

# PENGAWASAN MUTU PAKAN

**DR. SOFIA SANDI, S.Pt, M.Si**

**DR. AFNUR IMSYA, S.Pt, M.P**

**DR. RIZKI PALUPI, S.Pt, M.P**

**DR. ELI SAHARA, S.Pt, M.Si**

**MUHAKKA, S.Pt, M.Si**

**DR. MIKSUSANTI, S.Si**

**Dra. DWI PROBOWATI SULISTYANI, M.S**



PROGRAM STUDI PETERNAKAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
ISBN: 978-602-50708-0-8

# PENGAWASAN MUTU PAKAN

## **TIM PENYUSUN:**

DR. SOFIA SANDI, S.Pt, M.Si

DR. AFNUR IMSYA, S.Pt, M.P

DR. RIZKI PALUPI, S.Pt, M.P

DR. ELI SAHARA, S.Pt, M.Si

MUHAKKA, S.Pt, M.Si

DR. MIKSUSANTI, S.Si

Dra. DWI PROBOWATI SULISTYANI, M.S



**PROGRAM STUDI PETERNAKAN FAKULTAS  
PERTANIAN UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
PROVINSI SUMATERA SELATAN  
2017**

**Dilarang memperbanyak, mencetak atau menerbitkan  
sebagian maupun seluruh buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit**

Ketentuan Pidana

Kutipan Pasal 72 Undang-undang Republik Indonesia

Nomor 19 Tahun 2002 Tentang Hak Cipta

1. Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak mekukan sebagaimana dimaksud dalam pasal 2 ayat (1) atau pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkar 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp. 1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp. 5.000.000,00 (lima juta rupiah).
2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau hak terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp. 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah)

---

## **PENGAWASAN MUTU PAKAN**

---

### **TIM PENYUSUN:**

DR. SOFIA SANDI, S.Pt, M.Si

DR. AFNUR IMSYA, S.Pt, M.P

DR. RIZKI PALUPI, S.Pt, M.P

DR. ELI SAHARA, S.Pt, M.Si

MUHAKKA, S.Pt, M.Si

DR. MIKSUSANTI, S.Si

Dra. DWI PROBOWATI SULISTYANI, M.S

Hak Penerbit pada Program Studi Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Design Cover Sigit Dwi S

Setting dan tata letak: NoerFikri Offset

Dicetak oleh Noer Fikri

Dicetak oleh:

**Noerfikri Offset**

Jl. KH. Mayor Mahidin No. 142

Telp/Fax : 366 625

Palembang – Indonesia 30126

E-mail : [noerfikri@gmail.com](mailto:noerfikri@gmail.com)

Cetakan ke I, Oktober 2017

Hak Cipta dilindungi undang-undang pada penulis

**ISBN : 978-602-50708-0-8**

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya buku bahan kuliah ‘Pengawasan Mutu pakan ’ dapat diselesaikan. Materi yang terdapat dalam buku ini telah disusun sedemikian rupa sehingga sesuai dengan SAP dan GBPP mata kuliah Pengendalian mutu pakan yang terdapat pada program studi Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, Indralaya. Buku ini masih jauh dari sempurna oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun. Akhir kata, penulis berharap semoga buku ini dapat bermanfaat bagi penulis dan bagi kita semua.

Indralaya, Maret 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
BAB 2. HIGENIS, SANITASI DAN PENCEMARAN PAKAN	2
2.1. Arti Penting Higenitas dan Sanitasi.....	2
2.2. Polusi.....	3
2.3. Sumber Kontaminan Pakan.....	4
BAB 3. AIR BAHAN PAKAN DAN PENGAWETAN.....	13
3.1. Kandungan Air Bahan Pakan.....	13
3.2. Keseimbangan Kandungan Air dan Pengeringan.....	14
3.3. Dasar dan Macam Pengawetan Bahan Pakan.....	14
BAB 4. ANTINUTRISI BAHAN PAKAN.....	26
4.1. Antitripsin .....	27
4.2. Hemaglutinin.....	28
4.3. Saponin .....	29
4.4. Oligosakarida .....	31
4.5. Fitat .....	31
4.6. Sianogenik Glukosida .....	32
4.7. Senyawa Folifenol .....	34
4.8. Gossipol .....	34
4.9. Mimosin .....	35
4.10. Lectin .....	36
4.11. Antivitamin .....	36
BAB 5. PENGGUNAAN FEED SUPLEMEN.....	38
5.1. Enzim.....	38
5.2. Antibiotika.....	42
5.3. Minyak Esensial.....	43
5.4. Mineral Zeolit.....	45
5.5. Pemberian Vitamin.....	46
5.6. Penambahan Suplemen Elektrolit.....	46
5.7. Penggunaan Probiotik.....	47
5.8. Antioksidan.....	49
5.9. Mineral Anorganik Esensial.....	52
5.10. Asam Amino.....	54
5.11. Suplemen lain.....	56

<b>BAB 6. SIFAT FISIK PAKAN.....</b>	<b>58</b>
6.1. Kadar Air.....	58
6.2. Aktivitas Air.....	60
6.3. Daya Serap Air ( Faktor Higroskopis).....	61
6.4. Berat Jenis.....	62
6.5. Kerapatan Tumpukan.....	63
6.6. Kerapatan Pemadatan Tumpukan.....	64
6.7. Sudut Tumpukan.....	64
6.8. Pengembangan Tebal.....	65
6.9. Kelarutan.....	65
6.10. Stabilitas Pellet.....	66
6.11. Keteguhan Benturan .....	66
6.12. Ketahanan Benturan.....	66
6.13. Durabilitas.....	67
6.13. Kekerasan.....	68
6.14. Palatabilitas.....	68
<b>BAB 7. PELLETT.....</b>	<b>70</b>
7.1. Pellet.....	70
7.2. Penggunaan Bahan Perikat Pada Pembuatan Pelet.....	74
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>77</b>

## DAFTAR TABEL

Halaman

2.1. Tabel LD%) pada Tikus yang Diberikan Secara Oral Dermal	10
2.2. Nilai LD50 Beberapa Macam Pestisida Padat Pada Tikus dan Kelinci.....	10
3. 1. Keadaan Kadar Garam daam Air Minum.....	13
3.2. Hubungan Antara Kadar Air dan Lama Penyimpanan.....	21
4.1. Kandungan Asam Fitat Beberapa Bahan Pakan.....	32
5.1. Efek Suplemen Elektrolit Terhadap Konsumsi Air Selama Cekaman Panas.....	47
6.1. Nilai Aw Minimum dari Beberapa Mikroba.....	61
7.1. Komposisi Kimia Bentonit.....	74
7.2. Komposisi Kimia Super Bind.....	75
7.3. Komposisi Kimia Larutan Sisa Pemasak Pabrik Pulo dengan Proses Sulfit.....	75

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
3.1. Reaksi Hidrolisa Lemak.....	22
3.2. Mekanisme Reaksi Oksidasi Lipida.....	24
4.1. Reaksi Transportasi Inhibitor asli menjadi Inhibitor Modifikasi.....	27
4.2. Skema interaksi antara enzim tripsin dan anti tripsin.....	28
4.3. Linamarin dan Hasil Hidrolisanya .....	33
5.1 . Struktur Biji Kacang Kedelai.....	40
7. 1. Hubungan antara bahan baku, proses dan sistem variabel pellet	71





## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

Bahan pakan merupakan sarana produksi yang keberadaannya tidak terlepas dari suatu usaha peternakan, dimana ada peternakan disitu pasti memerlukan pakan. Ditinjau dari segi ekonomi, telah diketahui bahwa biaya pakan sekurang-kurangnya menempati 60-80% dari total biaya produksi, sedangkan dilihat dari segi kepentingannya untuk mewujudkan produksi dan produktivitas yang baik bahan pakan merupakan suatu hal yang sangat penting dan sangat perlu diperhatikan. Dapat diibaratkan bahwa pakan merupakan bahan bakar yang akan menentukan kemampuan kerja dari mesin produksi untuk ternak. Biasanya bahan pakan sebelum diberikan pada ternak diolah terlebih dahulu dengan tujuan untuk dapat memberikan efisiensi biaya maupun produktivitas.

Mengingat pentingnya peranan pakan dalam suatu usaha peternakan, maka bahan pakan harus selalu tersedia secara kontinu, memenuhi persyaratan gizi tertentu, dan secara ekonomi harus layak harganya.

Mengingat hal tersebut diatas dan dikaitkan dengan adanya sifat kebanyakan produksi bahan pakan yang cenderung musiman (bekatul, jagung) serta pertimbangan efisiensi transportasi, maka upaya penyimpanan bahan pakan merupakan tindakan yang sudah biasa dilakukan dalam usaha peternakan. Namun mengingat penyimpanan berarti menunda pemakaian bahan pakan, jika penanganannya kurang hati-hati akan dapat menyebabkan kerusakan, yang berakibat berkurangnya jumlah pakan, menurunnya kualitas pakan, serta meningkatkan senyawa-senyawa toksik yang merugikan ternak.

## **BAB 2**

### **HIGENIS, SANITASI DAN PENCEMARAN PAKAN**

#### **2.1. Arti Penting Higenis dan Sanitasi**

Higenis berarti bersih, dilihat dari segi ilmu pakan ternak adalah subjek yang mempunyai cakupan luas, bertujuan untuk mempelajari metode-metode preparasi, produksi dan pemberian pakan pada seekor ternak dalam keadaan bersih dalam arti aman dari berbagai kontaminan sehingga pakan yang dihasilkan berkualitas baik. Untuk mencapai keadaan ini maka penanganan yang tepat pada setiap pembuatan pakan termasuk peralatan yang digunakan, preparasi, penyediaan sampai dengan pengemasan, bahkan sampai dengan pemberian pada ternak untuk dikonsumsi.

Sanitasi berasal dari kata sehat yang mempunyai makna sebagai pencegahan penyakit dengan cara menghilangkan atau mengatur faktor-faktor lingkungan yang berkaitan dalam rantai perpindahan penyakit. Secara luas istilah sanitasi dapat diartikan sebagai penerapan dari prinsip-prinsip pencegahan penyakit yang bertujuan untuk membantu memperbaiki, mempertahankan atau mengembalikan lingkungan biologik, sehingga polusi berkurang dan membantu melestarikan hubungan ekologi yang seimbang.

Sanitasi pakan merupakan hal terpenting dari semua ilmu sanitasi karena sedemikian banyak lingkungan kita baik secara langsung maupun tidak langsung berhubungan dengan suplai makanan ternak dan manusia yang memakannya.

Dalam ilmu pakan, sanitasi meliputi kegiatan secara aseptik dalam persiapan, pengolahan dan pengemasan produk pakan, pembersihan dan pabrik serta lingkungan pabrik dan kesehatan pekerja. Kegiatan yang berkaitan dengan produk pakan meliputi pengawasan mutu bahan mentah, penyimpanan bahan mentah, perlengkapan suplai air yang baik pencegahan kontaminasi pakan pada semua tahap selama pengolahan dari peralatan, personalia dan terhadap hama, serta pengemasan dan penggudangan produk. Dikenal beberapa bentuk sanitasi yang harus diperhatikan dalam penyedia pakan ternak diantaranya adalah :

- a. Sanitasi Air. Air merupakan carrier atau pembawa penyakit yang lebih banyak dibandingkan pakan. Kebutuhan air umumnya diambil dari air permukaan. Air ini perlu diberi perlakuan untuk menghilangkan bahan-bahan limbah serta menghilangkan dan mengontrol kontaminasi. Pemberian perlakuan pada air umumnya terdiri dari tiga tahap yaitu flokulasi (koagulasi), filtrasi dan klorinasi. Perlakuan ini dapat menghilangkan epidemi penyakit infeksi yang berasal dari air, sehingga menjadi aman untuk ternak.
- b. Sanitasi Lingkungan. Meliputi sanitasi di dalam kandang yang dimulai dengan kapasitas kandang yang sesuai dengan jumlah ternak yang dipelihara. Ruang kandang haruslah memadai sehingga mempunyai ternak dan peternak mempunyai ruang gerak yang cukup, terutama pada saat pemberian. Selain itu kandang juga harus dilengkapi dengan cukup air baik untuk kebutuhan ternak maupun untuk keperluan air seperti untuk pembersihan peralatan kandang. Sanitasi dalam kandang menjadi prinsip dasar sanitasi yaitu menghilangkan kotoran dalam setiap bentuk yang terdapat dalam kandang dan mencegah kontak dengan ternak.

## **2.2.Polusi**

Polusi dalam industri pertanian didefinisikan sebagai setiap dampak yang mengakibatkan perubahan pada mutu lingkungan yang disebabkan oleh kegiatan produksi pertanian dan pengolahan.

Polusi timbul pada ternak bila ternak berhadapan dengan lingkungan yang tidak bersih. Polusi dapat menyebabkan ketidakseimbangan dalam alam yang menyebabkan ternak tidak mungkin hidup sebagaimana mestinya. Polusi akan meningkatkan bahaya penyakit pada ternak dengan mengkontaminasi tanah, air, dan pakan dengan bahan-bahan kimia yang berbahaya dan mikroba yang menimbulkan penyakit.

