan SDM yang mampu menghasilkan bibit kerbau unggul baik jantan maupun betina berdasarkan NP. Untuk meningkatkan penghasilan peternak pembibit maka harga jual bibit kerbau akan lebih mahal dari harga jual kerbau bakalan. Untuk mencapai target yang diinginkan dalam Gambar 4, maka keterlibatan para pihak yang sesuai dengan peran masing-masing sangat dibutuhkan.

Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan (Ditjen PKH) beserta direktorat di bawahnya melaksanakan tugas sebagai fasilitator, membuat kebijakan-kebijakan terkait yang berpihak pada peternak kecil, serta menyalurkan pendanaan (APBN) sesuai peraturan yang berlaku di Indonesia, baik pengiriman dan pemanfaatan uang serta pertanggungjawabannya.

Dinas peternakan atau dinas yang melaksanakan fungsi peternakan dan kedokteran hewan melaksanakan

tugas sebagai pembina, pelatihan SDM terutama untuk mencukupi kebutuhan petugas inseminator dan medik/paramedik veteriner dan pelatihan *recording* kepada peternak pembibit, penyediaan penyuluh daerah, penyediaan fasilitas pendukung perbibitan antara lain identitas ternak dan peternak, peralatan pengukuran ternak dan kartu *recording* ternak serta buku panduan teknis, menyediakan tim teknis uji genetik (performans dan zuriat) daerah, informasi ketersediaan bibit dan mengusahakan tersedianya dana dukungan perbibitan.

Unit Pelaksana Teknis (UPT) nasional yang ada di daerah maupun UPT daerah ikut terlibat secara langsung dalam monitoring dan evaluasi *progress* dan masalah yang dihadapi dalam setiap tahapan pelaksanaan kegiatan perbibitan kerbau pada kelompok peternak. Di samping itu juga, bersama dengan swasta bekerjasama dalam membantu pembinaan secara teknis kepada kelompok peternak pembibit agar hasil yang diperoleh benar-benar memenuhi persyaratan teknis mutu dan secara ilmiah dapat dipertanggungjawabkan.



Gambar 4. Tujuan dan tugas instansi terkait dalam pola operasional perbibitan kerbau

Sumber: Talib & Naim (2012)

Kelompok peternak pembibit sebagai pelaksana, melaksanakan kegiatan pembibitan sesuai dengan buku petunjuk teknis/petunjuk pelaksana yang disebarakan serta mencari solusi melalui media diskusi/pertemuan teknis dengan dinas terkait, UPT daerah/nasional dan komisi pertimbangan (Balitbangtan, LIPI dan perguruan tinggi) yang secara berkala akan mendatangi para peternak pembibit.

### Tahapan perbaikan genetik

Langkah pertama adalah seleksi pejantan lokal untuk menjadi pejantan pada kelompok ternak rakyat dan pemanfaatan semen dari pejantan terseleksi untuk perbaikan genetik di stasiun penelitian dengan sistem penerapan program pembibitan inti terbuka (*open nucleus breeding scheme*). Sifat yang akan digunakan untuk seleksi adalah bobot badan dan ukuran tubuh (tinggi pundak, panjang badan dan lingkar dada) pada waktu lahir, umur sapih 205 hari, umur setahun (365 hari) dan umur 550 hari serta umur dua tahun (730 hari). Jika hal tersebut dapat berjalan baik, maka secara bertahap akan terbangun *breeding stock* yang akan semakin baik bobot badan dan ukuran tubuhnya pada umur-umur tersebut dari generasi ke generasi. Dengan catatan, perbaikan pakan dan manajemen akan berjalan sesuai dengan perbaikan genetik yang telah diperoleh untuk mendapatkan hasil yang optimal. Dengan adanya perbaikan pada performans produksi (bobot badan dan ukuran tubuh) tersebut maka berarti terjadi percepatan pada pertumbuhan harian sehingga kinerja reproduksi akan langsung diperbaiki dari generasi ke generasi.

Perbaikan performans produksi sejak lahir sampai pada umur dua tahun tersebut akan berdampak pada pedet baru lahir yang lebih kuat ketahanannya pada lingkungan, pertumbuhan lebih cepat sampai mencapai umur setahun. Pada ternak jantan akan dihasilkan calon-calon pejantan yang lebih baik performans produksinya dari *sire*-nya dan pada pedet betina akan diperoleh *heifers* yang akan tumbuh lebih cepat dan mencapai dewasa kelamin yang lebih dini dan beranak pertama juga lebih dini serta perkawinan kembali *postpartum* yang sesuai dengan diinginkan yaitu lebih baik dari generasi *dam*-nya serta *mothering ability* yang lebih baik.

