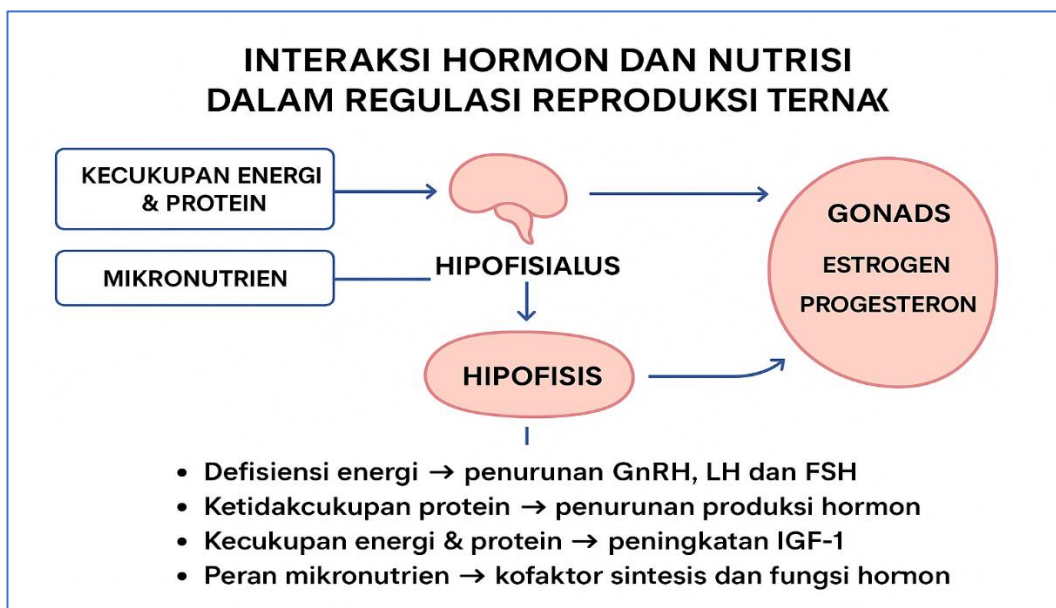


PERAN NUTRISI DALAM MENINGKATKAN KINERJA REPRODUKSI TERNAK BETINA

Oleh : Dayat Hermawan (Widyaiswara Madya – BBPKH Cinagara)



I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Aspek reproduksi merupakan faktor kunci dalam menentukan tingkat produktivitas dan keberlanjutan usaha peternakan, terutama pada ternak betina seperti sapi, kambing, dan domba. Keberhasilan reproduksi menentukan seberapa efisien seekor induk mampu menghasilkan keturunan, baik dalam jumlah maupun kualitas. Dalam konteks peternakan rakyat maupun komersial, kinerja reproduksi yang optimal berpengaruh langsung terhadap interval beranak (*calving interval*), jumlah anak per induk per tahun, dan efisiensi ekonomi usaha ternak. Oleh karena itu, kemampuan ternak betina untuk berestrus secara teratur, mengalami ovulasi, bunting, dan melahirkan anak hidup sehat menjadi indikator utama keberhasilan reproduksi yang perlu dijaga dan ditingkatkan.

Salah satu faktor dominan yang memengaruhi performa reproduksi tersebut adalah kecukupan nutrisi. Nutrisi tidak hanya berperan dalam memenuhi kebutuhan hidup pokok dan pertumbuhan, tetapi juga berfungsi sebagai pengatur keseimbangan hormonal dan metabolik yang berhubungan dengan aktivitas reproduksi. Kekurangan energi, protein, mineral, atau vitamin tertentu dapat menghambat perkembangan *folikel ovarium*, menurunkan kadar hormon reproduksi, serta menyebabkan gangguan estrus dan ovulasi. Sebaliknya, kecukupan dan keseimbangan zat gizi mampu mempercepat pemulihan siklus *estrus pascapartus*, meningkatkan tingkat konsepsi, dan menurunkan angka kematian embrio. Dengan demikian, manajemen pakan yang baik menjadi **kunci utama** dalam menjaga efisiensi reproduksi ternak betina.

Namun, di lapangan masih banyak dijumpai permasalahan yang berkaitan dengan gangguan reproduksi akibat ketidakseimbangan nutrisi. Sering dilaporkan kasus *anestrus*, *infertilitas*, dan penurunan tingkat kebuntingan, terutama pada sistem pemeliharaan ekstensif di mana ketersediaan dan kualitas pakan sangat bergantung pada musim. Kekurangan energi selama periode laktasi atau bunting akhir dapat memperpanjang interval beranak dan menurunkan efisiensi reproduksi. Selain itu, defisiensi *mineral esensial* seperti *fosfor*, *seng*, dan *selenium* juga berdampak negatif terhadap fungsi ovarium dan kualitas embrio. Permasalahan ini menyebabkan rendahnya produktivitas reproduksi, peningkatan biaya pemeliharaan, serta penurunan keuntungan usaha peternakan.



Melihat kondisi tersebut, kajian, dan penelitian mengenai manajemen nutrisi reproduksi menjadi sangat penting dan mendesak. Pemahaman yang komprehensif mengenai kebutuhan nutrisi berdasarkan fase fisiologis ternak, serta interaksinya dengan sistem hormonal reproduksi, dapat menjadi dasar dalam penyusunan strategi pemberian pakan yang lebih efektif dan efisien. Pendekatan secara ilmiah tidak hanya membantu meningkatkan kinerja reproduksi, tetapi juga mendukung pencapaian produktivitas berkelanjutan dalam sistem peternakan tropis. Oleh karena itu, penelitian dan pengembangan konsep manajemen nutrisi yang terintegrasi dengan fungsi reproduksi ternak betina perlu terus dilakukan untuk meningkatkan efisiensi reproduksi dan kesejahteraan ternak di masa mendatang.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, dapat dirumuskan beberapa permasalahan utama yang menjadi fokus dalam penulisan artikel ini, yaitu:

1. Bagaimana hubungan antara kecukupan dan keseimbangan nutrisi dengan fungsi fisiologis reproduksi pada ternak betina?
2. Zat gizi apa saja yang berperan penting dalam menunjang proses estrus, ovulasi, konsepsi, dan kebuntingan pada ternak betina?
3. Bagaimana pengaruh defisiensi nutrisi terhadap penurunan performa reproduksi, seperti anestrus, infertilitas, dan rendahnya tingkat kebuntingan?
4. Strategi manajemen nutrisi seperti apa yang dapat diterapkan untuk meningkatkan efisiensi dan kinerja reproduksi ternak betina di lapangan?