Beberapa definisi dari pakan tercemar atau yang terkena polusi adalah :

1. Bila pakan secara keseluruhan atau sebagian terdiri dari senyawa-senyawa kotro, busuk, hancur sehingga tidak patut dikonsumsi.

2. Bila pakan diolah dikemas atau disimpan dibawah kondisi-kondisi yang tidak saniter, sehingga dapat terkontaminasi dan menyebabkan gangguan kesehatan bagi ternak atau manusia yang memakannya.
3. Bila seluruhnya atau sebagian bahan baku terutama berasal dari hewan berpenyakit atau hewan yang sudah mati selain akibat penyembelihan.

## **2.3.Sumber Kontaminan Pakan**

### **1. Mikroorganisme**

Mikroorganisme yang memegang peranan penting dalam sanitasi pakan adalah terutama mikroorganisme yang dapat menimbulkan penyakit. Penyakit yang ditimbulkan melalui pakan dapat dikelompokkan dalam dua jenis.

- a. Jenis pertama adalah keracunan. Dalam hal ini mikroba yang tumbuh akan memproduksi senyawa yang bersifat larut dan beracun yang dikeluarkan kedalam pakan dan menyebabkan penyakit bila pakan tersebut dikonsumsi oleh ternak. Dalam keracunan pakan akibat toksin ini, mikroba tidak perlu tertelan untuk menghasilkan penyakit, cukup toksinnya saja. Jenis keracunan ini disebut dengan intoksikasi. Beberapa jenis mikroba yang dapat menimbulkan keracunan ini adalah *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum*, *CL perfringens*, *Bacillus cereus*, dan *fibrio parahaemolyticus*. Wabah keracunan yang terjadi sering melibatkan sumber pakan hewani seperti tepung daging dan tepung tulang.
- b. Hasil keracunan yang kedua infeksi makanan, yaitu masuknya mikroba kedalam alat pencernaan ternak. Disini mikroba tersebut akan tumbuh, berkembang biak dan menimbulkan penyakit. Dalam infeksi seperti ini toksin juga diproduksi pada saat organismenya sudah tumbuh, tetapi gejala penyakit utama bukan dihasilkan oleh adanya senyawa toksin dalam pakan ketika dikonsumsi melainkan mikroba sendiri. Oleh sebab itu penyembuhan penyakit ini membutuhkan pengobatan yang ditunjukkan untuk menghilangkan mikroba dalam tubuh

ternak. Mikroba yang menimbulkan infeksi melalui pakan antara lain adalah *Brucella sp*, *E coli*, *Salmonella sp*, *Shigella sp*, *Streptococcus grup A* dan *Vibrio cholera*.

## **2. Manusia/Pekerja**

Pekerja baik yang menangani pakan atau yang memelihara ternak dalam suatu industri peternakan merupakan sumber kontaminasi yang penting, karena kandungan mikroba patogen pada ternak dapat menimbulkan penyakit yang ditular oleh pakan. Manusia yang sehat merupakan sumber potensial mikroba-mikroba seperti *Staphylococcus aureus*, baik koagulasi positif maupun koagulasi negatif *Salmonela*, *Clostridium perfringens* dan *Streptococci* dari kotoran atau tinja ternak itu sendiri. Stafilococci pada dasarnya banyak terdapat pada kulit, hidung, mulut dan tenggorokan serta dapat dengan mudah dipindahkan kedalam pakan. Perpindahan ini terjadi pada saat pekerja batuk atau bersin.

## **3. Serangga**

Jenis serangga(insek) antara lain adalah lalat, kecoa dan nyamuk. Kebanyakan insektisida (senyawa pembunuh serangga) juga berbahaya bagi ternak, sehingga penggunaannya juga harus berhati-hati. Penggunaan yang berlebihan dapat menimbulkan imunitas pada serangga. Penyemprotan jangan dilakukan dekat pakanatau langsung pada peralatan yang berhubungan dengan pakan. Penggunaan insektisida dalam pakan harus lah dibawah pengawasan tenaga ahli. Adapun dalam penggunaan insektisida harusnya memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- a. Dapat membunuh sebagian besar spesies serangga dengan cepat
- b. Mempunyai daya kerja residu sehingga dapat terus berfungsi untuk beberapa waktu setelah diaplikasikan
- c. Mempunyai tingkat toksisitas terhadap binatang menyusui yang rendah.

## **4. Tikus**

Tikus sering menjadi masalah dalam penyimpanan pakan terutama bahan pakan yang berasal dari hewani. Oleh sebab maka daerah dimana sering digunakan untuk menyimpan pakan haruslah dilindungi dari serangga, tikus dengan cara menutup tempat keluar

masuknya tikus, membuang semua peralatan yang tidak digunakan lagi, menghindari adanya tumpukan sampah disekitar gudang pakan dan menerapkan metode pengendalian hama tikus dengan teratur.

Pengawasan terhadap pencemaran tikus dapat juga dilakukan dengan cara menjerat dengan berbagai desain. Umumnya cara ini efektif untuk gejala investasi sangat ringan. Pengawasan secara biologis juga dapat dilakukan dengan cara inokulasi sama dengan mikroba patogen melalui suplai makanan. Resiko yang ditimbulkan besar dan penggunaannya tidak aman. Disamping itu juga dapat membahayakan terhadap pekerja dipabrik atau gudang pakan.

## **5. Tanah**

Kontaminan tanah paling sering terjadi pada produk hasil pertanian, dapat berasal dari lingkungan saat pemanenan, pemrosesan, penyimpanan dan pengepakan. Biji-bijian yang berpasir adalah contoh produk bahan pakan yang terkontaminasi oleh tanah dan pasir. Meskipun tidak berbahaya bagi kesehatan ternak, tetapi kontaminan ini dapat menyebabkan perubahan beberapa kriteria mutu, antara lain tingkat kemurnian bahan, perubahan kimia dan perubahan fisika. Semakin tinggi tingkat kontaminan tanah maka semakin tinggi pula suatu bahan pakan itu terkontaminasi. Tanah juga mengandung mineral-mineral tertentu yang dapat bereaksi dengan senyawa kimia komponen bahan pakan. Kontaminan tanah dapat merubah suatu produk bahan pertanian sebagai bahan pakan berubah warna atau menyimpang dari warna aslinya, sehingga warna produk tidak disukai ternak.

Untuk mencegah terjadinya kontaminan tanah, pengawasan yang ketat pada setiap tahap kegiatan mulai dari pemanenan sampai dengan pengemasan sangat diperlukan. Disamping itu kesadaran pekerja terhadap akibat yang tidak baik dari adanya kontaminan ini sangat dibutuhkan.

## **6. Debu Radioaktif**

Debu radioaktif berasal dari udara berasal dari udara yang terkena ledakan nuklir. Selain itu pengawetan bahan pakan dengan sistem radiasi tak terkendali juga dapat menyisakan senyawa radioaktif dalam makanan. Untuk mencegahnya, semua bahan pakan pasca panen

harus dibersihkan sebelum diolah lebih lanjut tau dikonsumsi. Pada pengawetan bahan pakan secara iradiasi dosis yang tepat harus dilakukan.

### **7. Sisa Bahan Pungutan Hasil**

Jenis kontaminan ini sangat tergantung pada jenis bahan atau produk bahan baku pakan berasal. Untuk bahan pakan nabati kontaminan yang dimaksud meliputi bagian batang ranting, daun, akar dan bagian tanaman yang bukan merupakan hasil yang diinginkan. Sementara itu kontaminan dari bahan hewani dapat berubah bulu dan bagian lain yang tidak dikehendaki. Kontaminan ini sering terjadi saat preparasi ransum sebelum diberikan pada ternak. Bulu ternak yang berterbangan dan kotoran ternak yang tidak dikumpulkan menyebabkan bahan pakan akan tercampur dengan bulu atau kotoran. Kendaan ini menyebabkan pakan mudah busuk dsan tidak disukai ternak.

### **8. Benda-benda Asing**

Benda-benda asing adalah benda yang bukan dari bagian dari bahan itu sendiri. Contoh kontaminan ini adalah serangga dalam bentuk siklus hidup (telur, ulat, kepompong dan larva), rodensia, rumput dan kontaminan dari pekerja kandang seperti kuku atau rambut.

Kontaminan ini bisa terjadi terutama pada saat preparasi bahan pakan. Pembuangan bulu yang tidak sempurna dari bahan pakan hewani, menyebabkan bulu bercampur dengan bagian yang diinginkan. Keadaan ini daopat menyebabkan pakan tdiak disukai ternak. Untuk mencegah terjadinya kontaminan ini, tahap pemanenan, pemotongan dan preparasi bahan harus dilakukan sedetil mungkin.

Senyawa kotor umumnya dapat diduga mengandung sejumlah besar mikroba( bakteri dan kapang), serta binatang-binatang kecil tidak terlihat oleh mata. Senyawa yang busuk atau terdekomposisi engandung banyak sekali bakteri kapang. Proses pembusukan mengubah sifat fisik dan kima makanan yang mungkin menyebabkan bahan-bahan kimia yang berbahaya.

Pengolahan, pengemasan atau penyimpanan pakan dibawah kondisi dimana kontaminasi dapat terjadi, juga melibatkan faktor-faktor biologis dan kimia. Kontaminasi dapat berarti racun-racun



seperti injektisida, desinfektan, rodensia, dan lain-lainnya. Hal ini berarti bahwa tikus, curut, anjing, kucing, lalat, kecoak, tumbang/kutu atau serangga lain yang kontak dengan pakan meninggalkan kotoran bulu, serangga mati, atau bagian-bagian tubuhnya dan mungkin virus-virus yang dapat menimbulkan penyakit pada ternak ruminansia yang memakannya.

### **9. Kontaminan Yang Bersifat Kimis**

Kontaminan ini dapat berbahaya bagi ternak. Bahan kimia kontaminan bersifatnya racun dan harus dihindari dari produk pakan. Bahan-bahan yang dimaksud berdasarkan pada asalnya dapat digolongkan kedalam racun alami, racun yang timbul selama proses racun yang berasal dari residu, senyawa kimia yang digunakan dilapangan, racun mikroorganisme dan sisa radioaktif.

- a. Racun Alami. Racun alami adalah racun bawaan dari tanaman atau hewan yang disintesis saat dalam pertumbuhan. Beberapa tanaman pakan mengandung racun alami, seperti asam sianida, pada karet, gosipol, pada bungkil kapas, anti tripsin pada bungkil kedelai, gulukan pada barley, phitat pada jagung dan dedak, mimosin pada lamtoro dan lainnya.
- b. Racun Yang Timbul Selama Proses. Dalam umbi ubi kayu terdapat linamarin dan lotaustralin yang merupakan glukosida sianogenik tersimpan dalam pecangka vakoula. Sementara itu dalam stiplasma terhadap linamarasae. Saat ubi kayu dikupas atau diiris substrat atau ensim akan kontak hingga terjadi reaksi enzimatik membentuk glukosa dan sianohydrin. Pada Ph NETRAL (ph 6,8 – 7,2) sianohydrin terpecah menjadi aseton dan HCN. HCN inilah yang merupakan racun yang mematikan bila temakan oleh ternak.
- c. Racun Residu Kimia. Bahan kimia yang digunakan saat pakan masih dalam tanaman atau hewan asalnya untuk tujuan pengemukan, pemupukan, vaksinasi dan lain sebagainya dapat meninggalkan residu pada hewan ternak lainnya yang memakan bahan tersebut. Contohnya residu insektisida pada saat penyimpanan pakan dan residu herbisida pada saat penyiangian hijauan. Timbulnya kontaminan ini sangat tinggi sekali dan

sangat sulit untuk menghindarinya. Untuk mengatasi hal ini perlu pencucian atau proses pengolahan sebelum diberikan kepada ternak. Bahan kimia dalam bahan pakan dapat digolongkan:

1. Bahan kimia penyusun produk pakan yang terdapat sebagai bagian alamiah dari makanan dan bukan merupakan hasil kegiatan manusia. Pada umumnya bahan kimia ini diinginkan dan modifikasi bahan pakan berkualitas tinggi tidak dibutuhkan atau diinginkan.
2. Bahan kimia yang terdapat karena kontak dan tertinggal pada pakan akibat dari beberapa kegiatan dalam produksi, pengolahan, penyimpanan, pengepakan atau persiapan. Kontaminasi peptisida. Kelompok ini mungkin tidak berbahaya, agak merusak kesehatan ternak atau mungkin beracun.
3. Bahan-bahan kimia yang ditambahkan pada pakan yang bertujuan untuk modifikasi penampakan, flavour, stabilitas, tekstur dan pengawetan. Bahan ini biasanya menghasilkan produk bermutu tinggi selain senyawa alamiah. Biasanya bahan kimia ini dibagi atas dua kelompok yaitu a) kelompok yang dinyatakan aman dan dikenal dengan GRAS (General Regarded As Safe) dan b) kelompok yang penggunaannya diatur oleh FDA.

