

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sapi Potong

Sapi potong adalah jenis ternak yang dipelihara untuk menghasilkan daging sebagai produk utamanya. Mereka dipelihara dengan mengandangnya secara teratur selama periode tertentu untuk meningkatkan produksi dagingnya dan beratnya sebelum dipotong. Sapi potong adalah jenis sapi yang dipelihara untuk digemukkan karena ciri-cirinya, seperti pertumbuhan cepat dan kualitas daging yang tinggi (Susanti *et al*, 2014).

Populasi ternak sapi potong Indonesia terus meningkat setiap tahunnya, meningkat dari 12.759.838 pada tahun 2009 menjadi 17.050.006 pada tahun 2018. Ini menunjukkan bahwa Indonesia memiliki potensi besar untuk pengembangan ternak ruminansia besar, khususnya ternak sapi potong (BPS 2018). Jumlah ternak sapi potong yang meningkat disebabkan oleh manajemen pengelolaan yang efektif yang mendukung pertumbuhan ternak sapi potong di Indonesia. Banyak faktor pendukung harus mendukung pengembangan, seperti bakalan, pakan yang cukup, kondisi lingkungan dan sosial, dan peluang pasar (Sudarmono dan Sugeng, 2008).

Pada umumnya, sapi potong terbagi menjadi tiga golongan: *Bos indicus* (sapi berpunuk), *Bos Taurus* (sapi subtropis), dan *Bos Sondaicus* (sapi banteng). Sapi peranakan Ongole, Brahman, Madura, Bali, Aceh, dan sapi pesisir adalah contoh sapi bangsa *Bos indicus* dan *Bos sondaicus*. Sapi tropis dan subtropis berbeda dalam adaptasi lingkungan dan kualitas pakan. Sapi tropis biasanya lebih

besar daripada sapi subtropis, tetapi mereka lebih tahan terhadap keadaan suhu yang lebih tinggi dan pakan berkualitas rendah..

2.1.1. Taksonomi Sapi Potong

Menurut Firdaus dan Dwi Indarti (2018), jenis sapi termasuk dalam klasifikasi taksonomi berikut:

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Chordata
Class	: Mamalia
Ordo	: Artiodactyla
Famili	: Bovidae
Genus	: Bos
Spesies	: <i>Bos tarurus</i> (sapi Eropa) <i>Bos indicus</i> (sapi India/sapi Zebu)

2.1.2. Manajemen Pakan

Jumlah ternak sapi potong yang meningkat disebabkan oleh manajemen pengelolaan yang efektif yang mendukung pertumbuhan ternak sapi potong di Indonesia. Manajemen pengelolaan sapi yang baik harus disesuaikan dengan jenis dan bangsa sapi yang akan dipelihara. Tujuan mengetahui asal-usul sapi potong adalah untuk membedakan jenis sapi potong berdasarkan asalnya, produksinya, dan iklim yang tepat untuk pengelolaan sapi potong.

Salah satu bagian dari mengelola pakan adalah memahami jumlah nutrisi yang terkandung dalam pakan. Pengelolaan pakan sangat penting untuk keberhasilan pemeliharaan ternak, terutama sapi potong. Memberikan pakan yang

berkualitas tinggi dan sesuai dengan kebutuhan ternak dapat membantu sapi berkembang biak sehingga dapat mencapai tingkat produksi yang optimal karena kebutuhan hidup pokok, pertumbuhan, dan produksi sudah terpenuhi (Hasanah *et al*, 2017). Untuk memenuhi kebutuhan ternak, pakan yang baik harus mengandung jumlah lemak, protein, karbohidrat, air, vitamin, dan mineral yang tepat. Protein bertanggung jawab untuk mengganti sel yang rusak, membentuk otot, menghasilkan sel darah merah, bulu, dan tanduk. Pelarut vitamin dan air membantu menjaga keseimbangan suhu dan jaringan, dan karbohidrat memberikan energi.

Salah satu hewan ruminansia yang memiliki empat alat pencernaan, yaitu rumen, retikulum, omasum, dan abomasum, memungkinkan sapi untuk menampung banyak pakan dan mencerna pakan dengan kandungan serat kasar yang tinggi. Karena kemampuan mereka untuk mencerna serat kasar yang tinggi, pakan utama sapi adalah rumput atau hijauan dan bahan pakan penguat (konsentrat), seperti yang akan dijelaskan di bawah ini.

1. Pakan Hijauan

Pakan hijauan adalah makanan yang berasal dari tanaman atau tumbuhan yang terdiri dari daun-daunan, batang, ranting, dan bunga. Pakan hijau terdiri dari tiga kelompok tumbuhan: rumput (Gramineae), legume (Leguminosa), dan tumbuhan lain yang tidak termasuk rumput atau legume. Dua jenis hijauan pakan dapat diberikan pada ternak: hijauan segar (hijauan yang masih segar atau silase) dan jerami kering (sisa hasil ikutan pertanian yang dikeringkan).

