

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Siklus Estrus

Siklus estrus umumnya terdiri dari empat fase, yaitu proestrus, estrus, metestrus, dan diestrus. Namun ada juga yang membagi siklus estrus hanya menjadi dua fase, yaitu fase folikuler atau estrogenik yang meliputi proestrus-estrus, dan fase luteal yang terdiri dari metestrus-diestrus (Toelihere, 1979).

2.2.1. Proestrus

Proestrus merupakan periode persiapan yang ditandai dengan pemacuan pertumbuhan folikel oleh *Follicle Stimulating Hormone* (FSH). Folikel yang sedang tumbuh menghasilkan cairan folikel dan estradiol yang lebih banyak. Penelitian yang dilakukan pada sapi Peranakan *Friesian Holstein* (PFH) dijelaskan bahwa pada fase ini terjadi peningkatan dalam pertumbuhan sel sel dan lapisan *bacillia* pada *tuba fallopi* dalam vaskularisasi *mucosa* uteri. Serviks mengalami relaksasi gradual dan makin banyak mensekresikan mucus tebal dan berlendir dari sel-sel goblet pada serviks dan vagina anterior. Mucus menjadi terang transparan dan menggantung pada akhir proestrus (Suharto, 2003). Fase proestrus ini FSH yang dikeluarkan oleh kelenjar adenohipofisa akan memicu perkembangan folikel di dalam ovarium, bersama *Luteinizing Hormone* (LH) ovarium kemudian meningkatkan produksi estrogen melalui peningkatan cairan folikel. Pada fase ini juga terjadi perkembangan organ-organ reproduksi yaitu

oviduct, uterus, dan vagina (Frandsen, 1992). Beberapa spesies hewan mengalami pertumbuhan sel-sel dan lapisan *bercilia* pada *oviduct*, serta vaskularisasi *mucosa* uterus. Serviks mengalami relaksasi dan banyak mensekresikan mucus yang tebal dan berlendir dari sel-sel goblet serviks dan vagina anterior, serta kelenjar-kelenjar uterus. Sekresi estrogen ke dalam urine mengalami peningkatan, sementara progesteron di dalam darah menurun akibat terjadinya vakuolisasi degenerasi dan pengecilan *corpus luteum* secara cepat. (Toelihere, 1979). Proestrus merupakan fase yang berlangsung selama 1 - 2 hari dan terjadi sebelum fase estrus berlangsung (Lenira, 2009).

2.2.2. Estrus

Periode estrus adalah masa puncak keinginan untuk kawin ditandai dengan manifestasi birahi secara fisik. Dalam serviks jumlah lendir maupun jumlah sekresi lendir dalam tiap-tiap kelenjar lendir bertambah. Lendir ini bersifat transparan/tembus pandang, bening, dan dapat mengalir ke vagina serta vulva hingga secara nyata terlihat menggantung di ujung vulva. Pada fase estrus keseimbangan hormon hipofisa bergeser dari FSH ke LH. Pengaruh peningkatan LH terlihat pada masa sesudah estrus, dimana LH membantu terjadinya ovulasi dan pembentukan *corpus luteum*. Lama periode estrus pada ruminansia kecil selama 2 - 3 hari. Tanda-tanda keberadaan ternak berada pada siklus estrus dapat diamati adanya perubahan secara fisik salah satunya adalah keluarnya lendir sampai ke vulva yang sangat jelas. Perubahan fisik yang tampak dari luar tersebut dapat dijadikan dasar oleh peternak untuk menentukan puncak birahi. Fase estrus

pada dasarnya dipengaruhi oleh sistem hormonal yang mempengaruhi estrus berpusat pada gonadotropin dari hipofisa anterior dan hormon ovarium yaitu FSH dan estrogen (Nurfitriani *et al.*, 2015).