1.3. Tujuan Penulisan

Penulisan artikel dapat memberikan arah dan tujuan yang jelas sehingga produksi dan reproduksi ternak menjadi optimal, antara lain untuk:

1. Menjelaskan peranan penting nutrisi dalam mendukung fungsi reproduksi ternak betina, terutama sapi, kambing, dan domba.
2. Menguraikan hubungan antara kecukupan nutrisi dengan parameter fisiologis reproduksi seperti estrus, ovulasi, dan konsepsi.
3. Mengidentifikasi jenis dan fungsi zat gizi utama (energi, protein, mineral, dan vitamin) yang berpengaruh terhadap kesuburan dan kebuntingan.
4. Menyajikan strategi manajemen nutrisi yang tepat guna dalam meningkatkan efisiensi reproduksi dan produktivitas ternak betina secara berkelanjutan.

1.4. Manfaat Penulisan

Artikel ini diharapkan memberikan manfaat, baik secara akademik maupun praktis, antara lain:

1. *Bagi Peternak*
Memberikan pemahaman tentang pentingnya pemberian pakan yang seimbang dan sesuai fase fisiologis ternak untuk meningkatkan angka kebuntingan dan menekan gangguan reproduksi.
2. *Bagi Penyuluh dan Praktisi Peternakan*
Menjadi referensi dalam penyusunan program penyuluhan dan pelatihan mengenai manajemen nutrisi reproduksi di tingkat lapangan.
3. *Bagi Peneliti dan Akademisi*
Menjadi landasan dalam pengembangan kajian lanjutan terkait hubungan antara nutrisi, metabolisme, dan fungsi hormonal reproduksi, termasuk potensi pemanfaatan *feed supplement* dan bioaktif alami.
4. *Bagi Pengambil Kebijakan*
Sebagai dasar pertimbangan dalam merumuskan kebijakan pengembangan peternakan berkelanjutan yang memperhatikan aspek nutrisi dan reproduksi sebagai faktor penentu efisiensi produksi.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Konsep Dasar Reproduksi Ternak Betina

Reproduksi merupakan proses biologis yang kompleks dan sangat terkoordinasi, melibatkan interaksi antara sistem saraf, endokrin, dan organ reproduksi. Pada ternak betina, sistem reproduksi terdiri atas ovarium, oviduk, uterus, serviks, vagina, dan vulva yang bekerja secara sinergis untuk menghasilkan ovum, memungkinkan fertilisasi, dan mendukung perkembangan embrio hingga kelahiran. Aktivitas reproduksi diatur oleh sistem endokrin yang melibatkan hormon-hormon utama seperti gonadotropin-releasing hormone (GnRH), follicle-stimulating hormone (FSH), luteinizing hormone (LH), estrogen, dan progesteron.

GnRH yang disekresikan oleh hipotalamus menstimulasi kelenjar hipofisis anterior untuk melepaskan FSH dan LH, yang kemudian mengatur pertumbuhan folikel dan proses ovulasi pada ovarium. Estrogen yang dihasilkan oleh folikel dominan memicu perilaku estrus, sedangkan progesteron yang disekresikan oleh corpus luteum (CL) mempertahankan kebuntingan. Siklus reproduksi ini sangat sensitif terhadap perubahan status nutrisi dan keseimbangan energi, karena metabolisme tubuh berpengaruh langsung pada sekresi dan fungsi hormon-hormon tersebut. Dengan demikian, fungsi reproduksi tidak dapat dipisahkan dari kondisi fisiologis dan nutrisi tubuh ternak.

2.2. Kebutuhan Nutrisi Ternak Betina

Nutrisi berperan penting dalam mendukung keberlangsungan fungsi reproduksi melalui penyediaan energi, protein, mineral, dan vitamin yang dibutuhkan oleh tubuh untuk menjaga metabolisme dan aktivitas hormonal. Kebutuhan nutrisi ternak betina berbeda-beda tergantung pada fase fisiologisnya; mulai dari pubertas, bunting, laktasi, hingga masa kering.

Energi merupakan faktor utama yang memengaruhi aktivitas reproduksi. Energi dibutuhkan untuk pembentukan folikel ovarium, ovulasi, dan pertumbuhan embrio. Kekurangan energi menyebabkan penurunan kadar glukosa darah dan insulin, yang berdampak pada menurunnya sekresi GnRH dan LH, sehingga siklus estrus menjadi tidak teratur atau bahkan terhenti (*anestrus*). Sebaliknya, kelebihan energi dapat menyebabkan obesitas dan gangguan hormonal yang menurunkan fertilitas.

Protein dibutuhkan untuk sintesis enzim, hormon, serta pembentukan jaringan reproduktif dan embrio. Kekurangan protein dapat menyebabkan penurunan kadar LH dan FSH, gangguan ovulasi, serta kematian embrio dini. Namun, kelebihan protein dalam pakan juga dapat berdampak negatif karena meningkatkan kadar amonia dalam darah yang mengganggu lingkungan uterus bagi perkembangan embrio.

Mineral seperti kalsium (Ca), fosfor (P), tembaga (Cu), seng (Zn), mangan (Mn), dan selenium (Se) memiliki peranan penting dalam aktivitas enzimatik dan sistem endokrin. Ca dan P berhubungan dengan metabolisme energi dan fungsi ovarium; Zn dan Cu memengaruhi perkembangan folikel dan kualitas ovum; sedangkan Se dan Mn berfungsi sebagai antioksidan yang melindungi sel *germinal* dari stres oksidatif.

Vitamin juga tidak kalah penting, khususnya vitamin A, D, E, dan kompleks B. Vitamin A berperan dalam pemeliharaan epitel saluran reproduksi dan perkembangan embrio, sedangkan vitamin E dan Se bekerja sinergis dalam menjaga integritas membran sel reproduksi. Defisiensi vitamin E sering dikaitkan dengan meningkatnya risiko kematian embrio dan *retensi plasenta*.

Dengan demikian, keseimbangan nutrisi makro dan mikro sangat menentukan efisiensi reproduksi. Ternak yang memperoleh pakan seimbang dengan energi, protein, dan mineral sesuai kebutuhan fisiologisnya cenderung memiliki siklus estrus yang teratur, tingkat ovulasi yang baik, dan persentase kebuntingan yang tinggi.