2. Pakan Penguat (Konsentrat)

Pakan penguat terdiri dari biji-bijian, hasil ikutan atau limbah pertanian, perkebunan, dan industri, serta umbi-umbian, jagung giling, menir, tepung kedelai, bungkil kelapa, dan umbi-umbian. Pakan penguat juga memiliki kandungan energi dan protein yang tinggi dan memiliki kandungan serat kasar yang rendah (kurang dari 20%).

Pakan penguat meningkatkan nilai nutrisi untuk memenuhi kebutuhan nutrisi normal ternak untuk pertumbuhan dan perkembangan. Ini juga membantu meningkatkan dan memperkaya kandungan nutrisi bahan pakan lain yang nutrisinya kurang. Pakan penguat, juga dikenal sebagai konsentrat, adalah pakan yang mudah dicerna oleh mikroba di tubuh ternak untuk berkembang biak. Akibatnya, konsentrat dapat meningkatkan pencernaan pakan ternak. Penuhi kebutuhan nutrisi ternak dan hemat biaya dengan kombinasi pemberian pakan ini (Yunilas, 2016).

3. Pakan Tambahan

Ternak sapi biasanya diberi pakan tambahan yang terdiri dari urea, vitamin, dan mineral. Sapi yang dipelihara secara intensif di dalam kandang biasanya membutuhkan pakan tambahan. Mineral yang dibutuhkan untuk berproduksi, Ca dan P, sangat penting untuk ternak sapi, tetapi mereka juga membutuhkan vitamin A dan D. Tepung tulang mengandung 23-33% Ca dan 10-18% P, masing-masing. Kapur (dicalcium phosphat) dapat diberikan sebanyak 30-50 gram per ekor per hari. Makanan tambahan biasanya

dimaksudkan untuk makanan yang mengandung vitamin dan mineral.
(Sudarmono dan Sugeng, 2008)

Ternak tidak hanya harus kenyang dengan pakan, tetapi juga harus memenuhi kebutuhan gizi ternak, yaitu:

1. Kebutuhan pokok pakan ternak: jumlah pakan yang dibutuhkan oleh ternak tergantung pada umur dan berat badannya, atau sebaliknya.
2. Kebutuhan produksi meliputi kebutuhan untuk produksi anak, pemsaran, dan penggemukan. Untuk produksi anak, kondisi induk bunting hingga menyusui membutuhkan pakan berkualitas tinggi.
3. Kualitas dan kuantitas pakan yang diperlukan dalam proses pemsaran dan penggemukan sapi potong berkorelasi positif dengan kecepatan dengan mana pertumbuhan berat badan yang dapat dicapai.

Sapi potong diberi pakan hijau segar 10% dari bobot badannya dan pakan konsentrat untuk pembibitan sapi menggunakan metode flushing, yaitu 1-3% dari BB sapi dengan kandungan PK 10-12%, TDN 65%, SK \pm 17%, dan abu maksimal 10%. Metode flushing digunakan mulai induk bunting berusia 9 bulan hingga menyusui anak yang minimal berusia 2 bulan atau siap untuk dikawinkan lagi. Kekurangan nutrisi dapat menyebabkan bulu kusam, badan kurus, birahi terlambat, dan siklus birahi tidak teratur. (Umiyasih & Yenny, 2007).

2.1.3. Manajemen Kesehatan

Menurut Mayulu *et al* (2010), strategi manajemen kesehatan yang direkomendasikan adalah sebagai berikut:

1. Mencegah adalah pilihan yang lebih baik daripada mengobati.

2. Bersihkan kandang secara teratur untuk mencegah penyebaran kuman penyakit dan menjaga kesehatan ternak.
3. Pakan hijau (seperti lamtoro, gamal, dan daun ketela pohon) harus dibiarkan semalaman atau dipanaskan selama 2-3 jam untuk mencegah keracunan.
4. Melakukan ternak diumbar guna membantu memperlancar metabolisme, memperkuat tulang dan toto kaki, dan menghentikan pertumbuhan kuku..
5. Menghubungi petugas peternakan terdekat atau lakukan pertolongan pertama secara mandiri jika ternak mengalami gangguan kesehatan.
6. Jika ternak mengalami masalah kesehatan, lakukan pengobatan secara mandiri atau hubungi petugas peternakan terdekat. Pengobatan tradisional lebih dianjurkan, mudah didapat, dan lebih murah. Namun, perhatikan jika terpaksa menggunakan obat kimia:
 - a. Memaca label petunjuknya dengan cermat.
 - b. Memberikan obat atas anjuran dokter hewan.
 - c. Memastikan alat suntik dan peralatan lain dalam kondisi bersih.