Estrus masih masuk ke dalam fase folikuler dan akan terjadi setelah fase proestrus. Dalam penelitian Iskandar (2015) dijelaskan bahwa pada saat kambing berada pada fase estrus terjadi peningkatan kadar estrogen yang bekerja pada organ kelamin betina dan meningkatkan sekresi lendir serviks sehingga dijumpai adanya lendir yang menempel pada bagian vulva. Dalam fase estrus, hormon FSH dalam darah menurun, sedangkan sekresi LH meningkat guna merangsang terjadinya ovulasi, selanjutnya ovum terlempar dari folikel de Graaf ke bagian atas tuba uterin (Frandsen, 1992). *Oviduct* menegang, epitel menjadi matang, sekresi cairan tuba meningkat, dan cilia aktif, serta terjadi kontraksi *oviduct* dan ujung tuba yang berfimbriae merapat ke folikel de Graaf. Uterus mengalami ereksi karena memperoleh suplai darah yang semakin tinggi, *mucosa* tumbuh dengan cepat dan lendir disekresikan dalam jumlah yang banyak. Lendir serviks dan vagina menjadi lebih banyak (Toelihere, 1979).

2.2.3. Metestrus

Fase metestrus ditandai dengan adanya perubahan sekresi lendir serviks oleh kelenjar-kelenjar serviks dari cair menjadi kental, lendir serviks ini berfungsi sebagai sumbat lumen serviks (Suharto, 2003). Metestrus merupakan fase mulai tumbuhnya *corpus luteum* setelah terjadi ovulasi atau sering disebut dengan fase luteal. Pada fase ini *Luteotropic Hormone* (LTH) akan disekresikan oleh

adenohipofisa guna mempertahankan *corpus luteum*. Terjadi peningkatan sekresi progesteron yang dihasilkan oleh *corpus luteum* dan sekresi estrogen menurun. Progesteron akan menekan keberadaan FSH untuk menghambat terjadinya perkembangan folikel selanjutnya dan mencegah terjadinya estrus (Frandsen, 1992). Sekresi mucus menurun dan terjadi pertumbuhan endometrium secara cepat (Toelihere, 1979). Metestrus adalah masa setelah estrus yaitu masa dimana *corpus luteum* tumbuh cepat dari *sel granulosa* (Akbar, 2010). Metestrus terjadi setelah fase estrus berakhir, fase metestrus berlangsung selama 2 - 3 hari (Lenira, 2009).

2.2.4. Diestrus

Diestrus merupakan fase yang berlangsung paling lama. Fase diestrus merupakan fase pematangan *corpus luteum* dan progesteron secara nyata mempengaruhi organ-organ reproduksi. Uterus mengalami penebalan pada endometrium dan kelenjar-kelenjarnya berhipertrofi, serta otot-otot mengendor. Serviks menutup dan lendir vagina menjadi keruh dan lengket. Selaput *mocosa* vagina menjadi pucat (Toelihere, 1979). Fase diestrus berlangsung kurang lebih selama 13 - 14 hari (Lenira, 2009).

2.3. Mineral

Mineral terbagi menjadi dua jenis yaitu makro dan mikro mineral. Makro mineral diperlukan ternak untuk menyusun struktur tubuh. Salah satu jenis makro mineral yang penting keberadaannya untuk ternak adalah magnesium (Mg). Unsur

mikro mineral sangat penting untuk aktivitas enzim dan hormon dalam tubuh. Jenis mikro mineral yang mempengaruhi kualitas reproduksi ternak antara lain yaitu zinc (Zn) dan selenium (Se) (Darmono, 2007). Keberadaan Zn dan Se dapat berpengaruh langsung terhadap kadar estrogen dalam tubuh ternak, dimana estrogen memiliki peranan penting dalam keadaan reproduksi ternak betina.

2.3.1. Magnesium (Mg)

Magnesium diketahui dapat menurunkan tekanan darah. Mineral tersebut menghambat terjadinya konstriksi pembuluh darah dan menyebabkan terjadinya penurunan resistensi perifer sehingga terjadi penurunan tekanan darah. Pada ternak yang memiliki aktifitas yang tinggi, magnesium berperan sebagai vasodilator dan otot yang berperan dalam melakukan aktifitas tersebut menyebabkan terjadinya dilatasi arteri sehingga terjadi penurunan resistensi perifer (Lestari, 2010). Magnesium terbukti meningkatkan jumlah folikel pada akhir fase luteal, sehingga sekresi estrogen meningkat pada fase luteal (Maaty *et al.*, 2013).