Bahan kimia yang dibentuk dalam pakan oleh reaksi dari beberapa komponen pakan baik dengan sengaja atau tidak sengaja ditambahkan oleh pertumbuhan mikroba yang telah mengkontaminasi pakan. Bahan kimia ini dihasilkan oleh faktor-faktor biologis termasuk bahan yang kotor, busuk atau terkomposisi, bila pakan tersebut dipersiapkan, dikemas atau disimpan dalam kondisi yang tidak saniter, sehingga kontaminasi atau bila pakan tersebut seluruhnya atau sebagian merupakan bahan pakan hewani yang berpenyakit atau dari hewan yang mati diluar penyembelihan.

#### **d. Residu Peptisida.**

Seperti diketahui 60% dari ransum ternak berasal dari tanaman yang merupakan produk pertanian seperti jagung, kacang kedelai, dedak dan lain-lain. Dalam budidaya tanaman ini peptisida telah

banyak digunakan, misalnya untuk pemberantasan hama penyakit dan gulma. Pada umumnya sebagai pakan ternak produksi dari tanaman diberikan langsung tanpa ada pengolahan yang berarti seperti digunakan untuk makanan manusia yang harus dicuci dan dimasak terlebih dahulu. Dalam masa pascapanen hasil-hasil pertanian peptisida juga banyak digunakan untuk melindungi biji-bijian dari serangan serangga, tikus atau untuk mencegah pertumbuhan kapang sehingga bahan-bahan hasil pertanian tersebut dapat disimpan dalam jangka waktu yang cukup lama. Secara umum bila produk pertanian ini tidak diberi peptisida maka ia akan cepat rusak terlebih akibat tumbuhnya jamur yang dapat menghasilkan zat racun (mycotoxin). Secara umum, sumber atau pencemaran oleh peptisida ini dapat dibagi atas dua golongan sebagai berikut :

- a. Secara langsung. Dalam hal ini peptisida diaplikasikan secara langsung pada bahan pakan yang akan dikonsumsi oleh ternak. Sebagai contoh pemberian peptisida pada gudang atau tempat-tepat penyimpanan bahan pakan. Pemakaian peptisida pada saat ini dapat meninggalkan sisa-sisa pada bahan pakan tersebut yang sering disebut dengan residu peptisida (dapat didefinisikan sebagai sisa-sisa peptisida beserta hasil degradasinya yang beracun, yang terdapat pada permukaan atau dibagian dalam suatu bahan pakan). Tinggi rendahnya residu suatu peptisida tergantung dari beberapa factor antara lain 1) konsentrasi atau jumlah peptisida yang digunakan, 2) jenis peptisida yang digunakan, 3) selang waktu antara penggunaan peptisida dan pemanenan atau pengolahan 4) iklim, curah hujan, cahaya, dan suhu, 5) jenis tanaman atau hasil pertanian dan 6) cara pengolahan yang diterapkan.
- b. Secara tidak langsung. Dalam hal ini dikenal dua macam proses masuknya residu peptisida kedalam rantai pakan yaitu 1) bio-akumulasi yaitu penumpukan residu peptisida dalam suatu jasad hidup dalam jumlah yang kecil dan waktu yang cukup lama, 2) bio-magnification yaitu penumpukan residu peptisida yang diakibatkan oleh konsumsi dari jasad hidup yang lebih rendah ke jasad hidup yang lebih tinggi dalam rantai makanan. Banyaknya

factor yang mempengaruhi bio-acumulation seperti a) persistensi peptisida tersebut dilingkungan, b) daya gabung biologidnya (lipofilik), c) larutan dalam air dan 4) toksitasnya. Yang juga termasuk dalam kategori tidak langsung adalah masuknya peptisida kedalam pakan akibat kecerobohan seperti penggunaan kardus atau kaleng peptisida untuk tempat pakan atau tempat minum, meletakkan peptisida pada ruangan atau gudang yang sama dengan pakan, kesalahan dalam transportasi, dari air minum yang berasal dari daerah pertanian.

### Toksitas Peptisida.

Seperti diketahui, peptisida dibuat dan dikembangkan bukan hanya untuk membunuh hama dan penyakit tanaman, tapi juga digunakan untuk membunuh jasad renik pada saat penyimpanan. Peptisida memiliki tingkat toksitas yang berbeda, mulai dari yang kurang beracun sampai dengan yang sangat beracun. Dalam hal ini dapat dibedakan dengan istilah toksitas dan hazards. Toksitas dapat didefinisikan sebagai kemampuan dari suatu bahan kimia untuk menimbulkan pengaruh negative pada dosis-dosis tertentu dinyatakan dengan nilai LD<sub>50</sub> (Lethal Dose to 50%). Sedangkan “*hazard*” didefinisikan dalam suatu ukuran kemungkinan bahwa suatu pengaruh negative dapat dihasilkan.

Tabel 2.1. Nilai LD<sub>50</sub> (mg bahan aktif/kg Berat badan) pada tikus yang diberikan secara oral dan dermal

Oral		Dermal		Tingkat Tosisitas
Padatan	Cairan	Padatan	Cairan	
<5	<20	<10	<40	Racun sangat kuat
5-50	20-200	10-100	40-400	Racun Kuat
50-500	200-2.000	100-1.000	400-4.000	Racun Sedang
>500	>2.000	>1.000	>4.000	Racun lemah

Tabel 2.2. Nilai LD50 beberapa macam peptisida padat pada tikus dan kelinci (mg/kg)

Peptisida	LD <sub>50</sub> (tikus) (tikus)	LD <sub>50</sub> dermal (kelinci)
DDT	113	2,15
Dieldrin	46	10-102
Endosulfan	80-100	359

Dari tabel diatas Nampak bahwa suatu peptisida yang berbahaya secara oral sebelum tentu berbahaya secara termal atau sebaliknya. Pada umumnya LD50 yang terdapat pada buku acuan menyatakan toksisitas dari bahan aktifnya, sedangkan para pemakai lebih cenderung untuk mengetahui daya racun dari formulasi yang dipakai. Toksisitas dari suatu bahan residu peptisida dapat dihitung berdasarkan rumus berikut :

$$\text{Toksisitas Formulasi} = \frac{\text{LD50 dari bahan aktif} \times 100}{\% \text{ bahan aktif dalam formulasi}}$$

Selain konsentrasi bahan aktif dalam formulasi, bentuk formulasi juga mempengaruhi toksisitas suatu peptisida. Sebagai contoh, bentuk granulla atau butiran pada umumnya lebih aman dibandingkan dengan bentuk semprotan (spray) dan bentuk spray lebih aman dibandingkan dengan “aerosol”. Serbuk yang halus akan segera terhidup sehingga bahaya yang ditimbulkan juga cukup besar. Itulah sebabnya formulasi dalam bentuk serbuk pada umumnya mengandung bahan aktif dengan kadar yang cukup rendah dan pestisida yang sangat beracun paling baik digunakan adalah dalam bentuk granula.

Dalam hubungan dengan residu pestisida, dikenal dengan istilah yang disebut “exceptabele daily intake” (ADI), yaitu suatu jumlah bahan kimia yang tidak menimbulkan bahaya terhadap kesehatan apabila dikonsumsi setiap hari. Nilai ini dihitung berdasarkan data toksikologi yang telah dilakukan dengan menggunakan hewan-hewan percobaan. Sebagai factor keamanan bagi ternak yang memakannya.

Khusus yang berhubungan dengan residu pestisida dalam bahan pakan, dikenal istilah “maksimum residu limit (MRL” atau disebut juga batas “tolerans” yang oleh FAO / JMPR dan kodex komittes o

pestisida secara langsung didefinisikan sebagai : konsentrasi maksimum suatu residu pestisida yang dihasilkan dari penggunaan pestisida secara langsung pada bidang pertanian secara benar (good agricultural practice), guna menaikkan produksi dan melindungi bahan pakan. Nilai MRL ini dinyatakan dalam mg pestisida/ kg komoditi dan berbeda untuk setiap jenis pestisida dan jenis komodii. Nilai MRL pada setiap Negara berbeda untuk Negara yang belum mempunyai nilai MRL maka dipakai nilai yang ditetapkan oleh FAO berdasarkan rumus

$$\text{MRL} = \frac{\text{ADI} \times 60}{0,4} \text{ mg/kg}$$

Dimana :

ADI = Acceptable daily intake

60 = Berat badan rata-rata ternak yang mengkonsumsi

0,4 = berat rata-rata bahan pakan tiap hari

Senyawa-senyawa khlor organic mempunyai kecenderungan untuk terakumulasi dalam jaringan lemak sebagai akibat sifatnya yang mudah larut dalam lemak. Kontaminasinya adalah pakan ternak yang mengandung pestisida. Kemungkinan terdapatnya residu pestisida dalam air minum juga perlu diperhatikan. Maksudnya pestisida kedalam saluran air minum dapat berasal dari “kesengajaan misalnya air yang berasal dari air yang sudah diberi pestisida untuk memberantas” aquatic weeds”, air dari pencucian alat-alat pertanian dan akibat curah dari hujan yang membasahi daerah yang baru saja diberi pestisida. Untuk mengetahui lebih jauh mengenai masalah toksisitas, perlu diketahui cara-cara pestisida kedalam tubuh seekor ternak, sehingga akhirnya dapat menimbulkan keracunan. Pada umumnya dikenal tiga macam masuknya pestisida ke dalam tubuh yaitu :

- a. Melalui kulit (dhermal)
- b. Melalui saluran pernapasan (respiratory)
- c. Melalui mulut (makanan dan air minum)

Tingkat keracunan sendiri dapat dibedakan menjadi :

- a. “acute poisoning” : keracunan yang terjadi akibat masuknya sejumlah besar pestisida sekaligus ke dalam tubuh misalnya kesalahan pakan
- b. “sub-acute poisoning “ keracunan yang ditimbulkan oleh sejumlah kecil pestisida tapi dalam keadaan berulang-ulang
- c. “Chronic- poisoning” keracunan kronis, yaitu keracunan akibat masuknya sejumlah kecil pestisida dalam jangka waktu yang cukup lama. Masuknya pestisida ini akan mempunyai kecenderungan adanya akumulasi dalam tubuh atau pestisida terdegradasi secara lambat dalam tubuh.

### BAB 3

#### AIR BAHAN PAKAN DAN PENGAWETAN

Pada dasarnya ternak memerlukan air bersih dan sehat. Walaupun demikian ternak dapat minum air keruh yaitu yang mempunyai total solid 15.000 mg/liter (air yang baik mengandung solid, (<2500 mg/liter). Kadar garam NaCl, MgSO<sub>4</sub> dan nitrat yang berlebihan dalam air akan dapat mengurangi produksi dan kesehatan ternak. Batas maksimum kadar garam (salinity) air minum pada ternak adalah 4000 ppm. Walaupun kadar maksimum yang dianjurkan adalah 200 ppm, sedangkan kadar MgSO<sub>4</sub> maksimum adalah 250 ppm pada table berikut dapat dilihat kadar garam dalam air minum ternak.

Tabel 3.1. Keadaan Kadar Garam dalam Air Minum Ternak

Kadar garam dalam Air minum (ppm)	Sifat kualitas
0-999	Sangat baik
1.000 – 2.999	Baik, walaupun kadang-kadang ada yang sudah menyebabkan diare
3.000 – 4.999	Jelek. Menyebabkan kotoran basah, pertumbuhan terhambat dan kematian
5.000 – 6.999	Tidak boleh diberikan
>7.000	Sangat tidak baik diberikan

#### 3.1. Kandungan Air Bahan Pakan

Ada tiga kemungkinan keadaan dari pada air yaitu cair, gas dan padat. Perubahan keadaan dari padat kecair atau dari cair ke gas atau uap atau sebaliknya dipengaruhi oleh temperature dan tekanan yang diberikan terhadapnya. Titik kritis dari tiga kejadian tadi (padat, cair dan gas) terdapat pada tekanan 0,0592 atm dan suhu 0,0098<sup>0</sup>C. penurunan suhu air pada tekanan 1 atm hingga mencapai 0<sup>0</sup>C (maupun dibawahnya) keadaan menjadi padat (beku menjadi es), sedang peningkatan suhu pada tekanan 1 atm hingga mencapai 100<sup>0</sup>C telah mampu mengubah keadaan menjadi uap.