2.2. Epidemiologi *Lumpy Skin Disease*

2.2.1. Bentuk Penyakit

Hipersensitivitas, keracunan, dan gigitan serangga menyebabkan penyakit virus LSD ini awalnya dianggap sebagai "pseudo-urticaria". Penyakit "pseudo-urticaria" adalah penyakit infeksius yang menyerang sapi dari tahun 1943 hingga 1945 yang disebabkan oleh virus *Lumpy Skin Disease* (LSD) (Dharmayanti & Diana, 2020). Virus LSD dianggap berasal dari bangsa sapi, tetapi dapat ditemukan

pada beberapa hewan lain seperti springbok, Arabian oryx, domba, dan kerbau air. Virus LSD juga ditemukan pada jerapah dan impala (Tuppurainen *et al.*, 2017).

Virulensi virus, kekebalan inang, umur, dan bangsa inang memengaruhi tingkat penyakit LSD. Karena sistem kekebalan seluler mereka yang kurang baik, sapi yang dilaktasi, sapi yang mengalami malnutrisi, dan bebek dapat lebih mudah terinfeksi virus LSD. Dibandingkan dengan bangsa sapi lokal (*Bos Indicus*), LSD juga menyebabkan gejala kulit yang lebih parah pada sapi perah Friesian Holstein (Tageldin *et al.*, 2014). Faktor genetik dan manajemen peternakan, yang membuat sapi perah lebih rentan terhadap stres, dianggap sebagai penyebabnya. Dalam hubungannya dengan faktor risiko usia, jenis kelamin, dan wilayah, hubungan LSD menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam prevalensi penyakit pada sapi berusia lebih dari dua tahun (54.93%) dibandingkan dengan kelompok usia lain (>5 dan <2 tahun); pada sapi betina (73.24%) dibandingkan dengan sapi jantan (26.76%); dan di sub-pedesaan dan pedesaan masing-masing (42.25% dan 39.44%) dibandingkan dengan perkotaan (18.31%) (Gharban *et al.*, 2019).

Terbentuknya nodul yang berukuran antara 2 dan 5 cm pada lapisan kulit epidermis, dermis, subkutan, dan otot adalah tanda gejala klinis. Nodul dapat ditemukan di berbagai bagian tubuh utamanya, seperti kepala, leher, punggung, perineum, ambing, testis, ekor, dan kaki. Nodul keras, sedikit menonjol, dan dikelilingi oleh cincin hemoragi yang membatasi kulit normal. Selain itu, penyakit ini dapat menyebabkan edema pada kaki dan kepala, pembesaran nodus limfa (prescapular, supramammary, dan prefemoral), hipersalivasi, lakrimasi, leleran hidung yang mukoid hingga mukopurulen, kepincangan, emasiasi, penurunan

produksi susu, dan bahkan kematian. Pada daerah mata, erosi mukosa konjungtiva, konjungtivitis, dan keratitis dapat terjadi, menyebabkan opasitas kornea hingga kebutaan (Tageldin *et al.*, 2014). Pemeriksaan post-mortem juga menunjukkan lesi nodular di bagian atas sistem pencernaan (9.86%), rumen (2.82%), saluran pernapasan atas (7.04%), dan paru-paru (4.23%) (Gharban *et al.*, 2019).

Infeksi LSD dibagi menjadi akut, subakut, dan kronis berdasarkan lamanya penyakit berlangsung. Penyakit akut menyebabkan nodul berwarna merah keabuan dan edema pada dermis dan jaringan subkutan dengan akumulasi cairan serosa berwarna merah keabuan. Dalam kasus yang parah, nodul muncul sebelum edema di tubuh bagian bawah. Dalam bentuk subakut, lesi nekrotik di kulit menjadi keras dan mengelupas, menyebabkan ulser atau ulkus.

Sedangkan dalam bentuk penyakit kronis, nodul mengalami fibrosis dan mengeras (Dharmayanti & Diana, 2020). Pengujian eksperimental pada hewan yang peka menunjukkan bahwa infeksi LSD menyebabkan nodul pada lokasi injeksi yang berdiameter hingga 4 cm setelah infeksi. Selain itu, ada lesi targetoid dengan pusat merah dan diameter kurang dari 0,5 cm, yang dikelilingi oleh zona berwarna merah muda terang hingga diameter 1 cm, dan garis merah tua tegas di sekitarnya. Lesi targetoid berbentuk datar dan kemudian berkembang. Sebagian besar sapi yang terinfeksi menunjukkan gejala infeksi, termasuk pembesaran nodus limfa dan suhu tubuh yang meningkat hingga 39–40 °C (Sanz-Bernardo *et al.*, 2020).