Analisis ekonomi perlu dilakukan untuk mengetahui seberapa besar sumbangan perbaikan genetik yang telah dilakukan pada kondisi peternakan rakyat dan di stasiun penelitian pada saat awal dan akhir nanti atau perbaikan setiap tahun

Perbedaan kedua hasil inilah yang dimanfaatkan untuk memperbaiki manajemen pemeliharaan kerbau pada peternakan rakyat agar peternak dapat meraih hasil secara optimal, yaitu melalui perbaikan manajemen pakan yang disesuaikan dengan fase fisiologis dan status reproduksi kerbau. Keberhasilan

perbaikan tersebut sangat tergantung pada partisipasi aktif peternak/kelompok pembibit dan intensitas pendampingan.

Dalam mengelola perbibitan setelah dilakukan perbaikan genetik, hal-hal utama yang perlu diperhatikan adalah A) Pakan harus terpenuhi baik kualitas maupun kuantitasnya yang akan terlihat dari BCS yang semakin baik, sehingga dapat memberikan jaminan bahwa pertumbuhan dan daya reproduksi optimal; B) Penanganan penyakit melalui vaksinasi maupun pengobatan; C) Penggunaan pejantan sebagai pemacek harus benar-benar diperhatikan silsilah dan hubungan kekerabatan agar perkawinan dapat menurunkan level *inbreeding* dan D) Penyediaan kebun TPT untuk potong/penggembalaan dan atau lumbung pakan untuk menjamin tersedianya pakan sepanjang tahun perlu diadakan.

### KESIMPULAN

Perbibitan kerbau sudah waktunya dikembangkan di Indonesia. Perbaikan genetik yang diperoleh perlu diikuti dengan penerapan perbaikan manajemen pakan dan reproduksi yang sesuai dengan tingkat perbaikan genetik yang telah dicapai. Penyebaran bibit dan benih kerbau unggul akan mampu menurunkan derajat *inbreeding* dan menunjang peningkatan produktivitas dan populasi kerbau di Indonesia.

### DAFTAR PUSTAKA

- Agarwal N, Kamra DN, Chatterjee PN, Kumar R, Chaudhary LC. 2008. *In vitro* methanogenesis, microbial profile and fermentation of green forages with buffalo rumen liquor as influenced by 2-bromoethanesulphonic acid. *Asian-Australasian J Anim Sci*. 21:818-823.
- Bamualim A, Muhammad Z, Talib C. 2009. Peran dan ketersediaan teknologi pengembangan kerbau di Indonesia. Dalam: Bamualim AM, Talib C, Herawati T, penyunting. Peningkatan peran kerbau dalam mendukung kebutuhan daging nasional. *Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional Usaha Ternak Kerbau*. Tana Toraja, 24-26 Oktober 2008. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. p. 1-10.
- Borghese A. 2010. Development and perspective of buffalo and buffalo market in Europe and Near East. *Rev Vet*. 21:20-31.
- Bruford MW, Bradley DG, Luikart G. 2003. DNA markers reveal the complexity of livestock domestication. *Nat Rev Genet*. 4:900-910.
- Buntjer JB, Otsen M, Nijman IJ, Kuiper MTR, Lenstra JA. 2002. Phylogeny of bovine species based on AFLP fingerprinting. *Heredity (Edinb)*. 88:46-51.
- Chacko CT, Sneider F. 2005. Breeding services for small dairy farmers: sharing the Indian experience. *Enfield (US)*: Science Publishers.