Teknologi pengawetan bahan pakan pada dasarnya adalah berada dalam dua alternative yang pertama menghambat pertumbuhan enzim dan aktifitas pertumbuhan mikroba dan yang kedua adalah menurunkan kandungan air dari bahan sehingga kurang atau tidak memberi kesempatan yang cukup untuk pertumbuhan mikroba. Cara ini dilakukan dengan pengeringan/penguapan air yang ada didalam maupun dipermukaan bahan pakan sehingga mencapai kondisi tertentu dengan bahannya. Pada umumnya kadar air maksimum untuk pengawetan adalah 15%. Kandungan air bahan pakan dicari dengan mencari ratio antara bobot bahan, yaitu setelah bahan dikeringkan sampaitidak ada lagi pengurang berat dari bobot bahan sebelum dikeringkan dan diformulasikan :

$$K_{air} = G_a/G_b \times 100\%$$

Dimana :

$G_a$  = bobot air sebelum bahan dikeringkan

$G_b$  = bobot bahan setelah dikeringkan

### **3.2. Keseimbangan Kandungan Air dan Pengeringannya**

Bila sejenis bahan basah dikeringkan, berarti terjadi penguapan air dari bahan itu lewati permukaannya. Penguapan air tehenti bila tingkat kebasahan permukaan “sama” dengan tingkat kebasahan udara sekelilingnya. kedalam Tidak ada lagi sejumlah energy yang bias berpindah dari luar kedalam atau sebaliknya. Namun telah dikeringkan gabah/ bahan hingga mencapai kadar air yang minimum, kadari airnya pun akhirnya bisa meningkat lagi bila kontak dengan media/udara yang kebasahannya tinggi menjadi seimbang. Keadaan ini disebut kadar air keseimbangan.

Pengeringan pada dasarnya adalah proses pemindahan atau pengeluaran kandungan air bahan hingga mencapai kandungan tertentu agar kecepatan kerusakan bahan dapat diperlambat. Beberapa kendala yang berpengaruh diantaranya ialah suhu dan kelembapan udara lingkungan, kecepatan aliran udara, pengering besarnya prosentasi kandungan air yang ingin dijangkau, power pengering, efisiensi mesin pengering dan kapasitas pengeringannya.

Pengeringan yang terlampau cepat dapat merusak bahan oleh karena bahan terlalu cepat kering sehingga bisa diimbangi dengan kecepatan gerakan air bahan menuju permukaan. Kerena menyebabkan pengerasan pada permukaan bahan, selanjutnya air dalam bahantidak dapat lagi menguap karena terhambat. Disamping itu operasional pengeringan dengan suhu tinggi dapat merusak kemampuan kimiawi sehingga bahan tersebut tidak layak lagi digunakan sebagai bahan pakan.

### **3.3. Dasar dan macam pengawetan Bahan Pakan**

Pada dasarnya kerusakan bahan berarti pula kemenangan mikroorganisme. Untuk keperluan hidup setara berkembang baiknya mikroorganisme memerlukan zat organik seperti NA, K, Ca, Mg, Fe, S, P, Mm, dan Mo. dan untuk menyusun protoplasma mikroorganisme juga memerlukan unsur C, H, O, dan N yang diperoleh senyawa organik karbohidrat, protein, lemak dan lainnya.

Mikroorganisme juga memerlukan zat tambahan untuk hidupnya seperti vitamin B-komplek, Asam amino, Asam Lemak, hematin, sel-sel darah merah, urin, pirinidin, nukleotida dan asam lemak cuka. Zat pengaktif mikroorganisme (enzim ) dipengaruhi oleh pH, konsentrasi, substrat, radiasi, oksigen, dan air.

Secara umum lingkungan berpengaruh terhadap mikroorganisme. Diantara lingkungan yang berpengaruh tersebut adalah : suhu, kelembapan, tekanan osmotic media, radiasi matahari, dan tingkat kerusakan bahan.

#### **1. Macam-macam kerusakan**

Berbagai kerusakan bahan pakan yang terjadi selama penyimpanan dapat disebabkan oleh jamur, insekta, tikus dan juga karena adanya proses biologis dan kimia.

- a. Jamur. Spesies jamur yang cukup dikenal sebagai jamur perusak bahan pakan adalah fusarium, aspergillus dan penicilium. Jamur ini selain menyebabkan kerusakan fisik seperti menimbulkan bau apek dan menyebabkan warna pakan berubah juga dapat menyebabkan warna pakan berubah, juga dapat menyebabkan pencemaran secara kimiawi karena dapat

membentuk mikotoksin yang bersifat merusak jaringan hati dan organ tubuh lainnya. Salah satu mikotoksin yang cukup dikenal dan dihasilkan oleh *Aspergillus* adalah alfatoksin yang dapat menyebabkan penyakit aspergillosis pada ternak, mengingat syarat tumbuh dari jamur memerlukan kelembapan yang tinggi, makan untuk menghindari jamur pada bahan pakan yang disimpan diusahakan sekering mungkin dan usahan gudang jangan terlalu lembab

- b. Tikus. Dalam penyimpanan, tikus merupakan hewan yang bukan saja memakan pakan tetapi juga suka membuat lubang-lubang pada kantong pakan. Dengan adanya kebocoran tersebut akan mampu memacu perkembangan agen perusak lainnya terutama serangga. Disamping itu mengingat tingkah laku tikus yang suka berpindah-pindah hewan ini akan menjadi agen penyebar jamur dalam gudang, bahkan sumber penyakit lainnya. Untuk mencegah tikus, gudang dibuat cukup teranf. Untuk memberantas tikus juga digunakan rodentisida, tetapi penggunaannya harus hati-hati agar tidak mencemari bahan pakan.
- c. Serangga. Kasus kerusakan bahan pakan oleh serangga lebih sering terjadi, sebagai akibatnya akan terjadi kekeroposan bahan pakan, hancurnya bahan pakan dan berkurangnya nilai gizi pakan. Serangga perusak pakan dapat berupa ngengat, penggerek maupun kumbang. Selain menyebabkan kerusakan fisik, karena sifatnya yang suka berimigrasi serangga akan dapat memindahkan spora jamur perusakan bahan pakan. Untuk mencegah serangga, sebaiknya gudang selalu terjaga kebersihannya dan menghindari adanya bahan-bahan yang rusak dalam gudang. Cara yang cukup efektif untuk mencegah serangga adalah dengan melakukan fungisida misalnya, dengan pospin pada dosis 2-5 tablet per ton bahan pakan.
- d. Oksidasi. Dalam penyimpanan bahan pakan berkadar lemak tinggi misalnya tepung ikan, bekatul dan bungkil kedelai sering terjadi proses oksidasi yang menyebabkan ketengikan bahan pakan. Proses oksidasi tersebut akan lebih aktif dengan

tingginya temperature dan kelembapan dalam gudang. Dengan adanya proses oksidasi tersebut akan menyebabkan bau tengik sehingga palatabilitas bahan pakan tersebut akan menjadi menurun, disamping itu akan terjadi kerusakan beberapa vitamin seperti vitamin E. Untuk menghindari proses oksidasi dapat digunakan antioksidan dan penyimpanan bahan pakan berkadar lemak tinggi. Antioksidan yang digunakan etoxyquin maupun vitamin E.

## **2. Cara-cara pengolahan dan penyimpanan bahan pakan**

Setelah bahan pakan dipanen dari lapangan tetapi sebelum dimakan atau diberikan pada ternak, bahan tersebut diangkut, diolah dan disimpan dalam keadaan yang beragam. Alat-alat dan cara yang digunakan untuk memotong, mengangkut dan menyimpan pakan, disamping teknik pengolahan dan menyiapkan makanan lain yang digunakan, akan berpengaruh pada nilai gizi yang terakhir. Selama waktu prosedur pengolahan pakan yang kompleks itu kebudayaan setempat, kebijakan pemerintah dan kekuatan ekonomi masing-masing melakukan perannya yang penting dalam menentukan beberapa besarnya nilai yang diperoleh pakan tersebut.

Nilai gizi suatu bahan pakan dipengaruhi oleh tiap perlakuan yang diterima mulai saat ia dipanen atau pemotongan sampai saat ini dikonsumsi. Ini tidak hanya meliputi cara-cara pengolahan tetapi juga cara penyimpanan pakan itu. Cara-cara pengolahan pakan yang digunakan sering kali merubah potensi simpannya. Beberapa cara pengolahan pakan dapat mengakibatkan pemborosan dan penggunaan pangan yang tidak efisien.

- a. Perontokan. Selama perontokan bahan pakan seperti jagung akan dapat menyebabkan kehilangan sejumlah hasil. Mesin-mesin perontok telah diperkenalkan ke banyak daerah tetapi dalam pelaksanaannya sering kali terhambat karena musim hujan dan kurangnya suku cadang pada saat diperlukan. Mesin perontok itu juga mahal. Akan tetapi mereka memberi harapan untuk mencapai efisiensi yang lebih tinggi per panennya. Menurut penelitian besarnya kehilangan selama perontokan dengan tangan tiga kali lebih besar dibandingkan perontokan dengan mesin.

- b. Pengilingan dan penumbukan. Meskipun berbagai teknik pengilingan dan penumbukan bahan pangan hanya sedikit pengaruhnya pada kandungan zat gizi beberapa macam pakan, namun teknik tersebut berpengaruh pada nilai pakan sereal. Karena sereal merupakan susunan bahan pakan yang lebih banyak digunakan terutama untuk pakan ternak. Dalam keadaan alami sebelum digiling, kebanyakan biji-bijian mempunyai struktur dan nilai gizi yang sebanding.
- c. Fermentasi. Kadang-kadang bahan pakan difermentasikan sebelum digunakan sebagai bahan pakan ternak. Hal ini sering dilakukan pada bahan pakan yang nilai gizi dan kecernaanya rendah dan mengandung zat antinutrisi.
- d. Pengeringan. Kegiatan bakteri membusukan kelembapan. Jadi pengeringan pakan sangat berguna untuk membuktikan kegiatan mikroorganisme. Selama pengeringan bahan pakan yang telah dikeringkan akan mengalami perubahan beberapa zat nutrisi. Sebagai contoh ikan yang dikeringkan kandungan proteinnya akan lebih baik dibandingkan dengan ikan yang masih basah. Namun yang harus diperhatikan adalah ada beberapa vitamin terutama vitamin yang larut dalam air akan berkurang.
- e. Perlakuan kimia. Perlakuan kimia untuk meningkatkan nilai gizi bahan pakan sangat sering dilakukan terutama terhadap bahan-bahan yang mengandung sialin dan zat antinutrisi, namun ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam mengelola bahan pakan secara kimia ini beberapa diantaranya adalah :  
Perlakuan dengan menggunakan larutan alkalis akan dapat menurunkan nilai gizi protein. Hal ini diakibatkan karena terjadinya distruksi dan recemasi beberapa asam amino sehingga mengakibatkan menurunkan bioavailabilitas asam amino tersebut.

### **3. Pertimbangan Biologis, kimiawi dan fisik alam penyimpanan pakan.**

Tiap cara penyimpanan bahan pakan atau ransum yang efektif harus mencegah penurunan mutu bahan itu. Pakan yang tidak diproses merupakan sesuatu yang hidup dalam artinya bisa bernapas, mengeluarkan panas, lembab dan karboondioksida. Pernapasan

mengeluarkan karbondioksida dan hal ini akan menaikkan kelembapan karena adanya peningkatan kandungan air diudara, disamping menaikkan suhu bahan yang disimpan. Akibat dari semua ini kecepatan pernapasan akan meningkat. Pada saat dipanen terutama bahan pakan yang berasal dari tanaman mengandung kadar air sekitar 30%. Jika bahan itu akan disimpan dalam jangka waktu yang agak lama, maka kandungan airnya harus diturunkan menjadi 13-16%. Kalau tidak bahan tersebut akan membusuk dan mutu bahan akan menurun tajam. Bahan akan kehilangan warna terserang lapuk dan mutu merosot karena terfermentasi dan panas. Apabila bahan dikeringakan dengan baik dan disimpan secara efektif tingkat pernapasannya cukup rendah sehingga masalah-masalah yang timbul seperti diterangkan diatas dapat dihindari. Jika bahan tidak cukup kering maka bahan tersebut akan mudah ditumbuhi jamur atau sendawan. Jika hal ini terjadi maka kemerosotan mutu bahan akan terus terjadi selama penyimpanan. Untuk itu variabel-variabel berikut merupakan hal penting yang harus dipertimbangkan selama penyimpanan suatu bahan :

- a. Sifat-sifat fisik, kimiawi dan biologis dari bahan atau ransum
- b. Kemungkinan kerusakan karena mikroorganisme, serangga, kutu-kutu, prodensia, burung dan binatang lain
- c. Struktur gudang tempat penyimpanan.
- d. Kelembapan, suhu, aliran udara dalam ruang penyimpanan.
- e. Letak geografis gudang

#### **4. Pengemasan Bahan Pakan**

Bagaimana produk bisa sampai ke pemakai atau konsumen dalam arti yang menarik. Perhatian mulai dari bentuk, aroma, rasa dan harga maka diperlukan usaha antisipasi kemungkinan-kemungkinan kerusakan baik itu kerusakan fisik maupun kimia yang disebabkan oleh mikroba, serangga, maupun binatang penggerek. Oleh karena itu sebagai dasar pemikiran dari teknologi pengemasan adalah produk-produk tersebut dari mesin sampai konsumen sampai bisa bebas dari kerusakan. Maka produk yang dihasilkan perlu dihindari dari:

- a. Kontaminasi dengan angin atau udara bebas dan air, sebab udara selain kadar airnya bisa cukup tinggi dan bisa memindahkan

mikroba dan sedangkan kandungan air yang tinggia akan mempercepat pertumbuhan mikroba.