2.2.2. Distribusi Kejadian Penyakit

Virus LSD pertama kali ditemukan di Zambia pada tahun 1929, dan pada tahun 1940-an diketahui menyebabkan penyakit infeksius (Dharmayanti & Diana, 2020). Pada awalnya, penyakit ini hanya ditemukan di Afrika bagian selatan, tetapi pada tahun 1956, ia mulai menyebar ke Afrika Tengah dan Timur (Dharmayanti & Diana, 2020). Saat ini, penyakit LSD telah menyebar secara bertahap ke Afrika, Timur Tengah, Eropa Tenggara, dan Asia Tengah. Baru-baru ini, telah dilaporkan bahwa penyakit ini telah muncul di Asia Selatan dan China (Roche *et al.*, 2020).

LSD telah menyebar ke Eropa melalui Turki sejak 2015. Pada tahun 2016, wabah kembali dan menyebar ke tujuh negara di Rusia: Yunani, Bulgaria, (Republik) Makedonia Utara, Serbia, Kosovo, Albania, dan Montenegro. Sebanyak 131 wabah dilaporkan di Turki pada tahun 2019, sebagian besar terjadi di bagian timur Turki dari bulan April hingga Oktober. Dua puluh wabah terjadi di Turki Barat, dekat dengan wilayah Thrace, dan di Izmir. Pada bulan Maret hingga Oktober 2019, 26 wabah LSD dilaporkan di en. Dibandingkan dengan 2018, epidemi LSD di Federasi Rusia menyebar ke utara dan timur di perbatasan dengan Kazakhstan. Pada tanggal 31 Mei 2019, di Israel beberapa pedet sapi perah, yang berjumlah 1.300 ekor terkena LSD. 200 sapi dara yang tidak divaksinasi mengalami penyakit ini (Calistri *et al.*, 2020). Ini terjadi meskipun sebagian besar ternak telah divaksinasi. Beberapa negara di Asia telah melaporkan kasus virus LSD pada tahun 2019 dan 2020. Ini termasuk Bangladesh (8 kasus), Bhutan (8 kasus), China (64 kasus), India (11 kasus), dan Nepal (10 kasus). (Roche *et al.*, 2020).

2.2.3. Transmisi dan Faktor Risiko

Virus LSD biasanya ditularkan secara tidak langsung melalui serangga (Arthropoda) penghisap darah, seperti nyamuk, caplak, dan biting flies. Penularan iatrogenik biasanya terjadi melalui jarum suntik yang digunakan untuk memberikan obat atau vaksin pada hewan yang rentan terhadap obat-obatan tersebut (Paslaru *et al.*, 2020). Sementara sapi yang terinfeksi atau vektor yang terbawa oleh kendaraan pengangkut, angin, atau burung dapat membawa penyakit ke ternak di jarak jauh atau antar negara, transmisi secara indirect melalui vektor dianggap sangat penting dalam penularan penyakit jarak dekat (Saegerman *et al.*, 2018). Penelitian menunjukkan bahwa wabah LSD terutama terjadi selama musim panas dan hujan, terutama di daerah dataran rendah di sepanjang aliran air, sehingga sulit untuk mengontrol penyebaran vektor. Ini memperkuat hipotesis bahwa virus LSD menyebar melalui vektor (Dharmayanti & Diana, 2020). Dalam hal ini, perubahan musim juga harus dipertimbangkan karena mereka dapat menyebabkan peningkatan kasus penyakit yang berhubungan dengan siklus hidup serangga dan patogen yang ditransmisikan. Suhu internal arthropoda diatur oleh lingkungan luar, karena mereka ektotermik. Pada umumnya, tahap perkembangan larva serangga membutuhkan air dan kondisi kelembaban tertentu. Selain itu, kondisi suhu tertentu sangat memengaruhi perkembangan dan kelangsungan hidup vektor (Caminade *et al.*, 2019).