2.3. Hubungan Nutrisi dengan Parameter Reproduksi

Hubungan antara status nutrisi dan performa reproduksi telah banyak dilaporkan dalam berbagai penelitian. Salah satu indikator yang paling umum digunakan adalah Body Condition Score (BCS), yaitu ukuran subjektif terhadap kondisi lemak tubuh ternak. Ternak betina dengan BCS terlalu rendah (<2,5 pada skala 1–5) biasanya mengalami penurunan



aktivitas estrus, keterlambatan ovulasi, dan tingkat kebuntingan yang rendah. Sebaliknya, BCS terlalu tinggi (>4) dapat menyebabkan gangguan hormonal dan menurunkan efisiensi reproduksi akibat resistensi insulin dan stres metabolik.

Keseimbangan energi juga berperan penting dalam mengatur waktu pemulihan siklus estrus *pascapartus*. Pada sapi perah misalnya, keseimbangan energi negatif setelah melahirkan dapat memperpanjang masa anestrus *post-partum* karena rendahnya kadar insulin dan *Insulin-like Growth Factor-1* (IGF-1) yang diperlukan untuk pertumbuhan folikel. Nutrisi yang memadai selama periode transisi (3 minggu sebelum dan sesudah beranak) terbukti mempercepat kembalinya aktivitas ovarium normal.

Selain itu, status nutrisi juga berpengaruh terhadap tingkat konsepsi dan viabilitas embrio. Kekurangan mineral mikro seperti Zn dan Se terbukti menurunkan kualitas oosit dan memperbesar risiko kematian embrio dini. Penelitian juga menunjukkan bahwa suplementasi lemak kaya asam lemak tak jenuh ganda (*Polyunsaturated Fatty Acid*/PUFA) dapat meningkatkan kualitas embrio dan sekresi progesteron, sehingga memperkuat daya lekat embrio pada dinding uterus.

Hubungan antara nutrisi dan reproduksi bersifat dinamis dan saling memengaruhi. Kondisi metabolik tubuh menentukan fungsi hormonal, sementara status reproduksi juga memengaruhi kebutuhan nutrisi. Oleh karena itu, manajemen pakan harus mempertimbangkan fase fisiologis dan status reproduksi ternak untuk mencapai efisiensi reproduksi yang optimal.

2.4. Penelitian Terkait

Sejumlah penelitian baik di dalam maupun luar negeri telah menunjukkan pengaruh signifikan nutrisi terhadap performa reproduksi ternak betina. Butler (2003) melaporkan bahwa keseimbangan energi negatif pada sapi perah menyebabkan penurunan kadar LH plasma yang berdampak pada keterlambatan ovulasi. Lucy (2011) menemukan bahwa nutrisi tinggi energi sebelum ovulasi dapat memperbaiki kualitas oosit dan meningkatkan peluang kebuntingan.

Di Indonesia, Utama *et al.* (2010) melaporkan bahwa suplementasi mineral mikro seperti Zn dan Se pada kambing perah meningkatkan persentase kebuntingan hingga 15% dibandingkan kontrol. Yulistiani dan Wina (2018) menambahkan bahwa suplementasi protein berkualitas tinggi selama periode laktasi awal dapat memperpendek interval beranak pada sapi Bali. Penelitian lain oleh Astuti *et al.* (2020) menunjukkan bahwa pemberian pakan dengan rasio energi-protein seimbang meningkatkan intensitas estrus dan tingkat konsepsi pada domba lokal.

Hasil-hasil tersebut memperkuat pemahaman bahwa perbaikan manajemen nutrisi memiliki dampak langsung terhadap fungsi reproduksi. Pendekatan *nutrisi presisi* (yaitu penyesuaian kebutuhan gizi berdasarkan kondisi individu ternak) dapat menjadi solusi modern dalam meningkatkan efisiensi reproduksi, terutama di daerah tropis yang rentan terhadap fluktuasi ketersediaan pakan.



III. PEMBAHASAN

3.1. Interaksi antara Nutrisi dan Sistem Hormonal Reproduksi

Hubungan antara nutrisi dan sistem reproduksi ternak betina bersifat kompleks dan multidimensional. Nutrisi tidak hanya berperan sebagai sumber energi untuk proses metabolik, tetapi juga berfungsi sebagai pengatur keseimbangan hormonal melalui mekanisme *neuroendokrin*. Ketersediaan zat gizi yang cukup akan memengaruhi fungsi *hipotalamus-hipofisis-ovarium* (HHO axis), yang merupakan pusat pengatur aktivitas reproduksi.

Pada tingkat hipotalamus, status energi tubuh yang rendah menyebabkan penurunan frekuensi dan amplitudo pelepasan *Gonadotropin Releasing Hormone* (GnRH). Hal ini berdampak pada menurunnya sekresi *Follicle Stimulating Hormone* (FSH) dan *Luteinizing Hormone* (LH) dari kelenjar hipofisis anterior, sehingga pertumbuhan folikel ovarium terganggu dan proses ovulasi tertunda. Akibatnya, ternak betina mengalami anestrus atau siklus reproduksi yang tidak teratur.

Salah satu mekanisme biokimia yang menjelaskan hubungan tersebut adalah peran insulin dan IGF-1. Kedua hormon ini berfungsi sebagai indikator status energi tubuh. Pada kondisi defisit energi, kadar insulin dan IGF-1 menurun, sehingga sensitivitas ovarium terhadap FSH dan LH berkurang. Sebaliknya, jika status energi tercukupi, konsentrasi insulin dan IGF-1 meningkat, yang kemudian menstimulasi perkembangan folikel dan sekresi estrogen. Estrogen yang cukup akan memicu estrus dan ovulasi yang normal.

Selain energi, protein dan asam amino esensial juga berpengaruh terhadap aktivitas hormonal. Protein berperan dalam sintesis hormon peptida dan pembentukan enzim-enzim yang mengatur metabolisme reproduksi. Kekurangan protein dapat mengurangi kadar hormon progesteron, yang berfungsi mempertahankan kebuntingan. Sementara itu, mineral mikro seperti Zn, Mn, Cu, dan Se diperlukan untuk aktivitas enzim yang berperan dalam biosintesis hormon steroid. Defisiensi mineral-mineral tersebut terbukti menurunkan sekresi estrogen dan progesteron, sehingga mengganggu ovulasi dan implantasi embrio.