- b. Ikut campur tangannya insekta/ serangga karena disamping pada tubuhnya terdapat bakteri atau jamur yang bisa memindahkan penyakit, serangga juga akan memakan bahan yang kita simpan.
- c. Bahan-bahan luar dalam bentuk mekanis maupun panas, karena bisa menghancurkan bahan, rusaknya bahan terutama keran panas akan dapat merubah nilai gizi pakan.
- d. Asam-asam keras setara garam-garam racun karena selain bisa meracuni ternak, pada batas-bats tertentu ia akan dapat memacu pertumbuhan mikroba.

### **Bahan Kemasan**

Bahan kemasan pada dasarnya adalah untuk mengantisipasi tumuhnya mikroba atau organisme perusak pada produk pakan. Oleh karena tuntutan biaya (biaya kemasan ataupun kemasannya sendiri) maka ukuran tebal atau tipisnya bahan kemasan menjadi kendala yang meski harus diperhitungkan agra jatuhnya dipasar tidak terlampau tinggi walaupun dengan maksud yang sama. Karena teknik dan bahan kemasan yang dipilih harus benar-benar sesuai sekaligus optimal (secara teknik efektif dan secara ekonomis masih efisien) dengan bahan-bahan kemasan yang disajikan ke konsumen. Untuk itu bahan kemasan bahan pakan seharusnya mempunyai sifat-sifat sebagai berikut :

- a. Mempunyai kemampuan penghantaran serta penyerapan/penerusan panas atau listrik yang rendah (diideliasasikan = nol)
- b. Mampu menangkal keluar masuknya uap air maupun udara = berarti harus rapat dan tidak bocor
- c. Mempunyai kemampuan mengembalikan sinar yang dating dari luar
- d. Mampu menangkal beban-beban mekanis oleh karena getaran mesin maupun manusia)

### **Teknik Pengemasan**

Bahan/produk/hasil dan bahan kemasan dengan teknik kemasan tidak dapat dipisahkan karena untuk mencari bahan kemasan yang

maksimal harus disesuaikan dengan produk atau hasil kemasan, begitu juga dengan teknik kemasan harus disesuaikan dengan bahan kemasan dan produk yang akan dikemas.

Keadaan maksimum dapat dicapai dalam pengemasan adalah keadaan optimalnya, sebab bahan yang bisa memantulkan kembali sinar yang datang tidak berarti kemampuan penghantaran panas/listriknnya nol, karena adanya suhu atmosfer (udara luar) betapapun akhirnya bisa menerobos masuk hingga ke produk dalam kemasan.

Teknik penyambungan/pengikatan dilakukan dengan las tahanan (jenis las proyeksi). Karenanya juga bahan/produk kemasan akhirnya bisa menjadi rusak dan kurang aman untuk dikonsumsi ternak. Oleh karena itu produk kemasan harus bisa dijamin hingga kapan masa pakainya (masa berlaku). Untuk mengatur kerusakan bahan pakan selama penyimpanan, yang terutama adalah mengusahakan agar kadar air bahan pakan yang disimpan diusahakan serendah mungkin. Hal ini disebabkan karena semua proses kehidupan sangat tergantung dari air. Cara menurunkan kadar air dapat dilakukan dengan proses penjemuran ataupun dengan meniupkan udara panas terhadap produk. Secara umum batas kadar air yang dinilai aman untuk penyimpanan bahan pakan sekitar 13-14%. Jenis kadar air terlalu tinggi akan dapat memacu perkembangan agen-agen perusak dalam gudang dan berikut menunjukkan hubungan antara kadar air dengan macam aktivitas agen perusak pada bahan pakan.

Disamping kadar air dan bahan pakan yang disimpan, juga perlu diperhatikan kelembaban udara kurang dari 70%. Selama proses penyimpanan temperatur gudang harus merata, hal ini untuk mencegah agar tidak terjadi akumulasi air pada daerah yang dingin, sehingga dapat memacu perkembangan agen-agen perusak. Untuk menghindari/mencegah agen-agen diatas juga perlu diperhatikan hal-hal berikut:

- a. Tempat penyimpanan bahan pakan, sebaiknya terisolasi untuk menjaga keamanan dan menghindari kerusakan oleh serangga dan tikus.



- b. Gunakan sistem “First in-first out” yaitu masukkan bahan pakan sekali dalam gudang dan bersihkan gudang sebelum penyimpanan dilakukan.
- c. Hindari adanya kebocoran pakan dalam gudang dan jika terjadi kebocoran segera keluarkan dari gudang.

## **5. Penyimpanan**

Secara umum diketahui bahwa pakan tidak langsung diberikan pada ternak, namun sering mengalami penundaan pemakaian dan untuk ini pakan disimpan dalam jangka waktu tertentu. Hal ini antara lain disebabkan beberapa bahan pakan seperti jagung, dedak, maupun kedelai akan tersedia dalam jumlah banyak pada waktu musim panen dan persediaan akan sangat minim pada saat musim panceklik yang berakibat sulit untuk memperoleh bahan pakan tersebut.

Penyimpanan merupakan salah satu bentuk tindakan pengamanan yang selalu terkait dengan faktor waktu, dengan tujuan untuk menjaga dan mempertahankan mutu dari komoditif yang disimpan dengan cara menghindari, mengurangi ataupun menghilangkan beberapa faktor yang dapat mengurangi kualitas maupun kuantitas barang. Tujuan penyimpanan yaitu memelihara dan mempertahankan kondisi dan mutu bahan pakan yang disimpan, untuk melindungi bahan makanan dan perubahan suhu, kelembaban, oksigen dan cahaya.

Kerusakan oleh mikroorganisme, serangga dan tikus, sebagai cadangan bahan pakan serta menyelamatkan sisa pakan/bahan pakan yang tidak dihabiskan.

Beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas bahan pakan selama penyimpanan adalah :

- a. Bahan baku pakan. Meliputi pemeliharaan tanaman sebelum panen, waktu panen, pengelolaan pasca panen, dan kadar air. Sebagai contoh daya simpan jagung dipengaruhi oleh proses bahan tersebut sebelum disimpan seperti tingkat kadar air, kemasan biji, kotoran dan kerusakan. Lama penyimpanan setiap jenis bahan makanan ternak berbeda-beda tergantung dari kandungan kadar air bahan. Bahan pakan berkadar air rendah lebih tahan disimpan dibandingkan dengan bahan pakan berkadar air tinggi. Kenaikan

kadar air biji menyebabkan tingkat respirasi biji lebih tinggi, sehingga panas dan kelembaban isi kemasan naik. Akibatnya laju kerusakan biji akan bertambah. Kadar air merupakan factor yang paling dominan. Bila kadar air rendah (<10%) maka bahan dapat bertahan hingga beberapa tahun dengan hanya mengalami sedikit kerusakan. Sebaliknya bila kadar air relatif tinggi (>14%) akan menurunkan daya simpan. Pada biji-bijian yang disimpan dengan kadar air 17-18% pada temperatur 22°C akan kehilangan beratnya sebesar 30% selama waktu 3 minggu. Sedangkan bila disimpan dengan kadar air dibawah 12% maka kehilangan beratnya amatlah kecil. Sebagai gambaran hubungan antara kadar air dan lama penyimpanan dari beberapa bahan pakan dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2. Hubungan Antara Kadar Air dan Lama Penyimpanan

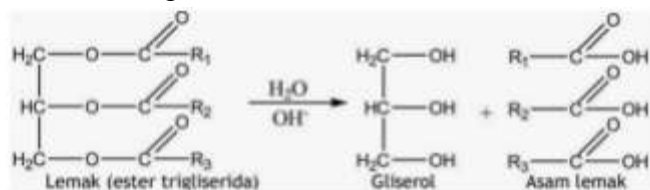
Produk	Kadar Air Maksimum (%)	
	Penyimpanan 1 tahun	Penyimpanan 5 tahun
Jagung	13	11
Gandum	13-14	11-12
Dedak	13	11
Onggok	13	11
Kedelai	12	10

- b. Bahan baku konsentrat. Yang sering mengalami perubahan utamanya adalah yang berasal dari biji-bijian. Bijian yang berasal dari famili gramineae (rumput-rumputan) atau sering disebut juga dengan serealialia pada umumnya kaya akan karbohidrat, kandungan protein 8-13% dan serat kurang dari 18% sehingga merupakan bahan sebagai sumber energi utama bagi ternak. Contohnya adalah padi, jagung, dedak. Selain itu bahan pakan yang berasal dari famili legume (kacang-kacangan). Bijian mengandung protein yang lebih dari 20%, serat kasar kurang dari 18%. Contohnya adalah kacang kedelai. Selama penyimpanan, bahan baku pakan akan mengalami perubahan fisik, kimiawi, enzimatik maupun biologis.

Kerusakan kimiawi meliputi kerusakan bahan pakan akibat reaksi kimia ataupun reaksi pengoksidan non enzimatik dan asam

nukleat. Terjadinya kerusakan ini umumnya akibat suhu yang tinggi ataupun karena pengeringan seponan. Perubahan tersebut yaitu :

- a. Perubahan karbohidrat. Selama penyimoaran karbohidrat akan mengalami hidrolisa untuk membentuk air, sehingga bahan pakan akan terlihat lembab dan keadaan ini akan merupakan media yang baik bagi jamur sehingga makanan sering terlihat menggumpal.
- b. Protein. Pada umumnya kadar protein kasar bahan pakan relatif konstan selma penyimpanan agar terjadi kerusakan protein. Keadaan ini dapat terdektesi secara nyata selama proses penyimpanan dengan timbulnya bau amis atau busuk keadaan ini akan dipercepat pada kondisi keadaan air pakan yang tinggi.
- c. Lemak. Kerusakan lipida atau lemak dapat terjadi karena adanya proses hidrolisis dan oksidasi. Hidrolisis lemak terjadi apabila air beraksi dengan trigliserida membentuk g;isero;, mono dan digliserida serta asam lemak bebas. Reaksi yang terjadi dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 3.1. Reaksi hidrolisa lemak.

Asam lemak yang diperoleh dari reaksi hidrolisa lemak tidak bergabung dengan gliserol. Hidrolisa lemak juga dapat disebabkan oleh aktivitas enzim lipase yang dihasilkan oleh beberapa jenis jamur, khamir dan bakteri. Pada saat penyimpanan dengan kondisi temperatur dan kadar air yang tinggi, aktivitas enzim lipase dalam hidrolisis lemak akan mengikat. Aktivitas hidrolisis lemak tertinggi terjadi pada temperatur 25°C. Enzim lyoxygenase merupakan enzim yang paling bertanggung jawab terhadap terjadinya hidrolisis lemak pada bahan pakan, oleh sebab itu enzim ini sering disebut dengan inisiator pada peroksidan dan propogator pada reaksi tersebut.

Lemak hewan dan nabati yang masih berada didalam jaringan biasanya mengandung enzim-enzim yang dapat menghidrolisis lemak. Semua enzim ini termasuk dalam golongan enzim lipase. Dalam

organisme hidup enzim pada umumnya berada dalam bentuk zimogen in active, sehingga lemak yang terdapat dalam jaringan lemak tetap bersifat netral dan masih utuh.

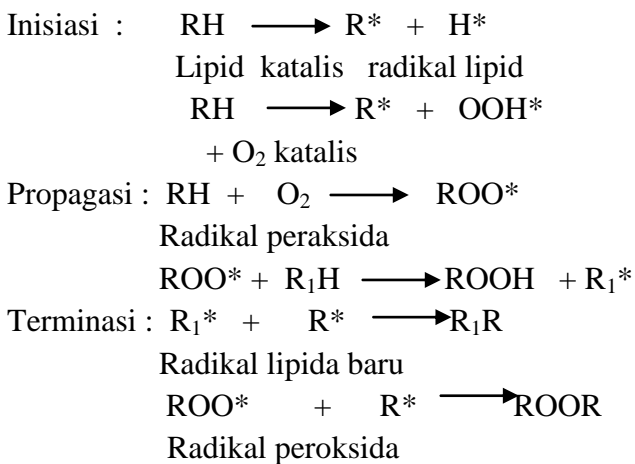
Oksidasi atau sering juga disebut ketengikan disebabkan oleh reaksi autooksidasi pada lemak dan minyak. Kerusakan oksidasi lemak pada bahan pakan karena oksidasi ini dapat terjadi selama pengolahan maupun penyimpanan. Oksidasi dapat menurunkan mutu nutrisi pakan, menghasilkan flavor dan odor yang tidak diinginkan. Ada beberapa faktor yang dapat menyebabkan ketengikan di antaranya adalah cahaya, suhu, enzim, besi, metal protein, dan mikroorganisme. Secara umum penyebab ketengikan dapat dibagi atas :

1. Absorpsi bau oleh lemak
2. Aksi oleh enzim dalam jaringan makanan yang mengandung lemak
3. Aksi mikroba yang terdapat dalam pakan
4. Oksidasi oleh oksigen yang terdapat di udara atau kombinasi dari dua atau lebih faktor.