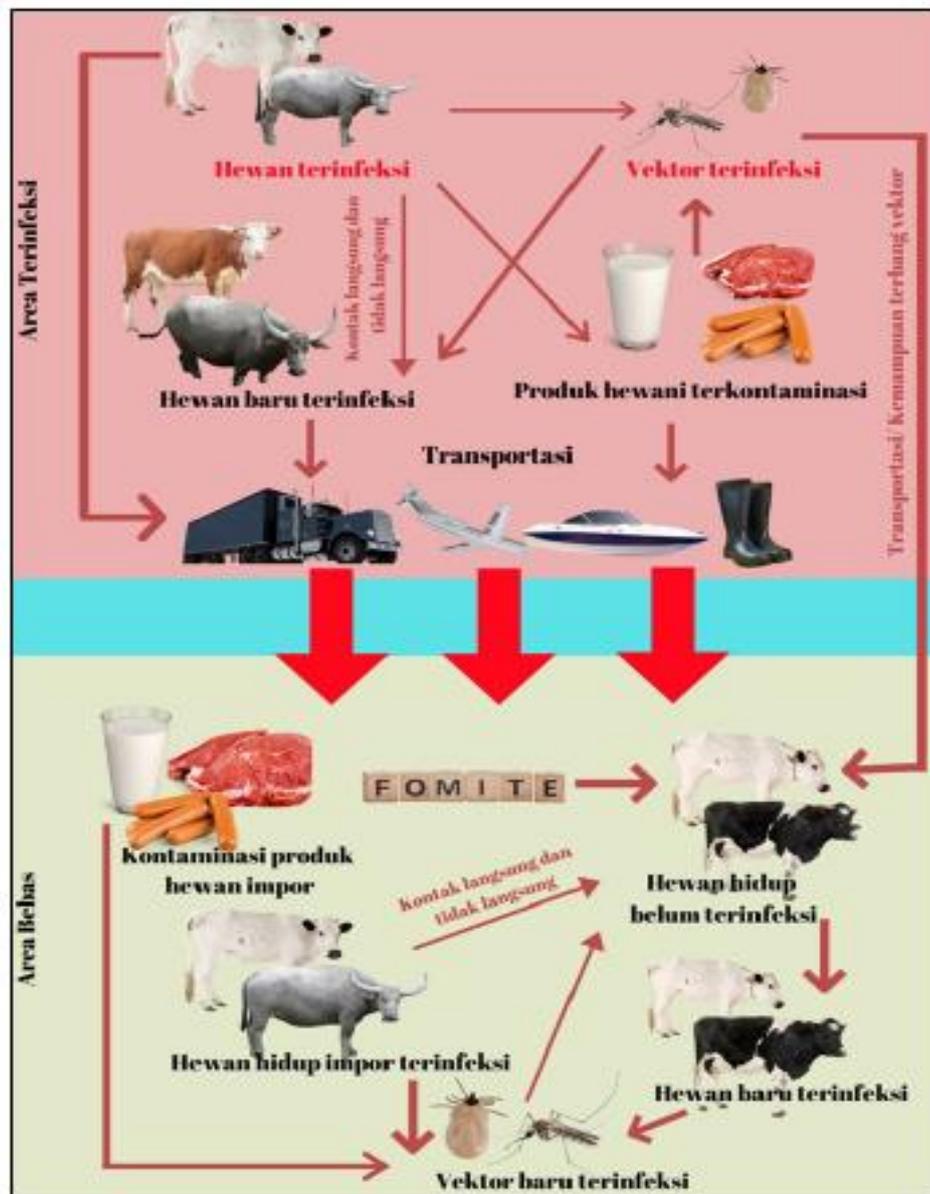
Transmisi melalui serangga penghisap darah seperti nyamuk berkontribusi pada wabah yang menyebabkan luka yang luas dan sistemik (Gelaye dan Lamien, 2019). Namun, penularan secara mekanik melalui lalat seperti *Stomoxys calcitrans*,

yang dapat memasukkan virus secara intradermal, dapat terjadi secara lokal karena beban viral yang tinggi pada luka kulit (Dharmayanti & Diana, 2020). Dianggap bahwa serangga *Stomoxys calcitrans* adalah yang paling dominan atas penularan virus LSD. Lalat *S. calcitrans* adalah yang menyebabkan virus LSD menyebar di Israel pada tahun 1989. (Yeruham *et al.*, 1995). *S. calcitrans* yang ditangkap setelah menghisap darah sapi yang terinfeksi juga dapat mengisolasi virus LSD. (Dharmayanti & Diana, 2020).

Beberapa faktor yang dapat mencegah virus LSD menyebar secara mekanik oleh vektor diantaranya yaitu kemampuan virus LSD untuk tetap berada di permukaan mulut untuk waktu yang lama, kelenjar ludah, dan saluran pencernaan bagian atas vektor. (Sprygin *et al.*, 2019). Caplak dapat berfungsi sebagai vektor virus LSD, pengendalian virus LSD di negara endemik juga harus mencakup pengendalian vektor caplak pada sapi. Meskipun ini tidak efektif untuk menyebarkan virus LSD secara langsung, transmisi langsung masih dapat terjadi. Magori-Cohen *et al.* (2012) juga menyatakan bahwa transmisi kontak langsung memiliki pengaruh yang terbatas terhadap kejadian wabah LSD dalam eksperimen.