3.2. Strategi Nutrisi untuk Meningkatkan Kinerja Reproduksi

Manajemen nutrisi yang baik harus disesuaikan dengan fase fisiologis ternak betina, karena kebutuhan energi, protein, mineral, dan vitamin berbeda pada setiap tahap reproduksi. Strategi pemberian nutrisi dapat difokuskan pada tiga fase utama, yaitu pra-kawin (*pre-mating*), kebuntingan (*gestation*), dan pasca melahirkan (*post-partum*).

1. Fase Pra-Kawin (*Pre-Mating*)

Pada fase ini, tujuan utama adalah memastikan kondisi tubuh ternak betina berada pada *Body Condition Score* (BCS) ideal sebelum dikawinkan. Pemberian pakan dengan tingkat energi yang cukup diperlukan untuk mendukung perkembangan folikel dan meningkatkan aktivitas estrus. Jika ternak terlalu kurus, peningkatan kadar energi dalam pakan selama 2-3 minggu sebelum perkawinan (*flushing*) dapat meningkatkan tingkat ovulasi dan peluang kebuntingan.

Strategi *flushing feeding* (pemberian pakan tambahan atau penguat secara sengaja dan sementara kepada ternak betina ruminansia menjelang musim kawin, melahirkan, atau menyusui untuk meningkatkan kondisi tubuh, kesuburan, dan produktivitas reproduksi) ini terbukti efektif pada kambing dan domba, serta mulai banyak diterapkan pada sapi potong di sistem peternakan tropis.

2. Fase Kebuntingan (*Gestation*)

Selama kebuntingan, terutama pada trimester akhir, kebutuhan nutrisi meningkat pesat seiring dengan pertumbuhan janin dan perkembangan jaringan ambing. Kekurangan energi atau protein pada fase ini dapat menyebabkan keguguran, kematian embrio, dan kelahiran anak dengan berat badan rendah. Oleh karena itu, pakan harus mengandung energi yang cukup dengan keseimbangan protein berkualitas tinggi serta kandungan mineral seperti Ca, P, dan Mg yang memadai.

Selain itu, suplementasi vitamin A, E, dan Se sangat penting untuk menjaga fungsi plasenta dan mengurangi risiko retensi plasenta setelah melahirkan. Nutrisi mikro juga



mendukung sistem imun induk, yang secara tidak langsung meningkatkan peluang kelahiran anak yang sehat dan kuat.

3. Fase Pascamelahirkan (*Post-Partum*)

Periode pascamelahirkan merupakan masa kritis karena terjadi tekanan fisiologis akibat laktasi dan pemulihan sistem reproduksi. Pada fase ini sering terjadi keseimbangan energi negatif, terutama pada sapi perah, karena kebutuhan energi untuk produksi susu melebihi asupan pakan. Kondisi ini dapat menekan sekresi GnRH dan memperlambat kembalinya aktivitas ovarium. Strategi nutrisi pada fase ini harus difokuskan pada peningkatan konsumsi energi padat dan bahan pakan berkualitas tinggi.

Pemberian lemak *bypass*, suplemen vitamin B kompleks, serta pakan aditif seperti ragi (*yeast culture*) dapat membantu memperbaiki keseimbangan energi dan meningkatkan metabolisme pakan. Dengan manajemen nutrisi yang tepat, siklus estrus dapat kembali normal dalam waktu lebih singkat, sehingga interval beranak menjadi lebih pendek dan produktivitas reproduksi meningkat.

4. Suplementasi Spesifik untuk Reproduksi

Selain manajemen pakan utama, penggunaan feed supplement seperti mineral premix, antioksidan, dan PUFA juga terbukti meningkatkan performa reproduksi. PUFA berperan dalam pembentukan *prostaglandin* yang penting untuk ovulasi dan implantasi embrio. Sementara itu, antioksidan alami seperti vitamin E, selenium, dan beta-karoten melindungi sel-sel germinal dari kerusakan akibat radikal bebas. Suplementasi nutrisi tersebut secara tepat dapat meningkatkan kualitas oosit, menurunkan kematian embrio, dan meningkatkan angka kebuntingan.

3.3. Implikasi Praktis di Lapangan

Implementasi manajemen nutrisi reproduksi di tingkat peternakan memerlukan pendekatan yang sistematis dan berbasis data. Peternak perlu melakukan monitoring kondisi tubuh (BCS) secara berkala untuk mengevaluasi status nutrisi ternak. Penilaian ini dapat menjadi dasar dalam penyesuaian jumlah dan kualitas pakan yang diberikan.

Selain itu, penting untuk melakukan evaluasi kandungan nutrisi pakan dengan mempertimbangkan jenis bahan pakan lokal yang tersedia. Kombinasi antara hijauan berkualitas tinggi dan konsentrat dengan kandungan energi-protein seimbang sangat dianjurkan. Pada sistem peternakan rakyat yang bergantung pada hijauan lapang, perlu dilakukan konservasi pakan seperti silase atau hay untuk menjamin ketersediaan nutrisi sepanjang tahun.

Pendekatan nutrisi berbasis fase fisiologis juga harus dipadukan dengan manajemen reproduksi yang baik, seperti pengaturan waktu kawin, deteksi birahi yang akurat, dan penggunaan inseminasi buatan (IB) secara tepat waktu. Integrasi antara nutrisi dan manajemen reproduksi akan menghasilkan efisiensi yang lebih tinggi, baik dari sisi tingkat kebuntingan, kelahiran anak hidup, maupun interval beranak.

Hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan strategi nutrisi terencana dapat meningkatkan efisiensi reproduksi secara signifikan. Misalnya, pemberian pakan dengan keseimbangan energi-protein optimal dapat menurunkan kasus anestrus hingga 25% dan meningkatkan tingkat kebuntingan lebih dari 15%. Selain itu, suplementasi *trace mineral* dan vitamin terbukti memperpendek waktu *post-partum anestrus interval* (PPAI), serta meningkatkan kualitas semen dan ovum.