2.3.2. Zinc (Zn)

Zn merupakan mikro mineral esensial yang sangat diperlukan dalam proses fisiologis makhluk hidup untuk membantu kerja hormon. Kebutuhan Zn dalam tubuh ternak ruminansia yaitu 30 - 60mg/kg bobot badan (Adawiah *et al.*, 2007). Zn diperlukan oleh hampir semua sel yang ada dalam tubuh (Astuti *et al.*, 2009). Zn merupakan komponen penting pada struktur dan fungsi membran sel, sebagai

antioksidan dan melindungi tubuh dari serangan lipid peroksidase, penyakit genetik dan gangguan pertumbuhan (Arifin, 2008). Zinc (Zn) merupakan jenis mikro mineral yang memiliki peran penting dalam metabolisme kolesterol. Kolesterol merupakan bahan baku sintesis hormon steroid (reproduksi). Keberadaan kolesterol dapat menjadi prekursor hormon estrogen sehingga mampu memicu peningkatan perkembangan aktivitas sel goblet untuk menampung banyak cairan selama siklus estrus. Keberadaan Zn juga sangat berpengaruh terhadap hormon FSH dan LH (Kumar *et al.*, 2011). Zinc juga terlibat dalam beberapa reaksi enzimatik yang terkait dengan metabolisme karbohidrat, sintesis protein, dan metabolisme asam nukleat. Kaitanya dalam reaksi enzimatik, zinc dapat mempengaruhi keberadaan enzim lisosom. Enzim lisosom berperan sebagai perusak dinding sel bakteri yang berkoloni dalam lendir serviks yang dihasilkan ternak ketika berada pada fase estrus, sehingga semakin tinggi keberadaan lisosom, mikroba dalam lendir akan menurun dan lendir dapat keluar dalam bentuk transparan (bening) (Kruse *et al.*, 2000). Fungsi zinc di dalam sel yaitu sama seperti fungsi gonad yang berperan aktif dalam pertumbuhan dan pembelahan sel, sehingga kekurangan Zn mampu mempengaruhi fungsi reproduksi (Khairi *et al.*, 2014). Defisiensi zinc akan berakibat pada penurunan hormon steroid. Zinc akan berkaitan dengan progesteron-estrogen yang termasuk ke dalam kategori hormon steroid dalam mempengaruhi proses reproduksi, sehingga jika terjadi defisiensi zinc maka akan mengganggu terjadinya proses reproduksi (Akhtar *et al.*, 2009). Maaty *et al.* (2013) menyatakan bahwa zinc terbukti meningkatkan jumlah folikel pada akhir fase luteal, sehingga sekresi

estrogen meningkat pada fase luteal selain itu zinc juga memiliki fungsi untuk meningkatkan aktivitas enzim lisozim yang dapat menurunkan populasi bakteri dalam serviks.

2.3.3.Selenium (Se)

Selenium mempengaruhi sel granulosa dalam memproduksi estrogen dengan cara mengubah androgen menjadi estadiol melalui proses aromatisasi. Ketika estrogen meningkat pada saat fase estrus tampilan berahi akan lebih terlihat. Selenium adalah merupakan antioksidan yang menstimulasi proses stereogenesis dan merangsang kelenjar pituitari anterior untuk mensekresikan hormon steroid serta menginisiasi pembentukan folikulogenesis pada ovarium. Selenium juga berperan dalam merangsang poliferasi sel dari beberapa folikel kecil yang akan mendorong produksi cairan folikel dan estrogen, sehingga dapat mempengaruhi jumlah sekresi lendir serviks (Pras dini *et al.*, 2014).

Estrogen merupakan hormon yang berperan dalam menunjukkan tanda-tanda berahi. Peningkatan kadar estrogen menyebabkan aktivitas sel goblet meningkat sehingga cairan serum menumpuk dan pecah sehingga keluarlah lendir serviks. Dalam penelitian Widiyono *et al.* (2011) dibuktikan bahwa estrogen mampu meningkatkan sekresi lendir serviks, sehingga lendir menggantung di vulva atau menempel di sekitarnya dan merupakan salah satu indikasi ternak berahi. Selenium merupakan jenis mikro mineral yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit pada tubuh ternak yang bermanfaat untuk menunjang berbagai proses dalam tubuh. Selenium dalam suplementasi pakan ternak dapat berupa Se organik