Virus LSD dapat ditemukan dalam air liur, leleran hidung, semen, dan susu hewan terinfeksi. Transmisi infeksi LSD secara indirect memiliki risiko lima kali lebih besar daripada transmisi secara langsung dan dua kali lebih besar daripada transmisi melalui proses pemerahan susu. Selain itu, hewan peka yang minum dari sumber air yang sama dengan hewan terinfeksi juga dapat terinfeksi. Sapi betina yang menerima semen dari sapi jantan yang terinfeksi melalui inseminasi buatan atau kawin alam juga dapat terinfeksi oleh virus LSD (Dharmayanti & Diana,

2020). Selain itu, ada laporan bahwa virus LSD dapat menyebar melalui plasenta dari induk yang terinfeksi, menyebabkan kematian pada pedet beberapa waktu setelah dilahirkan tanpa gejala klinis yang mengarah pada infeksi virus LSD. (Dharmayanti & Diana, 2020).



Gambar 1. Faktor Risiko Transmisi Virus LSD dari Negara Terinfeksi ke Negara Bebas (roche *et al.*, 2020)

2.3. Deteksi/Diagnosa

Virus LSD di lapangan diidentifikasi secara klinis dengan gejala inang, seperti demam, leleran hidung, dan perubahan lesi kulit patologis. Namun, gejala inang kadang-kadang tidak jelas dan dapat dikelirukan dengan penyakit lain seperti pseudo *Lumpy Skin Disease* (infeksi herpesvirus-2), gigitan serangga, demodekosis, dermatophilosis, rinderpest, bovine viral diarrhea/mucosal disease, dan bovine malignant catarrhal fever. Akibatnya, diagnosis laboratorium sangat penting untuk mengkonfirmasi virus LSD (Awad *et al.*, 2010). Beberapa metode, seperti serologi (ELISA, IHK, dan VNT), klasik (ELISA dan isolasi virus dengan mikroskop elektron), dan molekuler (PCR, real-time PCR, LAMP PCR, dan sekuensing DNA), dapat digunakan untuk mendiagnosis virus LSD di laboratorium (Dharmayanti & Diana, 2020).

Adanya alat diagnosis yang lebih baik ditunjukkan oleh keterbatasan uji serologi dan klasik virus LSD serta perbedaan genus capripoxvirus yang kompleks. Namun demikian, dibandingkan dengan alat uji seperti tes virus neutralization (VNT) dan tes antibodi indirect fluorescent (IFAT), kit ELISA komersial Capripox double antigen multi-species-ELISA dilaporkan menunjukkan antibodi pasca vaksinasi LSD yang lebih baik (Milovanović *et al.*, 2019). Pengembangan uji berbasis serologi kemudian dikembangkan lebih lanjut. Haegeman *et al.* (2020) menciptakan Assay Immuno-Peroxidase Monolayer (IPMA) untuk mendeteksi antibodi terhadap LSD. Ini mudah digunakan dan dapat digunakan di laboratorium dengan teknologi yang terbatas. Terbukti bahwa uji ini sangat sensitif dan spesifik. LSDV-IPMA mendeteksi antibodi LSD pada hewan yang terinfeksi dan divaksinasi

lebih awal daripada VNT dan ELISA komersial. Pengujian IPMA dianggap sangat fleksibel karena dapat dengan cepat mendeteksi antibodi sheeppox atau goatpox dan dapat ditingkatkan untuk menangani sampel ukuran sedang dengan menyiapkan pelat IPMA terlebih dahulu. Pelt ini tidak berbahaya dan dapat diproses di laboratorium dengan keamanan yang rendah. Beberapa contoh uji LSD (Dharmayanti & Diana, 2020).

1. Uji *Polymerase Chain Reaction* (PCR)

Jika dibandingkan dengan metode lain seperti dot blot hybridization (DBH), indirect enzyme-linked immunosorbent assay (iELISA) dan isolasi virus, uji Polymerase Chain Reaction (PCR) lebih cepat dan ekonomis. PCR juga mendeteksi virus LSD dengan lebih baik daripada metode ELISA. Dengan menggunakan primer gen protein fusi dan attachment, DNA capripoxvirus ditemukan pada supernatan kultur jaringan dan sampel biopsi melalui uji PCR konvensional berbasis gel elektroforesis (Ireland dan Binopal, 1998)

2. Uji *real-time* PCR

Kelebihan kecepatan, sensitivitas, dan spesifisitas serta rendahnya risiko kontaminasi mendorong pengembangan uji PCR real-time. Berhasil dikembangkan uji PCR real-time berbasis TaqMan dengan target ORF074 yang mengkode protein P32 IMV virus LSD. Selain itu, uji PCR real-time berbasis TaqMan dengan target ORF068 [(gen poly (A) polymerase (small subunit))] memungkinkan untuk membedakan capripoxvirus dari virus lain yang menyebabkan penyakit vesikular pada ruminansia. Metode PCR real-

time dengan target fragmen 89 bp pada gen ORF074 yang mengkode protein P32 menunjukkan sensitivitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode PCR konvensional berbasis agar yang direkomendasikan oleh OIE. Metode ini juga dianggap dapat menemukan DNA capripoxvirus yang menyebabkan wabah di seluruh dunia.