3.4. Pengaruh Defisiensi dan Ketidakseimbangan Nutrisi terhadap Fertilitas Ternak

Kinerja reproduksi ternak sangat bergantung pada keseimbangan antara kebutuhan fisiologis dan asupan nutrisi yang tersedia dalam pakan. Ketika kebutuhan energi, protein, mineral, atau vitamin tidak terpenuhi, atau justru berlebih dalam jangka panjang, maka akan terjadi gangguan pada sistem endokrin dan fungsi organ reproduksi. Defisiensi maupun ketidakseimbangan nutrisi tidak hanya menurunkan tingkat fertilitas, tetapi juga berdampak pada efisiensi reproduksi secara keseluruhan, seperti terjadinya anestrus, ovulasi tidak normal, kegagalan konsepsi, hingga kematian embrio dini.



1. Defisiensi Energi dan Protein

Kekurangan energi merupakan penyebab utama gangguan reproduksi pada ternak betina. Energi merupakan sumber utama untuk mendukung aktivitas metabolik dan produksi hormon reproduksi seperti gonadotropin, estrogen, dan progesteron. Ketika asupan energi lebih rendah dari kebutuhan, tubuh ternak akan memprioritaskan pemeliharaan fungsi vital seperti sirkulasi dan respirasi, sehingga fungsi reproduksi dikorbankan. Akibatnya, aktivitas ovarium menurun, folikel tidak berkembang optimal, dan ternak mengalami anestrus nutrisi.

Defisiensi protein juga memiliki dampak signifikan terhadap fertilitas. Protein dibutuhkan untuk pembentukan enzim, hormon, serta jaringan reproduksi. Kekurangan protein menyebabkan gangguan pembentukan hormon LH dan FSH yang berperan dalam pematangan folikel dan ovulasi. Selain itu, kualitas oosit dan sekresi mukus serviks menurun, sehingga peluang fertilisasi berkurang.

Sebaliknya, kelebihan energi dan protein juga dapat merugikan, terutama pada ternak perah atau potong yang diberi pakan tinggi konsentrat. Kondisi obesitas metabolik dapat menyebabkan gangguan keseimbangan hormon *insulin* dan *leptin*, yang berpengaruh terhadap HHO axis, sehingga menurunkan kualitas oosit dan tingkat konsepsi.

2. Defisiensi Mineral

Mineral makro seperti kalsium (Ca) dan fosfor (P) serta mineral mikro seperti seng (Zn), tembaga (Cu), mangan (Mn), dan selenium (Se) memiliki peran krusial dalam proses reproduksi.

- P berperan dalam metabolisme energi dan sintesis asam nukleat. Kekurangannya dapat menyebabkan anestrus dan tertundanya pubertas.
- Zn penting dalam proses sintesis DNA dan protein serta pematangan oosit. Defisiensi Zn menurunkan aktivitas ovarium dan menyebabkan abnormalitas embrio.
- Cu diperlukan untuk fungsi enzim oksidatif dan aktivitas hormon seks; kekurangannya dapat mengakibatkan gangguan estrus dan penurunan libido.
- Se dan vitamin E berperan sebagai antioksidan alami yang melindungi sel germinal dari kerusakan oksidatif. Defisiensi keduanya sering menyebabkan retained placenta, penurunan kualitas sperma pada jantan, serta kematian embrio pada betina.

Ketidakseimbangan antara Ca dan P juga sering ditemui di lapangan, terutama pada pakan berbasis hijauan miskin fosfor. **Rasio Ca:P** yang tidak proporsional (lebih dari 2:1) dapat menurunkan efisiensi metabolisme P dan menyebabkan gangguan reproduksi subklinis.

3. Defisiensi Vitamin

Vitamin berperan sebagai kofaktor metabolisme dan regulator fisiologis yang mendukung fungsi reproduksi.

- Vitamin A berperan dalam pembentukan epitel saluran reproduksi dan pemeliharaan korpus luteum. Defisiensinya menyebabkan silent heat dan kegagalan implantasi embrio.
- Vitamin D berkaitan dengan metabolisme mineral dan keseimbangan hormon reproduksi.
- Vitamin E, bersama Se, berperan dalam melindungi jaringan ovarium dan embrio dari stres oksidatif. Kekurangan vitamin E menyebabkan embryonic death dan retained placenta.
- Vitamin B-kompleks, terutama riboflavin dan niasin, berperan dalam produksi energi dan fungsi enzimatik pada ovarium.

4. Dampak Fisiologis dan Klinis di Lapangan

Secara praktis, gangguan reproduksi akibat defisiensi nutrisi sering muncul dalam bentuk keterlambatan estrus pascapartus, silent estrus, rendahnya tingkat konsepsi, abortus dini, hingga interval beranak yang panjang. Kondisi ini banyak dijumpai pada peternakan rakyat di mana kualitas pakan tidak seimbang antara hijauan dan konsentrat, atau pada kondisi pakan musim kering yang miskin mineral dan energi.

Penurunan fertilitas akibat defisiensi nutrisi juga dapat memengaruhi performa produksi secara tidak langsung. Misalnya, sapi perah dengan keseimbangan energi negatif (*negative energy balance*) pascalaktasi akan mengalami anestrus yang lebih lama, mengakibatkan siklus reproduksi tidak efisien dan menurunkan produksi susu tahunan.



5. Upaya Pencegahan dan Manajemen Nutrisi

Pendekatan preventif terhadap defisiensi nutrisi dilakukan melalui penyusunan pakan yang seimbang berdasarkan kebutuhan fisiologis ternak. Penggunaan *feed supplement* seperti mineral blok, vitamin premiks, dan bahan pakan sumber energi berkualitas tinggi sangat dianjurkan, terutama pada periode kritis seperti pra-kawin, kebuntingan akhir, dan awal laktasi. Evaluasi kondisi tubuh (BCS) juga menjadi indikator penting dalam menilai status nutrisi dan kesiapan reproduksi ternak.

3.5. Peran Mikro Mineral terhadap Kinerja Reproduksi Ternak Ruminansia dan Unggas

Mikro mineral merupakan unsur hara esensial yang dibutuhkan dalam jumlah sangat kecil, namun memiliki pengaruh besar terhadap metabolisme, pertumbuhan, imunologi, serta fungsi reproduksi ternak. Dalam sistem reproduksi, mikro mineral berperan penting dalam regulasi enzimatik, keseimbangan hormonal, dan perlindungan sel-sel germinal terhadap stres oksidatif. Kekurangan maupun kelebihan mikro mineral dapat menyebabkan gangguan reproduksi yang serius, baik pada ternak ruminansia maupun unggas, karena sebagian besar proses fisiologis reproduksi dikendalikan oleh enzim dan hormon yang bergantung pada keberadaan mineral-mineral ini.