maupun anorganik. Defisiensi selenium dapat menyebabkan anestrus pada ternak (Akthar *et al.*, 2009). Se dalam bentuk organik memiliki kemampuan yang lebih mudah diserap dan memiliki toksisitas yang lebih rendah dibanding Se anorganik (Kurnia *et al.*, 2012). Kebutuhan mineral selenium dalam tubuh ternak ruminansia yaitu 0,1 - 0,2 mg/kg pakan (Adawiah *et al.*, 2007). Selenium dan vitamin E mampu menghambat radikal bebas (*nitric oxide*) saat terjadinya proses produksi estrogen yang dihasilkan sel granulosa sehingga terjadi sintesis estrogen melalui efek enzimatis aromatase yang mengubah androgen menjadi estrogen (Pras dini dan Rahayu, 2015).

2.4. Lendir Serviks

Salah satu tanda-tanda berahi rusa adalah keluarnya lendir serviks. Salah satu faktor yang mempengaruhi produksi lendir serviks adalah hormon estrogen. Bagian *mucus* terdapat kript-kripta yang dapat menghasilkan lendir sehingga pada saat ternak tidak mengalami estrus, lendir yang ada pada kripta mengeras dan akan mencair saat hormon estrogen meningkat (Widiyono *et al.*, 2011). Di dalam serviks terdapat sel-sel goblet. Saat terjadi peningkatan estrogen dalam darah, maka akan terjadi peningkatan aktivitas sel-sel goblet dan terjadi penimbunan air pada sitoserum. Akibat tekanan cairan sitoserum yang semakin meningkat maka dinding sel goblet akan pecah dan mengeluarkan lendir ke dinding serviks (Suharto, 2003). Beberapa cara untuk mengetahui puncak estrus melalui lendir serviks adalah dengan melihat *spinnbarkeit*, kelimpahan, dan tingkat kekeruhan dari lendir yang keluar saat berahi. Lendir serviks memiliki

beberapa fungsi antara lain menjaga permukaan epitel agar tetap lembab, sarana transportasi sperma, menghambat kolonisasi mikroba pada beberapa bagian organ reproduksi dan berperan sebagai penetrasi mikroba (Cortes *et al.*, 2014). Keberadaan mineral zinc berpengaruh terhadap aktivitas lisozim yang dapat mempengaruhi warna lendir.

2.4.1. Kelimpahan lendir

Kelimpahan lendir merupakan pengukuran seberapa banyak lendir yang dikeluarkan saat puncak berahi atau satu siklus berahi. Lendir serviks yang dikeluarkan pada saat masa berahi mengalami jumlah sekresi, saat hewan mengalami berahi terutama puncak berahi akan mengalami penambahan jumlah maupun sekresi lendir. Lendir yang disekresi bersifat bening, terang tembus/transparan, dan dapat mengalir ke vagina, vulva bahkan pangkal ekor (Suharto, 2003). Serviks terdapat sel-sel yang bernama sel goblet, saat terjadi peningkatan estrogen dalam darah, maka akan terjadi peningkatan aktivitas sel-sel goblet dan terjadi penimbunan air pada sitoserum. Akibat tekanan cairan sitoserum yang semakin meningkat maka dinding sel goblet akan pecah dan mengeluarkan lendir ke dinding serviks (Suharto, 2003). Reseptor estrogen α lebih banyak daripada reseptor estrogen β . Reseptor tersebut akan berinteraksi dengan nukleotida yang spesifik, sehingga terjadi timbul transkripsi gen pengatur hormon. Reseptor tersebut berperan dalam permeabilitas paraseluler. Pada jaringan serviks, etinil estradiol mampu menstimulasi sel sekretorik sehingga terjadi peningkatan jumlah lendir serviks serta kandungan air di dalamnya

(Adinegara, 2006). Memasuki fase estrus sekresi lendir dapat mencapai angka 100ml (Cortes *et al.*, 2014).