Secara umum autooksidasi lemak dapat berjalan dalam dua tahap. Tahap pertama disebut dengan periode induksi. Induksi ini berlangsung beberapa waktu sampai pada titik tertentu dimana reaksi memasuki tahap kedua beberapa kali lebih cepat dari laju reaksi tahap pertama. Umumnya lemak dan minyak mulai terasa tengik pada awal tahap kedua. Asam lemak yang memiliki ikatan rangkap lebih banyak akan bereaksi lebih cepat dibandingkan dengan lemak yang berikatan rangkap lebih sedikit sehingga periode induksinya lebih sedikit.

Mekanisme oksidasi lipid tidak jenuh diawali dengan tahap inisiasi yaitu terbentuknya radikal bebas ( $R^*$ ) bila lipid kontak dengan panas, cahaya, ion metal, dan oksigen. Reaksi ini terjadi pada group metilen yang berdekatan dengan ikatan rangkap  $-----C = = ---$  dengan bantuan sumber energi eksternal seperti panas, cahaya atau energi tinggi dari radiasi, inisiasi kimia dengan terlarutnya ion logam atau metal protein. Tahap selanjutnya hasil tahap propagasi dimana autooksidasi berawal ketika radikal lipid ( $R^*$ ) hasil tahapan inisiasi bertemu dengan oksigen membentuk radikal peroksida ( $ROO^*$ ). Reaksi oksigenasi ini terjadi sangat cepat dengan energi aktivasi hampir nol sehingga konsentrasi  $ROO^*$  yang terbentuk jauh lebih

besar dari konsentrasi  $R^*$  dalam sistem makanan dimana oksigen berada. Radikal peroksida yang terbentuk akan mengekstrak ion hidrogen dari molekul lipida yang lain ( $R_1H$ ) membentuk hidroperoksida ( $ROOH$ ) dan molekul radikal lipida baru ( $R_1^*$ ). Selanjutnya reaksi autooksidasi ini akan berulang sehingga merupakan reaksi berantai. Tahap terakhir oksidasi lipida adalah terminasi, dimana hidroperoksida yang sangat tidak stabil terpecah menjadi senyawa organik berantai pendek seperti aldehid, keton, alkohol dan asam. Secara skematis oksidasi lipida dapat gambar 3.2



Gambar 3.2. Mekanisme reaksi oksidasi lipida (hamilton, 1983)

Faktor-faktor yang berperan dalam oksidasi lipida adalah :

1. Panas, setiap peningkatan suhu  $10^\circ C$  laju kecepatan meningkat dua kali
2. Cahaya, terutama ultraviolet yang merupakan inisiator dan katalisator yang kuat
3. Logam berat, logam terlarut seperti Fe dan Cu yang merupakan katalisator kuat meski dalam jumlah kecil
4. Alkali, dalam kondisi basa ion alkali merangsang aktivitas radikal bebas
5. Tingkat kejenuhan, jumlah dan posisi ikatan rangkap pada molekul lipida berhubungan langsung dengan kerentan

terhadap oksidasi, sebagai contoh asam linolenat lebih rentan dibandingkan dengan asam oleat

6. Ketersediaan oksigen,
  7. Cahaya dan panas, reaksi oksidasi akan lebih dipercepat lagi dengan adanya cahaya dan panas
- d.** Mineral. Umumnya tidak terdapat perubahan kadar mineral, bahkan kadar mineral relatif meningkat dengan berkurangnya kadar nutrien yang lain. Penyimpanan akan meningkatkan kadar fosfor. Pada biji-bijian, kandungan asam phitat yang biasa mengganggu pencernaan selama penyimpanan akan berubah jadi inositol dan air. Inositol merupakan sumber energi yang baik dan dapat mencegah terbentuknya lemak dalam tubuh lemak
- e.** Vitamin. Kadar karotin biasanya menurun selama penyimpanan sehingga aktivitas vitamin A berkurang kehilangan karoten pada jagung kuning dapat mencapai 50% selama penyimpanan 4 hari. Riboflavin, piridoksin dan asam askorbat dapat dirusak oleh cahaya, sehingga bahan-bahan yang mengandung vitamin ini harus disimpan di tempat yang gelap atau terhindar dari sinar matahari langsung. Thiamin ( vitamin B1) sedikit mengalami perubahan selama penyimpanan yang lama pada kondisi yang baik. gandum dengan kadar air 17% akan kehilangan 30% thiaminase selama penyimpanan 50 bulan. Vitamin ADEK akan menurun karena vitamin-vitamin ini tidak stabil selama penyimpanan.

**Kerusakan dan Perubahan Fisik.** Kerusakan fisik mekanik terjadi akibat biji-bijian tidak ditangani secara hati-hati pada waktu panen, transportasi, pengolahan dan penyimpanan, suhu dan kelembaban udara. Perubahan-perubahan yang sering diamati di lokasi penyimpanan atau gudang adalah terjadinya perubahan fisik, hal ini dikarenakan perubahan fisik dapat diketahui dengan relatif mudah jika dibandingkan dengan perubahan kimiawi. Setiap perubahan yang terjadi selama penyimpanan umumnya berpengaruh terhadap penurunan kualitas bahan baku pakan/konsentrat yang disimpan terjadi karena serangan insekta dan rodensia (tikus).

Kerusakan enzimatik terjadi akibat kerja beberapa enzim, seperti protease, amilase, dan lipase. Serangga juga memiliki potensi menyebabkan kerusakan biologis bahan pakan dalam penyimpanan terutama adalah kumbang.

## **BAB 4**

### **ANTINUTRISI BAHAN PAKAN**

Program penganekaragaman bahan pakan hampir selalu menimbulkan akibat-akibat yang tidak diharapkan yang memerlukan penyesuaian kultural. Cara yang berbeda yang digunakan oleh peternak untuk berperan serta dalam dalam segi pengelolaan dan pelaksanaan usaha ternak, sering sekali berubah. Dalam berbagai hal, dibutuhkan lebih banyak pekerjaan atau sebaliknya. Beberapa efek sampingan yang negatif dari program penganekaragaman pangan bisa terjadi. Misalnya produksi ikan yang cukup tinggi disuatu daerah dapat digunakan untuk mengurangi biaya pakan sehingga dapat meningkatkan penghasilan peternak. Namun harus diingat penggunaan ikan mentah dapat mengganggu pertumbuhan ternak, karena pada ikan terdapat zat antinutrisi yang disebut dengan antihistamin, dan tetraodontiformes (pada ikan kembung), cabezon atau marbled sculpin (ikan laut) untuk itu sebelum digunakan ikan tadi harus diolah lebih dahulu dan ini memerlukan waktu dan keterampilan khusus, bahkan kadang-kadang biaya produksinya lebih tinggi dan mutu yang dihasilkan juga belum tentu sebaik yang dikandung oleh tepung ikan yang sudah beredar dipasaran. Dan dilain pihak ketersediaan bahan baku ikan mungkin tidak kontiniu ikan hanya banyak pada musim-musim tertentu. Kalau hal ini terjadi maka ternak akan mengalami perubahan pakan setiap saat,Ini akan mengganggu produksi ternak tersebut terlebih pada ternak ternak, karena ternak ini sangat sensitif sekali dalam perubahan pakan.

Protein dalam pakan diperlukan oleh tubuh seekor ternak untuk berbagai macam keperluan, termasuk penggantian protein yang hilang karena proses metabolisme, serta pembentukan dan pembesaran jaringan baru selama proses pertumbuhan, kehamilan, menyusui dan penyembuhan dari sakit. Secara umum telah diterima bahwa konsentrasi relatif asam-asam amino esensial adalah faktor utama yang menentukan nilai gizi suatu protein. Umumnya protein hewani mengandung asam amino esensial dalam jumlah yang lebih banyak dibandingkan dengan bahan asal nabati. Kekurangan satu atau lebih



asam amino akan dapat berakibat pada terganggunya pertumbuhan hewan bahkan dapat menimbulkan kematian yang tiba-tiba. Pada umumnya sumber protein dari bahan nabati berasal dari jenis kacang-kacangan, namun dalam penggunaan kacang-kacangan dan biji-bijian harus diperhatikan dalam pemakaian bahan, karena bahan ini masih banyak terdapat faktor antinutrisi yang dapat menghambat proses pencernaan dan metabolisme makanan.

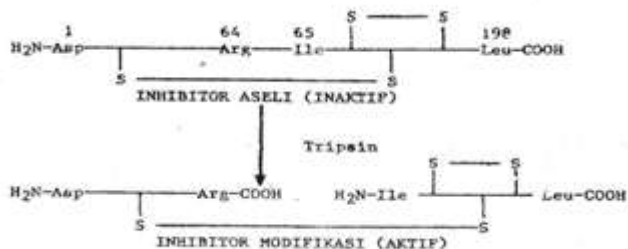
#### **4.1. Anti-tripsin**

Senyawa ini mempunyai kemampuan menghambat aktivitas proteolitik beberapa enzim dalam bahan pakan terutama kacang-kacangan seperti kacang kedelai. Senyawa ini mempunyai berat molekul sekitar 4.000-80.000. Pada saat ini telah diketahui sedikitnya lima macam inhibitor protease dalam kacang kedelai sebagai berikut:

- 1) Inhibitor Kunitz. Senyawa merupakan suatu rantai polipeptida tunggal yang disusun oleh sekitar 200 asam amino, berat molekul 21.000, mudah terdenaturasi oleh panas, asam atau alkali, urea 9N, serta kondisi yang dapat memecah ikatan disulfida. Pada pH rendah inhibitor ini dapat dihidrolisa secara lambat oleh enzim pepsin
- 2) Inhibitor Bouman. Senyawa ini larut dalam aseton, alkohol, asam trikloroasetat dan amonium sulfat
- 3) Inhibitor Bouman-Birk. Tidak larut dalam aseton, daya penghambat terhadap enzim tripsin lebih kuat dan 13 kali lebih kuat terhadap enzim kimotripsin dibanding inhibitor lainnya. Tidak terpengaruh oleh perlakuan panas, asam, alkali, enzim pepsin dan papain.
- 4) Inhibitor 1,9 S Mengandung banyak asam amino sistein dan mempunyai kemampuan untuk menghambat aktivitas enzim kimotripsin
- 5) SBTI-A1, SBTI-B1, SBTI-B2.

Mekanisme penghambatan aktivitas enzim proteolitik (tripsin dan kimotripsin) oleh inhibitor protease terjadi karena terbentuknya ikatan kompleks antara dua senyawa tersebut (interaksi protein-protein). Langkah pertama dalam interaksi tersebut menyangkut

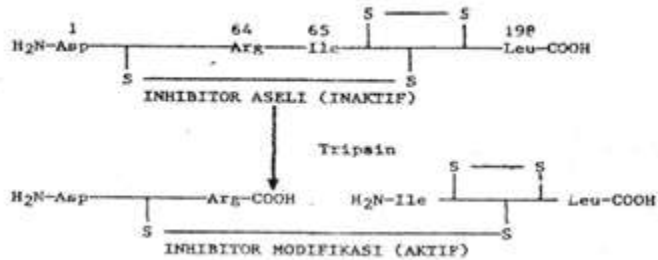
pemutusan ikatan antara arginin dan isoleusin pada inhibitor yang terdapat diantara ikatan disulfida oleh enzim tripsin, untuk membentuk suatu inhibitor modifikasi. Hal ini diikuti oleh pembentukan ikatan antara gugus hidroksil dari serin yang terdapat pada sisi aktif enzim tripsin dengan gugus karbonin dari arginin pada inhibitor modifikasi yang baru saja dibebaskan. Seperti terlihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1. Reaksi Transpormasi inhibitor asli menjadi inhibitor modifikasi

Faktor yang menentukan daya hambat dari inhibitor tripsin adalah konsentrasinya yang berbanding lurus dengan daya hambatnya. Pada umumnya “molar binding ratio” nya adalah 1:1

**Pengaruh Fisiologis.** Tepung kedelai mentah yang telah dihilangkan lemaknya akan menghambat pertumbuhan ternak, menurunkan absorpsi energi dan lemak, mengurangi daya cerna protein, menyebabkan hipertrofi (perbesaran) pankreas, mesntimulir hiper-sekresi enzim dari pankreas dan mengurangi ketersediaan asam amino, vitamin dan mineral. Faktor anti tripsin mempunyai andil yang cukup besar dalam menghambat pertumbuhan dan hipertropy pankreas hewan. Mekanisme terjadinya hipertropy pankreas belum sebelumnya diketahui namun diduga disebabkan adanya pelepasan enzim CCK (cholecystokinine = kolesistokinin) dari mukosa usus yang terhambat oleh adanya reaksi dengan anti tripsin besab dalam usus yang mengakibatkan terjadinya rangsangan aktivitas pankreas untuk memproduksi lebih banyak enzim. Akibatnya pankreas akan membesar. Mekanisme pengaturan sekresi enzim tripsin dari pankreas dapat dilihat dari gambar 4.2



Gambar 4.2. Skema interaksi antara enzim tripsin dan anti tripsin

Penghambatan pertumbuhan hewan oleh enzim tripsin adalah sebagai akibat dari hilangnya asam-asam amino esensial endogen yang disebabkan oleh aktivitas hiperskresi pankreas. Hiperaktivitas pankreas menyebabkan asam amino esensial yang seharusnya untuk mensintesa protein akan berubah fungsinya untuk mensintesa enzim-enzim pankreas. Asam amino ini akan terbuang bersama feses berupa kompleks tripsin inhibitor.