1. Seng (Zn)

- Zink adalah komponen lebih dari 200 enzim yang berperan dalam metabolisme protein, asam nukleat, dan sintesis hormon reproduksi. Pada ternak betina, Zn diperlukan untuk pematangan oosit, pembentukan korpus luteum, serta sekresi gonadotropin (FSH dan LH). Kekurangan Zn mengakibatkan penurunan aktivitas ovarium, gangguan estrus, dan menurunkan tingkat konsepsi. Pada ternak jantan, Zn berfungsi menjaga kualitas dan motilitas sperma melalui stabilisasi membran sel dan enzim antioksidan spermatogenik.
- Dalam penelitian pada sapi dan kambing, suplementasi Zn organik terbukti meningkatkan aktivitas estrus, mempercepat pemulihan siklus pascapartus, serta meningkatkan kadar progesteron plasma. Pada unggas, defisiensi Zn menyebabkan penurunan fertilitas jantan, cacat embrio, serta gangguan penetasan telur.

2. Tembaga (Cu)

- Tembaga berperan sebagai kofaktor berbagai enzim seperti sitokrom oksidase, lisil oksidase, dan superoksida dismutase (SOD) yang terlibat dalam respirasi seluler dan proteksi antioksidatif. Dalam sistem reproduksi, Cu mempengaruhi metabolisme estrogen dan progesteron, serta sintesis kolagen pada jaringan reproduktif.
- Defisiensi Cu pada sapi dan domba menyebabkan *delayed puberty*, *silent heat*, dan penurunan tingkat kebuntingan. Selain itu, defisiensi Cu sering berasosiasi dengan peningkatan kadar molibdenum dan sulfur dalam pakan, yang menghambat absorpsi Cu di usus. Pada unggas, kekurangan Cu dapat mengganggu pembentukan cangkang telur dan menurunkan fertilitas akibat *degenerasi epitel oviduk*.

3. Mangan (Mn)

- Mangan berperan penting dalam pembentukan hormon seks, sintesis kolesterol, dan perkembangan embrio. Pada betina, Mn mendukung pembentukan folikel dan ovulasi, sedangkan pada jantan diperlukan untuk spermatogenesis. Kekurangan Mn menyebabkan gangguan estrus, kelainan tulang pada embrio unggas (*perosis*), serta menurunkan kualitas sperma.
- Pada unggas betina, Mn sangat penting dalam proses ovulasi dan pembentukan cangkang telur karena berperan dalam aktivasi enzim transferase dan fosfatase yang mengatur metabolisme energi pada oosit. Sementara pada ruminansia, Mn berfungsi menjaga keutuhan folikel ovarium dan perkembangan embrio awal.

4. Selenium (Se)

- Selenium merupakan mikro mineral yang berperan vital sebagai komponen enzim antioksidan *glutathione peroxidase* (GSH-Px). Fungsi utamanya adalah melindungi sel-sel reproduksi terhadap kerusakan akibat radikal bebas, yang sering meningkat selama proses ovulasi dan kebuntingan.



- Defisiensi Se dan vitamin E sering dikaitkan dengan gangguan seperti *retained placenta*, kematian embrio dini, dan infertilitas. Pada sapi perah, suplementasi Se meningkatkan fungsi CL dan mempertahankan kadar progesteron normal. Pada kambing dan domba, pemberian Se organik meningkatkan fertilitas dan daya hidup anak. Sementara pada unggas, Se sangat penting untuk perkembangan embrio, kualitas sperma jantan, dan tingkat penetasan telur.
5. *Zat Besi (Fe)*
- Zat besi berperan dalam pembentukan hemoglobin dan sitokrom yang penting bagi transportasi oksigen ke jaringan reproduksi. Kekurangan Fe dapat menurunkan vitalitas embrio dan menyebabkan anemia pada induk, yang secara tidak langsung menurunkan performa reproduksi.
 - Pada unggas, Fe diperlukan untuk perkembangan embrio dan metabolisme enzimatik selama inkubasi.
6. *Kobalt (Co) dan Iodium (I)*
- Kobalt berfungsi sebagai komponen utama vitamin B₁₂ (kobalamin) yang berperan dalam metabolisme energi dan sintesis DNA. Defisiensi Co menyebabkan penurunan nafsu makan, gangguan ovulasi, dan ketidaksuburan. Iodium berperan penting dalam sintesis hormon tiroid yang mengatur metabolisme basal dan keseimbangan hormonal reproduksi. Kekurangan Iodium mengakibatkan gangguan estrus, keguguran, serta hipotiroidisme pada anak yang baru lahir.
 - Pada unggas, kekurangan Iodium dapat menyebabkan penurunan produksi telur dan kualitas embrio akibat gangguan sekresi *tiroksin*.
7. *Sinergi Mikro Mineral terhadap Sistem Reproduksi*
- Hubungan antar-mineral bersifat sinergis dan antagonistik. Misalnya, keseimbangan antara Se dan Vitamin E berfungsi dalam sistem pertahanan antioksidan reproduksi, sementara rasio Cu dan Zn harus dijaga agar tidak terjadi gangguan absorpsi. Suplementasi mikro mineral dalam bentuk *chelated* atau organik (misalnya *Zn-methionine*, *Se-yeast*, *Cu-proteinate*) lebih efisien diserap tubuh dibanding bentuk anorganik, dan telah terbukti memberikan respons reproduksi yang lebih baik pada sapi, kambing, serta unggas petelur dan pedaging.
8. *Aplikasi Praktis di Lapangan*
- Manajemen nutrisi mikro mineral harus mempertimbangkan fase fisiologis ternak: pra-kawin, kebuntingan, dan laktasi. Pada ruminansia, suplementasi mikro mineral biasanya diberikan melalui mineral block, trace mineral premix, atau injeksi parenteral pada fase pra-kawin. Pada unggas, formulasi pakan komersial perlu memastikan ketersediaan Zn, Mn, Cu, dan Se sesuai rekomendasi NRC agar fertilitas, daya tetas, serta kualitas telur optimal.
 - Keseimbangan mikro mineral yang tepat tidak hanya memperbaiki fertilitas, tetapi juga memperpendek interval beranak, meningkatkan daya hidup embrio, dan memperkuat sistem kekebalan reproduksi ternak.