- Chavananikul V. 1994. Cytogenetic aspects of crossbreeding for the improvement of buffalo. In: Bunyavejchewin, editor. Proceedings of the First Asian Buffalo Association (ABA) Congress. Bangkok (Thailand): Kasetsart University. p. 153-159.
- Cruz LC. 2010. Transforming swamp buffaloes to producers of milk and meat through crossbreeding and backcrossing. *Wartazoa*. 19:103-116.
- Denman SE, McSweeney CS. 2006. Development of a real-time PCR assay for monitoring anaerobic fungal and cellulolytic bacterial populations within the rumen. *FEMS Microbiol Ecol*. 58:572-582.
- Di Berardino D, Iannuzzi L. 1981. Chromosome banding homologies in Swamp and Murrah buffalo. *J Hered*. 72:183-188.
- Ditjen PKH. 2011. Penetapan rumpun/galur ternak Indonesia tahun 2010-2011. Jakarta (Indonesia): Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan.
- Ditjen PKH. 2013. Surat keputusan Dirjen PKH tentang penetapan kerbau Simeleue sebagai rumpun ternak Indonesia. Jakarta (Indonesia): Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan.
- Ditjenak. 2003. Statistik peternakan 2003. Jakarta (Indonesia): Direktorat Jenderal Peternakan.
- Drost M. 2007. Bubaline versus bovine reproduction. *Theriogenology*. 68:447-449.
- FAO Statistics Division. 2013. World buffaloes population. Faostat [Internet]. [Disitasi 9 September 2013]. Available from: <http://faostat.fao.org/site/573/DesktopDefault.aspx?PageID=573#ancor>
- FAO. 2013. Breed data sheet: buffalo. In: Domestic animal diversity information system of the food and agriculture organization of the united nations. Rome (Italy): Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Handiwirawan E, Suryana A, Talib C. 2009. Karakteristik tingkah laku kerbau untuk manajemen produksi yang optimal. Dalam: Bamualim AM, Talib C, Herawati T, penyunting. Peningkatan peran kerbau dalam mendukung kebutuhan daging nasional. Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional Usaha Ternak Kerbau. Tana Toraja, 24-26 Oktober 2008. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. p. 97-104.
- Hardjosubroto W. 1994. Aplikasi pemuliaan ternak di lapangan. Jakarta (Indonesia): Grasindo.
- Hardjosubroto W. 2006. Kerbau: mutiara yang terlupakan. Dalam: Orasi purna tugas. Yogyakarta (Indonesia): Universitas Gadjah Mada.
- Huang YJ, Shang JH, Liang MM, Zhang XF, Huang FX. 2003. Studies of chromosomal heredity and fertility of progenies (2n=49) crossed between river and swamp buffalo. *Yi Chuan*. 25:155-159.
- Kearl RL. 1982. Nutrient requirements for ruminant animals in developing countries: domestic buffalo. Utah (UK): Utah University.
- Kementan, BPS. 2011. Rilis hasil akhir PSPK 2011. Jakarta (Indonesia): Kementerian Pertanian dan Biro Pusat Statistik.
- Khejornsart P, Wanapat M, Rowlinson P. 2011. Diversity of anaerobic fungi and rumen fermentation characteristic in swamp buffalo and beef cattle fed on different diets. *Livest Sci*. 139:230-236.
- Koike S, Pan J, Kobayashi Y, Tanaka K. 2003. Kinetics of in sacco fiber-attachment of representative ruminal cellulolytic bacteria monitored by competitive PCR. *J Dairy Sci*. 86:1429-1435.
- Kuswandi, Widiawati Y. 2008. Pengaruh pemberian pakan leguminosa terhadap kandungan hormon progesteron induk sapi FH dan identifikasi tanaman yang diduga mengandung bahan aktif prekursor pembentuk progesteron. Dalam: Laporan penelitian Balai Penelitian Ternak tahun 2007. Bogor (Indonesia): Balai Penelitian Ternak.
- Kuswandi. 2007. Peluang pengembangan ternak kerbau berbasis pakan limbah pertanian. *Wartazoa*. 17:137-146.
- Lemcke B. 2011. Is there a major role for buffalo in Indonesia's beef self sufficiency program by 2014? Dalam: Talib C, Herawati T, Matondang RH, Praharani L, penyunting. Percepatan pembibitan dan pengembangan kerbau melalui kearifan lokal dan inovasi teknologi untuk mensukseskan swasembada daging kerbau dan sapi serta peningkatan kesejahteraan masyarakat peternakan. Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional Kerbau. Lebak, 2-4 November 2010. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. p. 1-7.
- Marai IFM, Haebe AAM. 2010. Buffalo's biological functions as affected by heat stress-a review. *Livest Sci*. 127:89-109.
- Menon V. 2009. Mammals of India. Princeton (NJ): Princeton University Press.
- Pasha TN, Hayat Z. 2012. Present situation and future perspective of buffalo production in Asia. *J Anim Plant Sci*. 22:250-256.
- Praharani L, Juarini E, Budiarsana IGM. 2010. Parameter indikator *inbreeding* rate pada populasi ternak kerbau di Kabupaten Lebak, Provinsi Banten. Dalam: Talib C, Herawati T, Matondang RH, Syafitrie C, penyunting. Peningkatan produktivitas kerbau melalui aplikasi teknologi reproduksi dalam rangka meningkatkan kesejahteraan peternak. Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional Kerbau. Brebes, 11-13 November 2009. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. p. 93-99.
- QOF. 2013. Domestic bison. Quebec Outfit Fed Inc [Internet]. [Cited 9 September 2013]. Available from: <http://www.pourvoires.com/en/hunting-quebec/species/domestic-bison.html>
- Rodriguez-Martinez H, Hultgren J, Båge R, Bergqvist AS, Svensson C, Bergsten C, Lidfors L, Gunnarsson S, Algers B, Emanuelson U, Berglund B, Andersson G, Håård M, Lindhé B, Stålhammar H Gustafsson H.