3. Uji *real-time* PCR menggunakan marker molekuler unik pada gen *G-protein-coupled chemokine receptor* (GPCR)

Kemudian dikembangkan metode PCR *real-time* yang menggunakan marker molekuler khusus pada gen *G-protein-coupled chemokine receptor* (GPCR), yang berhasil membedakan spesies capripoxvirus dengan sensitivitas dan spesifisitas yang tinggi. Venkatesan *et al.* (2014) mengembangkan duplex PCR *real-time* yang dapat mengidentifikasi dan membedakan capripoxvirus dan orfvirus yang memiliki gejala yang sama. Menasherow *et al.* (2014) memberikan penjelasan tentang pembuatan dan penerapan uji molekuler yang memungkinkan untuk membedakan strain virulen dan vaksin. Setelah tiga pengujian berbeda dilakukan untuk sistem ini, virus virulen pada gen extracellular enveloped virions (EEV) membawa 27 basa lebih banyak daripada strain vaksin. PCR-RFLP dilakukan dengan menggunakan primer yang identik dengan strain vaksin tetapi berbeda pada ujung 3 nukleotida virus virulen. Uji temperature-gradient PCR juga dilakukan dengan menggunakan primer yang identik dengan strain vaksin tetapi berbeda pada ujung 3 nukleotida virus virulen. Oleh karena itu, ketiga

tes tersebut dianggap mampu membedakan secara khusus antara strain virus virulen dan vaksin.

4. Uji *loop-mediated isothermal amplification* (LAMP)

Uji amplifikasi asam nukelat yang dikatalisis oleh DNA polimerase dengan aktivitas perpindahan strand di bawah kondisi isothermal pada suhu 60–65°C dikenal sebagai uji LAMP. Beberapa cara di mana uji LAMP dapat diamati termasuk elektroforesis gel agarose, turbiditas magnesium pirofosfat, fluoresensi seperti hijau SYBR, ikatan ion logam dengan fluorophore seperti calcein, dan perubahan warna dengan ikatan ion logam dengan dye seperti hijau hydroxynaphthol (HNB). Uji LAMP memiliki target primer pada gen conserved poly (A) polimerase small subunit (VP39) capripoxvirus dikembangkan sebagai metode deteksi cepat yang sederhana, murah, sensitif, dan tepat untuk laboratorium yang memiliki fasilitas dan sumber daya yang terbatas. Dengan menambah primer loop, metode single LAMP yang menargetkan region gen P32 capripoxvirus yang disimpan berhasil mempercepat waktu reaksi uji. Metode ini mampu membedakan spesies capripoxvirus dengan sensitivitas yang sebanding dengan uji PCR real-time (Murray *et al*, 2013). Kemudian dikembangkan teknik untuk menguji virus LSD dengan cepat menggunakan RPA. Uji RPA adalah metode yang berbasis amplifikasi isothermal DNA yang menggunakan enzim dan protein untuk mengganti siklus berulang dari tiga suhu yang digunakan untuk uji PCR. Selain itu, reagen RPA tidak perlu disimpan pada suhu dingin, sehingga sangat cocok untuk pengujian di lapangan atau stasiun karantina. Diperkirakan

bahwa uji RPA memiliki sensitivitas dan spesifisitas yang sama dengan uji PCR real-time, tetapi dengan pengujian yang lebih cepat dan mudah dilakukan (Shalaby *et al.*, 2016).

5. *Next Generation Sequencing* (NGS)

Sekuensing Next Generation (NGS) digunakan untuk sekuensing virus LSD yang diisolasi dari kulit hewan yang telah divaksinasi. Metode NGS lebih cepat dan lebih murah daripada metode Sanger. (Lojkić *et al.*, 2018). Sekuensing NGS juga digunakan. Sekuensing genom virus SERBIA/Bujanovac/2016, yang ditemukan selama wabah di Area Balkan, dan strain virus LSD, yang ditemukan dari lesi kulit pada sapi Namibia selama wabah tahun 2016 (Di Felice *et al.*, 2020).

2.4.Vaksin

Satu-satunya metode yang efektif untuk mengendalikan penyakit endemis adalah vaksinasi. Semua isolat CaPV dapat digunakan sebagai vaksin terhadap virus LSD karena adanya perlindungan silang dalam genus Capripoxvirus (CaPV). Vaksin live attenuated (VLA) pertama kali dibuat di Onderstepoort Veterinary Research Institute di Afrika Selatan pada tahun 1963 dengan menggunakan serial pasase virus LSD lapangan tipe Neethling dalam kultur sel dan pada membran chorioallantoic telur ayam berembrio. Ini juga diuji *in vivo* pada sapi untuk membuktikan bahwa itu aman untuk digunakan (Weiss, 1968). Produksi vaksin komersial ini dianggap efektif dalam mengurangi jumlah infeksi virus LSD,

terutama dalam pengendalian penyakit di daerah endemis (Dharmayanti & Diana, 2020).