Ringkasan Peran Mikro Mineral terhadap Reproduksi Ternak:

Jenis Mineral	Fungsi Utama dalam Sistem Reproduksi	Dampak Defisiensi	Ternak yang Paling Terdampak
Zink (Zn)	- Sintesis protein dan asam nukleat - Pematangan oosit dan spermatogenesis - Regulasi hormon LH & FSH - Stabilitas membran sel sperma	- Gangguan estrus dan ovulasi - Kualitas sperma rendah - Embrio abnormal - Penurunan fertilitas dan daya tetas telur	Sapi, kambing, ayam pedaging dan petelur
Tembaga (Cu)	- Aktivator enzim oksidatif (SOD, sitokrom oksidase) - Metabolisme estrogen dan progesteron - Pembentukan kolagen jaringan reproduksi	- Pubertas tertunda, silent heat - Gangguan estrus dan kebuntingan - Penurunan libido jantan	Sapi, domba, ayam
Mangan (Mn)	- Sintesis kolesterol dan hormon seks - Aktivasi enzim fosfatase - Perkembangan folikel dan embrio	- Gangguan ovulasi - Abnormalitas embrio (perosis pada unggas) - Penurunan fertilitas	Domba, ayam petelur, sapi

Jenis Mineral	Fungsi Utama dalam Sistem Reproduksi	Dampak Defisiensi	Ternak yang Paling Terdampak
Selenium (Se)	- Komponen enzim glutathione peroxidase (GSH-Px) - Antioksidan sel reproduksi - Pendukung fungsi korpus luteum dan kebuntingan	- Retained placenta - Kematian embrio dini - Infertilitas - Penurunan daya tetas	Sapi perah, kambing, ayam
Zat Besi (Fe)	- Transport oksigen ke jaringan reproduksi - Komponen hemoglobin dan sitokrom	- Anemia, kelemahan embrio - Penurunan vitalitas fetus - Fertilisasi rendah	Sapi, kambing, ayam
Kobalt (Co)	- Komponen vitamin B₁₂-Metabolisme energi dan sintesis DNA - Mendukung ovulasi dan perkembangan folikel	- Nafsu makan menurun - Gangguan ovulasi - Ketidaksuburan dan anestrus	Sapi potong, domba
Iodium (I)	- Sintesis hormon tiroid (T₃ dan T₄) - Regulasi metabolisme dan hormon reproduksi	- Gangguan estrus - Abortus dan hipotiroidisme anak - Penurunan produksi telur	Sapi, kambing, ayam petelur

Keterangan Tambahan:

- Suplementasi mikro mineral sebaiknya disesuaikan dengan kebutuhan fisiologis ternak berdasarkan rekomendasi NRC (*National Research Council*).
- Kombinasi mineral dan vitamin (misalnya: Se + vitamin E, Zn + Cu) dapat meningkatkan efektivitas fungsi reproduksi melalui sinergi antioksidan dan hormonal.
- Bentuk mineral organik (chelated minerals seperti Zn-methionine atau Se-yeast) memiliki bioavailabilitas lebih tinggi dibanding bentuk anorganik (sulfat atau oksida).

3.6. Interaksi Hormon dan Nutrisi dalam Regulasi Reproduksi Ternak

Reproduksi pada ternak merupakan hasil integrasi kompleks antara sistem endokrin dan status nutrisi tubuh. Hormon-hormon reproduksi seperti GnRH, LH, FSH, estrogen, progesteron, dan IGF-1 bekerja secara sinergis untuk mengatur siklus estrus, ovulasi, dan kebuntingan. Namun, aktivitas hormonal ini sangat bergantung pada kecukupan energi, protein, dan mikronutrien tertentu yang berperan dalam pembentukan dan sekresi hormon.

1. Pengaruh Energi terhadap Regulasi Hormonal

Energi merupakan faktor nutrisi utama yang menentukan fungsi reproduksi. Ketika ternak betina mengalami defisit energi, misalnya akibat kualitas pakan rendah atau kondisi *negative energy balance* (NEB) setelah melahirkan, sekresi GnRH dari hipotalamus akan menurun. Akibatnya, pelepasan LH dan FSH dari hipofisis anterior ikut terhambat, sehingga pertumbuhan folikel ovarium melambat dan ovulasi tertunda. Kondisi ini sering menyebabkan anestrus pasca-partus terutama pada sapi perah dan kambing laktasi.

Sebaliknya, pemberian pakan dengan tingkat energi optimal dapat meningkatkan kadar insulin dan IGF-1 dalam plasma darah. Kedua senyawa ini memiliki efek stimulatif terhadap fungsi ovarium dengan meningkatkan sensitivitas folikel terhadap FSH, mempercepat maturasi oosit, serta mendukung pembentukan korpus luteum yang fungsional.

2. Peran Protein dan Asam Amino dalam Sekresi Hormon

Protein berperan dalam pembentukan enzim dan hormon, termasuk peptida pengatur reproduksi. Kekurangan protein menyebabkan penurunan sintesis gonadotropin serta menurunkan kadar hormon seks steroid seperti estrogen dan progesteron. Asam amino seperti arginin, leusin, dan metionin memiliki peran penting dalam sintesis polipeptida hormon dan regulasi sinyal seluler yang terkait dengan fertilitas.

Pemberian protein berlebihan tanpa keseimbangan energi justru dapat menimbulkan peningkatan kadar amonia darah (*hyperammonemia*) yang mengganggu perkembangan embrio awal dan menurunkan tingkat konsepsi. Oleh karena itu, rasio protein-energi yang seimbang sangat krusial dalam mendukung fungsi endokrin reproduksi.

3. Mikronutrien sebagai Kofaktor Endokrin

Mineral dan vitamin tertentu berfungsi sebagai kofaktor enzimatis dalam jalur biosintesis hormon. Misalnya, Zn diperlukan untuk pembentukan dan sekresi hormon gonadotropik; Se berperan dalam melindungi jaringan ovarium dari stres oksidatif yang



dapat menghambat luteinisasi; dan Cu mempengaruhi metabolisme estrogen melalui aktivitas enzim oksidase.

Selain itu, vitamin A dan β -karoten berperan dalam menjaga integritas epitel ovarium dan uterus, sedangkan vitamin E bersama selenium bekerja sebagai antioksidan yang mencegah degenerasi sel folikel dan sperma. Defisiensi mikronutrien ini sering dikaitkan dengan *silent heat*, *embrio nonviable*, dan rendahnya angka kebuntingan.