#### 4.2. Hemaglutinin

Hemaglutinin mempunyai aktivitas yang dapat mengaglutinasi sel darah merah dan menstimulasi mitogenik limposit, mengaglutinasi sel-sel tumor, memberikan pengaruh immunosupresif. Hemaglutini banyak terdapat dalam kacang, tanah, kacang kedelai, barley, kacang, padi, kacang hijau, kacang merah gandum, phaseolus vulgaris dan lain-lain. Hemaglutinin ini mempunyai sisi aktif yang dapat mengikat gula yang dapat mengaglutinasi sel atau mengendapkan glikoprotein.

Sebagian besar hemaglutinin adalah glikoprotein yang mengandung satu sampai empat persen karbohidrat. Konsentrasi hemaglutinin 0,5% dalam ransum telah dapat menghambat pertumbuhan tikus, sedangkan konsentrasi yang lebih besar dapat menyebabkan kematian. Untuk menghilangkan hemaglutinin ini dapat dilakukan dengan perendaman sebelum pemasaran.

Mekanisme aglutinasi sel darah merah oleh hemaglutinin berhubungan dengan terbentuknya ikatan spesifik antara hemaglutinin dan gugusan gula yang terdapat pada permukaan sel. Oleh karena hemaglutinin adalah glikoprotein maka kelihatannya ikatan yang

terbentuk adalah antara gugusan gula yang terdapat pada hemaglutinin dengan gugusan gula pada permukaan sel. Pada hal hemaglutinin mempunyai kemampuan untuk mengikat siresseptor spesifik dari permukaan sel epitel usus atau ( brush boorder ), sehingga menyebabkan pengaruh non spesifik terhadap penyerapan nutrien melalui dinding usus. Hal ini dapat menyebabkan terhambatnya pertumbuhan dan dalam kasus ekstrim menyebabkan kematian.

### **4.3. Saponin**

Saponin merupakan suatu senyawa yang termasuk kedalam golongan glikosida yang apabila dihidrolisa secara sempurna akan menghasilkan gula dan satu fraksi non gula yang disebut sapogenin atau genin. Gula yang terdapat dalam saponin jumlah dan jenisnya bervariasi, diantaranya glukosa, galaktosa, arabinosa, ramnosa serta asam galakturonat dan glukoronat. Saponin dapat dibedakan atas dua jenis yaitu sapogenin triterpenik dan steroidik. Saponin steroidik adalah turunn dari inti dasar metil silopentofenantren dan mempunyai 27 atom karbon. Sedangkan saponin triterpenik mempunyai inti karbon naftalen yaitu sapotalen atau 1,2,7, trimetil naftalen dan mempunyai 30 atom karbon.

Secara kimia saponin adalah steroid yang berkaitan dengan satu atau lebih gula. Saponin larut dalam air, metanol dan etanol cair tetapi hampir tidak larut sepenuhnya dalam atanol pekat, aseton atau dietil ether.

Saponin merupakan senyawa aktif yang menimbulkan busa bila dikocok dalam air. Saponin banyak terdapat pada tumbuh-tumbuhan dan beberapa hewan laut. Ada beberapa jenis saponin yang merupakan racun bagi mamalia dan hewan berdarah dingin, tetapi ada juga yang terdapat dalam tanaman pangan seperti kedelai dan alfalfa yang bermanfaat sebagai alat pertahanan bagi tanaman tersebut dari serangan hama dan penyakit.

Saponin sangat jarang ditemukan dalam bentuk murni atau bentuk kristal, larut dalam air, sedikit larut atau tidak sama sekali dalam etanol dan metanol pekat serta dingin, tidak larut dalam pelarut organik. Senyawa saponin dapat mengendap dalam jumlah larutan garam dengan sifat pengendapan yang sangat bervariasi tergantung

jenis saponinnya. Beberapa saponin dapat berintegrasi dengan senyawa fenol atau trifenol serta alkohol membentuk senyawa kompleks. Contoh tanaman yang mengandung saponin adalah alfalfa dan kacang kedelai

Adanya saponin dalam pakan dapat menyebabkan terhambatnya pertumbuhan dan pengembangan perut pada mamalia dan penurunan produktivitas ayam petelur akibat dari terganggunya penyerapan dan metabolisme zat-zat makanan dalam tubuh hewan karena dapat mengganggu kerja enzim kolinesterase, kimotripsin. Tripsin, papain serta enzim proteolitik lainnya. Saponin dapat menghambat penyerapan asam empedu dan penyerapan glukosa sehingga dapat menurunkan laju pertumbuhan serta mempunyai rasa pahit getir. Penurunan konsumsi makanan hewan oleh karena adanya saponin ini disebabkan oleh rasa pahit yang di timbulkan oleh saponin ini. Iritasi saluran pencernaan terutama disebabkan oleh terjadinya modifikasi transit dalam saluran pencernaan.

Saponin juga dapat menyebabkan hemolisis sel darah merah walaupun dalam konsentrasi yang sangat rendah sekali. Hemolisis ini terjadi akibat adanya interaksi saponin dengan senyawa-senyawa yang terdapat pada permukaan membran sel, misalnya kolesterol, protein dan fosfolipida. Interaksi ini akan menyebabkan destruksi terhadap ikatan antara kolesterol dan fosfolipida yang bertanggungjawab terhadap kohesi fase lipid dari membran sel, sehingga akhirnya terjadi hemolisis. Pengaruh negatif lain dari saponin adalah terjadinya penurunan berat relatif hati. Hal ini diakibatkan oleh terjadinya proses detoksifikasi saponin dalam hati dan kalau hal ini berlangsung cukup lama akan menyebabkan kerusakan hati. Pengaruh saponin secara fisiologis berbeda-beda tergantung jenis tanaman dan jenis ternak yang mengkonsumsinya. Pemberian biji-bijian yang mengandung 3,5% saponin pada sapi dapat menyebabkan kembung, frekuensi pengeluaran urine dan fase tinggi dan responsistem saraf yang tidak normal. tikus yang dalam ransumnya mengandung saponin dari alfalfa tidak mengalami kelainan dengan dodid 10gr/kg berat badan dalam waktu 6 bulan. Pemberian saponin dari kaktus *yuccaschotti* pada ayam menurunkan konsumsi pakan dan produksi telur tetapi tidak

berpengaruh terhadap kolesterol ayam sedangkan pemberian 10% tepung alfalfa yang mengandung saponin dalam ransum tidak memberikan pengaruh negatif terhadap ayam. Pemberian 0,5% saponin dalam ransum tikus selama 84 minggu tidak mengakibatkan keracunan terhadap tikus tersebut.

Lethal dosis saponin bervariasi mulai dari 1 sampai dengan 6000mg/kg berat badan tergantung jenis hewan dan kondisi lingkungan.

#### **4.4. Oligosakarida**

Oligosakarida yang mengandung ikatan alfa-galaktosida tersangkut pada timbulnya flatulensi yaitu suatu keadaan menumpuknya gas-gas dalam lambung. Oligosakarida ini terdapat banyak dalam biji-bijian, kacang-kacangan dan hasil tanaman lainnya seperti verbaskose, stkiosa dan rafinosa yang mempunyai ikatan alfa-galacto-glukosa dan alfa-galacto-galaktosa.

Oligosakarida dari famili rafinosa tidak dapat dicerna, karena mukosa usus terutama hewan mamalia tidak mempunyai enzim pencernaan senyawa ini yaitu alfa-galaktosidase oleh karena itu oligosakarida ini tidak dapat diserap tubuh. Bakteri yang terdapat dalam saluran pencernaan akan membantu pencernaan senyawa ini melalui proses fermentasi pada bagian usus halus, sehingga terbentuklah gas-gas karbondioksida, hidrogen dan sejumlah kecil metan yang dapat menurunkan pH lingkungan pencernaan.

Flatulensi dianggap sebagai suatu masalah yang cukup serius walaupun tidak berakibat toksik. Peningkatan gas akibat senyawa ini akan menyebabkan pusing, perubahan mental, penurunan konsentrasi, oedema kecil pada bagian tubuh tertentu, konstipasi dan kembung. Untuk mengurangi atau menghilangkan senyawa ini dapat dilakukan dengan proses perendaman dan proses perkecambahan atau fermentasi.

Enzim alfa-galaktosidase (alfa-D-galaktosid-galaktohidrolase) yang mampu menghidrolisis oligosakarida dari famili rafinosa sesungguhnya terdapat dalam kacang-kacangan dan enzim yang diisolasi dari mikroba dapat digunakan untuk menghidrolisa.

#### 4.5. Fitat

Fitat atau asam fitat adalah suatu senyawa mio-inositol 1,2,3,4,5,6-heksakis (dehidrogen phospat). Asam fitat ini merupakan bentuk utama phospor dalam biji tanaman. Senyawa ini sulit dicerna, sehingga phospor dalam asam fitat tidak dapat digunakan oleh tubuh. Asam fitat juga mempunyai sifat mengkelat beberapa mineral seperti kalsium (Ca), magnesium (Mg), besi (Fe) dan seng (Zn) sehingga dapat menurunkan ketersediaan mineral-mineral tersebut bagi tubuh. Keseimbangan kalsium hewan yang mengkonsumsi asam fitat akan dapat terganggu oleh kehadiran asam fitat dalam tubuh, selain itu asam fitat juga akan dapat mempengaruhi penyerapan besi dan menurunkan ketersediaan seng dalam tubuh.

Asam fitat dapat bereaksi dengan protein oleh enzim-enzim proteolitik karena terjadinya perubahan konformasi protein dan ia dapat menghambat hidrolisa ovalbumin dan elastin oleh enzim pepsin.

Kemampuan asam fitat untuk mengkelat ion metal akan hilang bila grup fosfatnya terhidrolisis oleh enzim fitase. Enzim fitase ( mio inositol heksafosfat fosfohidrolise) akan menghidrolisa asam fitat untuk menghasilkan mio inositol dan asam fosfat, sehingga ketersediaan posfat akan semakin baik atau tinggi. Kandungan beberapa asam fitat pada pakan tersaji pada tabel 4.1.

Tabel 4.1. Kandungan Asam fitat Beberapa Bahan Pakan.

Bahan Pakan	Total P (%)	Fitat P (%)	Fitat P (% total P)
Jagung	0.33 (0.26-0.34)	0.24 (0.17-0.28)	72 (66-85)
Kacang kedelai	0.66 (0.65-0.69)	0.39 (0.37-0.42)	59 (57-61)
Dedak padi	1.64 (1.42-2.08)	1.31 (1.02-1.79)	80 (72-86)
Dedak gandum	1.30 (1.26-1.33)	0.92 (0.88-0.96)	71 (70-72)
Pollard gandum	0.85 (0.55-1.17)	0.70 (0.44-0.96)	82 (80-86)
Minyak kelapa	0.59 (0.59-0.60)	0.29 (0.26-0.33)	49 (43-56)
Bungkil kelapa sawit	0.57 (0.55-0.58)	0.37 (0.33-0.41)	65 (60-71)
Tepung bunga matahari	1.05 (0.91-1.10)	0.58 (0.32-0.89)	55 (35-81)

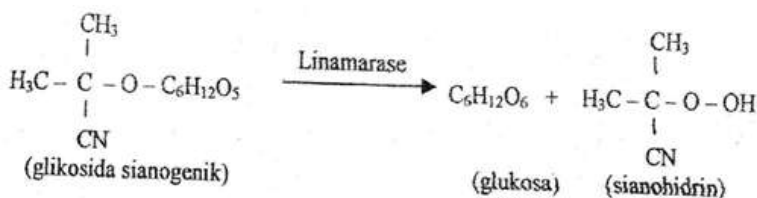
Enzim fitase terdapat dalam mukosa usus tikus, ayam, sapi dan manusia. PH optimum enzim fitase adalah sekitar 7,0-8,6. Akan tetapi fitase usus ini tidak mampu menghidrolisis fitat dari makanan, yang mungkin disebabkan karena adanya pengaruh dari alsium yang banyak terdapat dalam usus.

#### 4.6. Sianogenik Glikosida

Amigladin adalah suatu glikosida dari benzaldehid sianohidrin ( mandelonitril), yang apabila dihidrolisis sempurna akan menghasilkan glukosa, benzaldehid dan hidrogen sianida. Apabila hidrolisis tersebut dilakukan secara enzimatik yang terkontrol, maka glukosa akan dilepas dalam dua tahap. Dengan alkali atau asam pekat, akan dihasilkan amigdalinat.