Perlindungan terhadap LSD dapat dicapai dengan menggunakan virus vaksin sheeppox atau goatpox yang dilemahkan atau dengan menggunakan salah satu strain VLA strain-Neethling yang tersedia secara komersial (Coetzer *et al.*, 2018). Vaksin VLA virus LSD dapat dibagi menjadi tiga kelompok utama: (1) Vaksin homolog yang didasarkan pada strain LSD yang dilemahkan seperti vaksin Neethling (*Onderstepoort Biological Products Lumpy Skin Disease vaccine for cattle; MSD Animal Health Lumpyvax; BOVIVAX LSD; Herbivac LS; LSD-NDOLL; Lumpyvac™*) atau vaksin *homologous Kenyan goat and sheep pox* (KSGP) (2) Vaksin heterolog berbasis *goatpox* yang dilemahkan (*Caprivac; Goat Pox Vaccine*) dan (3) Vaksin *sheeppox* heterolog yang dilemahkan (*Jovivac*) (Klement *et al.*, 2020). Namun berbagai vaksin juga memiliki keterbatasan dalam hal kinerja, efek samping, dan kemampuan untuk berinteraksi dengan virus lapangan yang kuat..

Jika cakupan vaksinasi 80 persen dapat dicapai, vaksin LSD yang dilemahkan memberikan perlindungan yang baik pada sapi. Hingga dua minggu setelah pemberian vaksin LSD yang dilemahkan, terdapat efek samping ringan yang dikenal sebagai "respon neethling". Namun, tidak ada bukti penularan strain Neethling ke sapi yang tidak divaksinasi (Ben-Gera *et al.*, 2015). Pada saat yang sama, penelitian terbaru menemukan bahwa hewan yang divaksinasi dengan vaksin Neethling LSD yang dilemahkan tidak mengalami perubahan signifikan dalam kematian atau produksi susu selama 30 hari setelah vaksinasi, dan tidak ada

perbedaan antara periode sebelum dan sesudah vaksinasi dalam hal pemusnahan rutin, pemusnahan segera, atau kematian di peternakan untuk hewan yang pertama kali divaksinasi (Morgenstern dan Klement, 2020).

Vaksin virus sheppox (SPPV) dengan dosis yang lebih tinggi (tiga, lima, dan sepuluh kali lipat) telah digunakan pada sapi untuk melawan virus LSD di tempat di mana terjadi infeksi virus LSD dan SPP. Efek SPPV terhadap virus LSD ditunjukkan melalui uji coba di lingkungan yang terkendali. Imunisasi sapi terhadap LSD disarankan dengan dosis sepuluh kali lipat dari vaksin SPPV yang dilemahkan (Roche *et al.*, 2020). Dibandingkan dengan vaksin LSDV yang dilemahkan, vaksin SPPV (JovivacTM, *Sheeppox* virus strain RM-65, $5 \times 10^{2.5}$ TCID₅₀/ml = 103.5TCID₅₀/dose, Jovac[®], Jordan) memiliki efektivitas yang lebih rendah. Risiko kasus LSD dan kasus parah yang muncul setelah dua minggu pasca vaksinasi adalah masing-masing 2.635 dan 11.2 kali lipat lebih tinggi, pada sapi yang mendapatkan vaksin SPPV dibandingkan dengan sapi yang divaksinasi vaksin LSDV yang dilemahkan (Ben-Gera *et al.*, 2015).

Di negara-negara di mana GTP dan LSD ditemukan, vaksin Gorgan goatpox (GTP) adalah alternatif yang efisien dan murah. Selain itu, penelitian terbaru dari Kazakhstan menunjukkan bahwa strain vaksin virus goatpox (G20-LKV) yang dibuat dengan melakukan 20 pasase serial di sel ginjal domba (lembu ginjal) dapat membangun sistem kekebalan yang kuat yang melindungi sapi dari infeksi virus LSD (Zhugunissov *et al.*, 2020). Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya oleh Gari *et al* (2015) tentang efikasi tiga strain CaPV terhadap infeksi LSD di Ethiopia; vaksin Gorgan GTP melindungi sapi dari virus LSD (Varshovi *et al.*,

2017). Studi serupa juga telah ditemukan di Iran (Varshovi *et al.*, 2017). Selain itu, vaksin yang didasarkan pada virus goatpox juga telah dikembangkan di India dengan strain GTPV Uttarkashi (Roche *et al.*, 2020)..