4. Hubungan Timbal Balik Nutrisi dan Aksis Hipotalamus-Hipofisis-Gonad

Aksis HHG merupakan pusat kendali hormonal utama reproduksi. Status nutrisi tubuh memberikan sinyal metabolik melalui berbagai mediator seperti leptin, insulin, dan IGF-1. Hormon leptin yang disekresikan oleh jaringan adiposa menandakan kecukupan energi kepada hipotalamus, sehingga merangsang sekresi GnRH. Ketika cadangan energi rendah, kadar leptin turun dan GnRH ditekan, menyebabkan anestrus dan infertilitas fungsional.

Keterlibatan hormon metabolik ini menunjukkan bahwa sistem reproduksi tidak hanya dikendalikan oleh hormon seks, tetapi juga sangat dipengaruhi oleh status gizi dan metabolisme tubuh secara keseluruhan. Dengan demikian, keseimbangan nutrisi bukan hanya mendukung pertumbuhan jaringan reproduksi, tetapi juga menjaga kestabilan jalur hormonal yang menentukan keberhasilan reproduksi.

5. Implikasi Manajemen Nutrisi Terhadap Regulasi Hormonal

Manajemen nutrisi yang tepat pada ternak betina, terutama menjelang masa kawin dan kebuntingan awal, bertujuan untuk menjaga keseimbangan energi, protein, serta mikronutrien penting. Program suplementasi berbasis kebutuhan fisiologis, seperti flushing pada kambing atau pemberian pakan energi tinggi pra-kawin pada sapi, terbukti meningkatkan kadar LH plasma, memperpendek interval birahi, dan menaikkan angka konsepsi.

Penelitian terbaru juga menunjukkan bahwa strategi nutritional modulation menggunakan pakan fungsional (misalnya lemak terlindung, mineral organik, atau antioksidan alami) mampu mempengaruhi ekspresi gen terkait hormon reproduksi dan meningkatkan efisiensi reproduksi secara fisiologis.



IV. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Nutrisi memegang peranan fundamental dalam menentukan keberhasilan fungsi reproduksi ternak betina. Proses fisiologis seperti estrus, ovulasi, konsepsi, kebuntingan, dan kelahiran sangat dipengaruhi oleh keseimbangan zat gizi yang dikonsumsi oleh ternak. Energi, protein, mineral, dan vitamin bukan hanya berfungsi sebagai sumber bahan bakar metabolik, tetapi juga berperan dalam regulasi sistem hormonal hipotalamus–hipofisis–ovarium yang mengendalikan aktivitas reproduksi.

Defisiensi nutrisi, baik dalam bentuk kekurangan energi maupun mikronutrien, terbukti dapat menghambat perkembangan folikel, menurunkan sekresi hormon reproduksi, serta memicu gangguan seperti anestrus, infertilitas, dan penurunan tingkat kebuntingan. Sebaliknya, manajemen nutrisi yang seimbang dapat mempercepat pemulihan siklus estrus pascapartus, meningkatkan tingkat konsepsi, serta memperpendek interval beranak.

Strategi nutrisi yang tepat harus disesuaikan dengan fase fisiologis ternak — mulai dari pra-kawin, kebuntingan, hingga pascamelahirkan. Suplementasi nutrisi mikro seperti Zn, Se, Cu, dan vitamin E, serta penerapan sistem flushing feeding dan pemberian pakan padat energi pada periode transisi, terbukti meningkatkan performa reproduksi secara signifikan. Dengan demikian, nutrisi yang dikelola secara terencana dan berbasis kebutuhan fisiologis merupakan kunci utama untuk mencapai efisiensi reproduksi yang optimal, meningkatkan produktivitas, dan menjamin keberlanjutan usaha peternakan.

4.2. Saran / Rekomendasi

1. Penerapan Manajemen Nutrisi Berbasis Fase Fisiologis
Peternak perlu menyesuaikan formulasi pakan berdasarkan fase reproduksi ternak, seperti masa kawin, kebuntingan, dan laktasi, agar kebutuhan energi dan protein tercukupi tanpa menimbulkan ketidakseimbangan metabolik.
2. Pemantauan Status Tubuh dan Evaluasi Pakan
Penilaian *Body Condition Score* (BCS) secara berkala harus dilakukan untuk menilai status nutrisi dan menentukan intervensi pakan yang tepat waktu. Evaluasi kualitas bahan pakan lokal dan komposisi pakan juga penting untuk menghindari defisiensi nutrien.
3. Suplementasi Nutrisi Mikro dan Bioaktif
Penggunaan suplemen mineral dan vitamin, serta bahan pakan mengandung senyawa bioaktif seperti antioksidan alami atau asam lemak tak jenuh, perlu diterapkan untuk mendukung keseimbangan hormonal dan kualitas sel reproduksi.
4. Integrasi Nutrisi dengan Manajemen Reproduksi Modern
Penerapan teknologi seperti *precision feeding*, pemantauan aktivitas estrus otomatis, dan penggunaan Inseminasi Buatan (IB) yang terjadwal, akan memperkuat efisiensi reproduksi dan memperpendek interval beranak.
5. Penelitian dan Inovasi Berkelanjutan
Diperlukan penelitian atau kajian lanjutan tentang interaksi nutrisi, metabolisme, dan ekspresi genetik reproduksi, khususnya dalam konteks ternak tropis. Kajian mengenai pemanfaatan sumber pakan lokal bernilai gizi tinggi juga penting untuk mendukung ketahanan pakan dan produktivitas reproduksi.

Referensi:

Sutama, I. K. dan kolega. 2007. *Pengaruh Suplementasi Mineral Blok Terhadap Produktivitas Kambing Perah Peranakan Etawah di Tingkat Peternak*. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner.

Muktiani, A. dan Kusumanti, E. 2017. *Pengaruh pemberian bungkil kedelai dan suplementasi Zn + Se + vitamin E terhadap penampilan estrus pada kambing Peranakan Etawah*. Jurnal Pengembangan Penyuluhan Pertanian. Vol. 14(15): 78-84.

Fikkri, A. R. 2023. *Pengaruh suplementasi mineral mikro organik zn dan cu terhadap kualitas fisik susu kambing jawarandu di Mulia Farm*. Skripsi. Jurusan Peternakan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung Bandar Lampung.