2.4.2. Tingkat kekeruhan lendir

Tingkat kekeruhan lendir pada ternak berahi biasanya bersifat transparan atau bening. Keadaan tersebut sangat dipengaruhi oleh adanya hormon estrogen. Kerja hormon estrogen adalah untuk meningkatkan sensitivitas organ kelamin betina yang ditandai perubahan pada vulva dan keluarnya lendir transparan (Hafizuddin *et al.*, 2011). Tingkat kekeruhan lendir serviks dipengaruhi oleh tingkat kesehatan dari organ reproduksi penghasil lendir, apabila organ reproduksi dalam keadaan kurang baik, maka lendir yang dihasilkan cenderung keruh karena kotor (Verma *et al.*, 2014). Aktivitas bakteri dalam organ reproduksi sangat dikendalikan oleh keberadaan enzim lisozym sehingga semakin tinggi lisozym maka aktivitas bakteri akan menurun yang dapat membuat lendir serviks menjadi transparan saat terjadinya estrus (Kruse *et al.*, 2000).

2.4.3. Spinnbarkeit

Konsistensi lendir serviks bervariasi sepanjang siklus berahi mulai dari sangat kental menjadi kental dan cair (Mardiati, 2003). Pada masa estrus kelenjar-kelenjar serviks merubah sifat sekresinya dari cair menjadi kental. Lendir kental ini berfungsi sebagai sumbat lumen serviks (Suharto, 2003). Salah satu upaya untuk melihat tingkat konsistensi lendir serviks adalah melalui *spinnbarkeit*. *Spinnbarkeit* adalah istilah yang digunakan untuk menguraikan ciri lendir serviks

yang berserat, kemungkinan terbentuk benang dan elastis. Penentuan *spinnbarkeit* dapat ditentukan dengan cara meregangkan lendir diantara dua jari tangan atau dua kaca objek dan di ukur dalam satuan cm sebelum putus. Awal siklus normal berahi nilai *spinnbarkeit* akan rendah, dan akan meningkat sampai waktunya puncak berahi (Mardiati, 2003). Semakin tinggi nilai *spinnbarkeit* menandakan bahwa ternak memiliki tingkat kesuburan yang tinggi. Nilai *spinnbarkeit* yang normal pada fase estrus adalah mencapai angka 2 - 6 cm (Sharma *et al.*, 2011). Nilai *spinnbarkeit* pada seekor ternak sangat dipengaruhi oleh keberadaan hormon estrogen dan progesteron. Kedua hormon tersebut memiliki peran untuk mengatur tingkat kekentalan lendir yang dikeluarkan organ reproduksi selama siklus estrus. Estrogen dalam tubuh ternak akan mempengaruhi percabangan rantai molekul dalam lendir serviks. *Spinnbarkeit* akan mencapai titik maksimum sekitar periode preovulasi pada ternak. Penurunan nilai *spinnbarkeit* menandakan adanya peningkatan kadar estrogen dalam darah. Nilainya akan menjadi lebih rendah menjelang akhir estrus (Tsiligianni *et al.*, 2011).

Jumlah lendir terbanyak adalah saat terjadi ovulasi dengan kandungan air, garam organik, protein dan musin. Komponen utama dari protein terlarut penyusun lendir serviks adalah albumin dan imonoglobulin sedangkan musin lendir serviks merupakan suatu glikoprotein yang mengandung banyak karbohidrat. Glikoprotein tersebut berpengaruh terhadap viskositas lendir serviks dan berperan penting dalam transportasi sperma. Diketahui sekresi musin meningkat saat berada pada masa ovulasi. Masa ovulasi lendir serviks yang keluar adalah lendir tipe e, lendir ini mengandung sedikit persilangan pada matriknya

sehingga menurunkan nilai viskositas dan meningkatkan nilai *spinnbarkeit*. Nilai *spinnbarkeit* juga dipengaruhi oleh adanya kumpulan *micelle* yang berbentuk paralel menyerupai batang saat fase ovulasi dan terpecah membentuk jaringan padat saat menginjak fase luteal (Adinegara, 2006). Faktor lain yang mempengaruhi nilai *spinnbarkeit* adalah keberadaan hormon gonad, nilainya akan tinggi pada sekitar periode pre ovulasi dan menjadi lebih rendah pada akhir estrus. Kadar estrogen pada masing-masing individu berbeda sehingga hal tersebut dapat mempengaruhi nilai pengukuran *spinnbarkeit*, karena keberadaan estrogen sangat berpengaruh terhadap hasil *spinnbarkeit* lendir serviks (Tsiligianni *et al.*, 2011).