2013. Reproductive performance in high-producing dairy cows: can we sustain it under current practice?-part II [Internet]. [Cited 9 September 2013]. Available from: <http://en.engormix.com/MA-dairy-cattle/genetic/articles/reproductive-performance-high-producing-t2592/103-p0.htm>
- Sharma S. 1996. Applied multivariate techniques. New York (US): John Willey and Sons.
- Sianturi RG, Kusumaningrum DA, Adiati U, Triwulaningsih E, Situmorang P. 2011. Efektifitas beberapa metode sinkronisasi estrus dan inseminasi buatan pada kerbau rawa di Banten. Dalam: Talib C, Herawati T, Matondang RH, Praharani L, penyunting. Percepatan pembibitan dan pengembangan kerbau melalui kearifan lokal dan inovasi teknologi untuk mensukseskan swasembada daging kerbau dan sapi serta peningkatan kesejahteraan masyarakat peternakan. Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional Kerbau. Lebak, 2-4 November 2010. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. p. 76-83.
- Talib C, Herawati T, Hastono, Kuswandi. 2013. Perbaikan genetik kerbau melalui seleksi dan persilangan. Dalam: Laporan akhir penelitian TA 2013. Bogor (Indonesia): Balai Penelitian Ternak.
- Talib C, Matondang RH, Herawati T. 2011. Perbibitan kerbau menunjang swasembada daging di Indonesia. Dalam: Talib C, Herawati T, Matondang RH, Praharani L, penyunting. Percepatan pembibitan dan pengembangan kerbau melalui kearifan lokal dan inovasi teknologi untuk mensukseskan swasembada daging kerbau dan sapi serta peningkatan kesejahteraan masyarakat peternakan. Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional Kerbau. Lebak, 2-4 November 2010. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. p. 8-15.
- Talib C, Naim M. 2012. *Grand design* pembibitan kerbau nasional. Dalam: Handiwirawan E, Talib C, Romjali E, Anggraeni A, Tiesnamurti B, penyunting. Membangun grand design perbibitan kerbau nasional. Prosiding Lokakarya Nasional Perbibitan Kerbau 2012. Bukittingi, 13-15 September 2012. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. p. 8-25.
- Talib C. 1988. Performan sapi Peranakan Ongole di Indonesia [Thesis]. [Bogor (Indonesia)]: Institut Pertanian Bogor.
- Talib C. 2012. Penerapan sistem pembibitan kerbau pada kelompok peternak. Dalam: Talib C, Herawati T, Praharani L, Sumantri C, Hidayati N, penyunting. Pengembangan usaha pembibitan kerbau melalui pemanfaatan keunggulan daya adaptasi dan kesesuaianinovasi teknologi dalam mensukseskan swasembada daging nasional. Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional Kerbau. Samarinda, 21-22 Juni 2011. Bogor (Indonesia): Puslitbangnak. p. 31-38.
- Tanaka K, Solis CD, Masangkay JS, Maeda K, Kawamoto Y, Namikawa T. 1996. Phylogenetic relationship among all living species of the genus *Bubalus* based on DNA sequences of the cytochrome b gene. *Biochem Genet.* 34:443-452.
- Thomas C. 2011. Efficiency dairy buffalo production. Sweden: Amrit Sharma Publisher.
- Trinci APJ, Davies DR, Gull K, Lawrence MI, Bonde Nielsen B, Rickers A, Theodorou MK. 1994. Anaerobic fungi in herbivorous animals. *Mycol Res.* 98:129-152.
- Triwulaningsih E. 2005. Laporan hasil penelitian *breeding* dan reproduksi ternak kerbau di Indonesia. Bogor (Indonesia): Balai Penelitian Ternak.
- Wahono T. 2012. Anoa, Kerbau atau Sapi? Ekspedisi Cincin Api [Internet]. [Disitasi 9 September 2013]. Tersedia dari: <http://ekspedisi.kompas.com/cincinapi/index.php/detail/news/2012/09/06/16113162/AnoaKerbau.atau.Sapi>
- Wilkins AS. 1993. Genetic analysis of animal development. 2nd ed. New York (US): John Willey and Sons.
- Yurleni. 2013. Produktivitas dan karakteristik daging kerbau dengan pemberian pakan yang mengandung asam lemak terproteksi [Thesis]. [Bogor (Indonesia)]: Institut Pertanian Bogor.