2.5. Tanda – tanda Berahi pada Rusa Timor

Tanda-tanda berahi meliputi keluar lendir transparan dari serviks yang mengalir melalui vagina dan vulva, gelisah, mencoba menaiki ternak lain, pangkal ekor terangkat sedikit, vulva menjadi kemerahan, nafsu makan dan minum turun. Pada saat estrus ternak akan mengalami sekresi lendir yang berlebihan (Suharto, 2003). Perubahan fisik yang paling mudah dikenali penangkar dalam proses penentuan estrus adalah adanya perubahan kelimpahan lendir transparan yang keluar (Nurfitriani *et al.*, 2015). Beberapa sifat reologi lendir serviks yang mengalami perubahan selama siklus estrus adalah nilai *spinnbarkeit*, tingkat kekeruhan dan tingkat kelimpahan. Nilai *spinnbarkeit* bervariasi selama siklus estrus pada awal siklus normal nilainya rendah beberapa hari setelah ovulasi nilainya akan meningkat hingga mencapai puncak tertinggi dan mengalami

penurunan hingga titik terendah saat fase luteal serta kelimpahannya akan meningkat selama berada pada fase estrus (Mardiati, 2003).

Berahi diawali dengan turunnya hormon progesteron diikuti meningkatnya hormon estrogen dalam darah. Peningkatan *Follicle Stimulating Hormone* (FSH) akan merangsang sintesis estrogen selanjutnya diikuti sekresi *Luteinizing Hormone* (LH) dari hipofisa anterior dan hal ini akan menyebabkan munculnya tingkah laku berahi (Herdis, 2011). Salah satu faktor yang mempengaruhi tampilan tanda-tanda berahi adalah pakan. Pakan merupakan faktor yang sangat berpengaruh terhadap reproduksi, kekurangan protein menyebabkan timbulnya berahi yang lemah, *silent heat*, *anestrus*, dan kawin berulang (Prihatno *et al.*, 2013).

2.6. Hormon Reproduksi Betina

Hormonal sangat berpengaruh terhadap tampilan profil lendir serviks. Banyak sedikitnya dan sifat reologi lendir serviks ditentukan oleh estrogen dan dihambat oleh progesteron (Mardiati, 2003). Nurfitriani *et al.* (2015) menjelaskan bahwa sistem hormonal yang mempengaruhi estrus berpusat pada hormon gonadotropin dari hipofisa anterior dan hormon ovarium berupa estrogen dan FSH. Perubahan FSH dan estrogen dalam darah menyebabkan perubahan fisiologi tubuh ternak yang dimanifestasikan pada perubahan fisik berupa kelimpahan lendir dan perubahan komposisi mucus.

Tingginya kadar estrogen dalam darah saat estrus menyebabkan jaringan pembuluh darah bertambah banyak sesuai dengan perkembangan saluran

reproduksi dan pada saat yang sama estrogen meningkatkan aliran darah kesaluran reproduksi, sehingga dapat memicu serviks untuk mensekresikan lendir dalam jumlah berlebih. Hormon estrogen yang bekerja pada organ kelamin betina akan meningkatkan sekresi lendir serviks (Iskandar *et al.*, 2015). Faktor hormonal akan sangat berperan pada pertengahan perkembangan folikel dan hormon yang paling berperan adalah FSH dan LH (Hafizudin *et al.*, 2011). Hormon FSH berfungsi untuk merangsang folikel ovarium sehingga ovarium berkembang dan ukuran folikel bertambah (Istinganah, 2013). LH menstimulasi mitosis dan diferensiasi sel-sel granulosa dan sel teka dan menginduksi perkembangan ovum yang telah masak (Hafizudin *et al.*, 2011). Salah satu hormon yang sangat berperan dalam siklus estrus adalah hormon estrogen. Hormon estrogen merupakan salah satu hormon steroid reproduksi. Sintesis hormon estrogen terjadi di dalam sel teka dan sel-sel granulosa ovarium yang akan mempengaruhi kelimpahan dan sifat reologi dari lendir serviks (Mardiati, 2003).