Dhurin merupakan glukosida mirip amigladin, yaitu p-hidroksi benzaldehid sianohidrin yang apabila dihidrolisa akan menghasilkan p-hidroksibenzal dehid glukosa dan HCN. Linamarin adalah glikosida dari aseton sianidohidrin, yang akan menghasilkan aseton linamarin, serta metil analognya yaitu lotaustralin yang bila dihidrolisis akan menghasilkan metil etil keton. Semua senyawa tersebut adalah betaglukosida yang kurang larut dalam air, oleh sebab itu senyawa ini merupakan tempat penyimpanan yang baik bagi senyawa lain seperti sianida sampai saatnya digunakan.

Glikosida sianogenik akan mengalami proses hidrolisis oleh adanya enzim linamarase menjadi glukosa dan sianohidrin.



Gambar 4.3. linamarin dan hasil hidrolisisnya

Pelepasan HCN dari tanaman tergantung dari adanya enzim glukosidase yang spesifik serta adanya air. Glukosidase adalah enzim ekstraseluler sehingga hanya dapat bertemu dengan substrat bila terjadi kerusakan sel secara fisik. Enzim ini bekerja dengan baik pada suhu



rendah dan akan inaktif bila dipanaskan. Otolisis (autolisis) dapat meningkat bila tanaman di rendam dalam air setelah dihancurkan. Luka/lecet pada bahan bila tidak disertai perendaman akan menghasilkan HCN secara lambat. Titik didih HCN adalah 26°C oleh sebab itu penyimpanan bahan pakan diatas suhu 26°C dapat mengakibatkan turunnya kadar HCN pakan tersebut. Penyimpanan pada suhu rendah dan kelembaban rendah ( keadaan udara kering) akan meningkatkan produksi HCN tanaman. HCN banyak terdapat pada ubi kayu dan biji karet.

Tanda-tanda keracunan HCN dapat sakit perut dan muntah-muntah yang diikuti oleh kejang-kejang, dan sulit bernafas. Sifat toksik sianida ini biasanya disebabkan karena ion-ion CN didalam tubuh meskipun dalam jumlah yang kecil akan mencuri enzim-enzim yang diperlukan dalam proses respirasi.

#### **4.7. Senyawa Folifenol**

Senyawa polifenol yang terdapat dalam tanaman antara lain asam fenolat, flavonoid dan tanin. Senyawa ini distribusinya dalam tanaman cukup luas terdapat dalam daun, batang, akar, bunga, buah dan biji serta selalu terdapat dalam pakan asal tanaman.

a. Asam fenolat adalah turunan dari asam sinamat dan banyak terdapat dalam tanaman yang mungkin merupakan alat pertahanan dinding sel tanaman dari serangan hama dan penyakit terutama infeksi mikroba, predator dan parasit, dan juga terlibat dalam sintesa lignin. Salah satu sifat kimianya yang menonjol adalah kemudahannya untuk teroksidasi. Dengan adanya oksigen, asam klorogenat, asam kafeat dan senyawa ortodifenol lainnya dapat teroksidasi dalam larutan alkalis atau oleh adanya enzim polifenol oksidase. Produk utama hasil oksidasi adalah radikal orto-semikuinon atau molekul kuinon. Sifatnya yang lain adalah ia sangat reaktif dan bila bereaksi dengan senyawa lain akan membentuk produk berwarna coklat. Reaksi ini dikenal dengan senyawa Browning. Asam ini banyak terdapat dalam biji matahari dalam bentuk asam klorogenat dengan kadar 1,5 – 2 % dari berat kering biji matahari. Tingginya kandungan asam fenolat ini akan menyebabkan bahan akan

kehilangan sebagian dari metionin dan lisin tersedia oleh sebab itu dalam pembuatan konsentrat protein dalam bahan nabati dari biji-bijian dan daun-daunan yang mengandung asam fenolat dalam jumlah tinggi, harus diupayakan harus dihindari.

- b. Flavonoid. Erat hubungannya dengan metabolisme asam askorbat dan mempunyai aktivitas yang dapat menurunkan nilai gizi zat nutrisi lainnya.
- c. Tanin. Tanin merupakan suatu ikatan yang stabil dan sangat susah dirusak oleh perlakuan kimia maupun fisik. Tanin dapat menurunkan daya cerna protein bioavailabilitas zat-zat nutrisi lainnya. Pemanasan dibawah temperatur 100°C hanya akan menyebabkan ikatan-ikatan glikosida pada tannin jadi agak merenggang dan setelah dingin ikatan ini akan stabil kembali untuk membentuk ikatan yang lebih kuat. Winamo (1980) menyatakan bahwa dengan pemanasan 85°C akan terjadi penghilangan udara pada jaringan tanaman sehingga tekstur bahan jadi lunak dan akan kembali stabil apabila sudah tidak panas lagi, disamping itu pemanasan pada temperature ini tidak berpengaruh nyata terhadap protein yang dikandung tanaman.

#### **4.8. Gossipol**

Pigmen gossipol banyak terdapat pada tanaman genus *gossypium* dan beberapa ordo malvales. Dalam tanaman kapas atau kapuk pigmen ini terdapat dalam bagian yang disebut pigment glands) pigmen ini dapat dilihat dari noda-noda yang berwarna gelap yang tersebar disekeliling karnel. Gossipol bersifat sangat reaktif dan menunjukkan sifat asam. Senyawa ini mampu untuk bereaksi dengan fenol atau aldehid. Gossipol dapat bereaksi sebagai asam kuat dan membentuk garam netral bila dilarutkan dalam larutan alkali. Dalam larutan alkohol senyawa ini sangat mudah teroksidasi. Pigmen ini dapat membentuk senyawa bewarna cerah bila bereaksi dengan ion-ion metal. Grup phenolik dari gossipol dapat dengan mudah beraksi membentuk ester atau eter. Grup aldehidnya bilan bereaksi dengan aman dpaat membentuk basa Schiff, dan bila bereaksi dengan asam-

asam organik dapat membentuk senyawa yang labil terhadap pemanasan.

Gossipol mempunyai berat molekul 518,5 dapat larut dalam organik, tetapi tidak larut dalam petroleum ether (titik didih 30 – 60°C) dan dalam air. Kristal gossipol yang dilarutkan dalam pelarut organik bersifat sensitive terhadap cahaya. Toksikitas gossipol pada hewan diperlihatkan dengan terjadinya penurunan nafsu makan dan hewan kehilangan berat badan. Terjadi kematian yang tiba-tiba yang disebabkan terganggunya sistem peredaran darah dan paru-paru barair. Pada hewan non-ruminansia kematian karena pengaruh gossipol disebabkan oleh berkurangnya kapasitas darah untuk mengangkut oksigen dan akibat terjadinya hemolysis sel darah merah. Gossipol dapat mengurangi aktivitas enzim suksinat dehidrogenase dan sitokrom oksidase pada hati anak ayam. Ayam petelur lebih tahan terhadap keracunan gossipol dibandingkan ayam pedaging, namun keracunan akan mengakibatkan memucatnya kuning telur.

#### **4.9. Mimosin**

Mimosin adalah asam amino bebas yang terdapat pada tanaman lamtoro (*Leucaena Leucocephala*). Kadar mimosin biji dan daun lamtoro gung adalah 763 dan 343 mg/g N. Struktur kimia mimosin mirip dengan L-tirosin.

Kandungan mimosin dalam ransum ternak dapat menyebabkan kerontokan bulu, menghambat pertumbuhan, menimbulkan katarak, gondok, menurunkan fertilitas dan akhirnya dapat menyebabkan kematian. Mimosin dalam tubuh bertindak sebagai antagonis tirosin yang dapat menghambat sintesa protein dalam tubuh sehingga dapat menyebabkan terhambatnya kerja fenilalanin. Penambahan asam amino fenilalanin dapat dilakukan untuk mencegah gejala keracunan terhadap hewan yang mengonsumsi biji atau daun lamtoro gung.

Akibat lain yang ditimbulkan oleh mimosin adalah ia dapat mengkelat ion-ion metal sehingga dapat mengganggu enzim-enzim yang mengandung metal seperti glukosa peroksidase dan enzim lain yang mengandung kation besi dengan senyawa ferri-mimosin. Adanya mimosin tidak dalam pakan tidak memperlihatkan gangguan kerja dari

enzim-enzim piridoksal-5-fosfat sebagai koenzim glutamat dekarboksilase. Mimosin juga dapat menghambat penyerapan iod oleh tiroid. Hal inilah yang menyebabkan penyakit gondok.

#### **4.10. Lectin**

Lectin merupakan glikoprotein dari sel aglutinat yang terdapat pada semua tanaman dan bagian tanaman terutama bagian biji. Kandungan lectin dalam ransum dapat memberikan pengaruh negatif bagi ternak terutama pada saluran pencernaan yang dapat menyebabkan gangguan proses pencernaan dan penyerapan zat-zat makanan serta dapat menyebabkan luka pada usus. Selain itu lectin dapat mengakibatkan penurunan penyerapan dari asam amino dan peptida sehingga dapat mengganggu pertumbuhan. Dan dapat menyebabkan kematian pada ternak monogastrik. Lectin banyak terdapat pada daun pisang.

#### **4.11. Anti-Vitamin**

Vitamin adalah senyawa organik yang secara kimia satu sama lain tidak berhubungan tetapi digolongkan bersama dengan nama vitamin. Meskipun jumlah yang dibutuhkan tubuh sangat kecil, namun setiap jenis vitamin esensial untuk reaksi-reaksi kimia selama terjadi proses metabolisme dalam tubuh. Secara kimia vitamin ini sangatlah labil sehingga dengan sedikit perubahan akan dapat merusak vitamin ini, sisalnya perubahan pelarut, oksidasi oleh udara atau cahaya atau destruksi oleh pemanasan. Banyak sumber vitamin yang kita temui dalam, namun disamping bahan pakan mengandung vitamin kadang-kadang juga ia mengandung zat antivitamin sehingga mengakibatkan vitamin yang tersedia dalam pakan tidak dapat dimanfaatkan oleh ternak yang mngkonsumsinya. Beberapa diantara anti vitamin ini adalah :

- a. Anti Vitamin A. Kacang kedelai mentah mengandung enzim lipoksidase (lipoksigenase) yang dapat mengoksidasi vitamin A dan menghancurkan carotene. Pemberian kacang kedelai lebih dari 30% dalam ransum sapi akan dapat berakibat berkurangnya kadar vitamin A dalam plasma darah hal ini disebabkan oleh rusaknya vitamin A tersedia oleh enzim lipoksidase yang dihasilkan oleh kacang kedelai tersebut.

- b. Anti Vitamin D. Bungkil kacang kedelai yang belum diberi perlakuan pemanasan atau isolat protein yang diperoleh dari bungkil kedelai akan dapat menyebabkan penyakit riketsia pada babi, kalkun dan anak ayam. Hal ini dibuktikan dengan terjadinya penurunan kadar mineral dalam tulang. Pengaruh rakitogenik ini tidak terlihat bila protein kedelai telah mengalami perlakuan pemanasan.
- c. Anti Vitamin E. Senyawa yang dapat menghambat aktivitas vitamin E ini dapat dibagi atas dua. Salah satunya bersifat larut dalam alkohol dan stabil terhadap panas, yang lainnya tidak larut dalam alkohol dan labil terhadap panas. Senyawa yang larut dalam alkohol tersebut termasuk kedalam lemak tidak jenuh. Senyawa ini banyak terdapat dalam alfalfa, kacang kapri dan *P. Vulgaris* .
- d. Anti Vitamin K. Merupakan senyawa aktif yang dikenal dengan dicumarol atau 3,3'-mrtilen-bis-(4-hidroksikumarin). Senyawa ini dapat menyebabkan pendarahan pada ternak yang memakan sweet clover (*melilotus officinalis*) yang sudah busuk. Pendarahan diakibat oleh penurunan protrombin dalam darah sehingga memutus rantai reaksi yang berhubungan dengan mekanisme yang belum diketahui dengan jelas.
- e. Anti-Riboflavin. Senyawa ini dikenal dengan hipoglisin A yang dapat bertindak sebagai antimetabolit riboflavin. Keracunan akibat senyawa ini dapat mengakibatkan defisiensi riboflavin, sehingga hewan-hewan yang mengkonsumsi senyawa ini akan memperlihatkan gejala defisiensi vitamin riboflavin. Banyak terdapat pada buah Ackee.
- f. Anti Niacin. Banyak terdapat pada tanaman sorgum. Diduga senyawa anti niacin yang dapat menimbulkan penyakit defisiensi niacin adalah asam amino leusin.
- g. Anti Piridoksin. Banyak terdapat pada tanaman linseed (*Linum usitatissimum*) yang dikebal dengan nama 1-amino-D-prolin yang secara alami selalu bergabung melalui ikatan peptida dengan asam glutamat. Peptida tersebut dinamakan linatin.

Amino-D-prolin 4 kali lebih beracun dibandingkan dengan linatin

## **BAB 5**

### **PENGUNAAN FEED SUPLEMEN**

#### **5.1 Enzim**

Istilah enzim pertama kali diperkenalkan oleh kuhne pada tahun 1878 dan konsep kerja dari enzim dikembangkan oleh Emil Fischer tahun 1894 dengan teori “gembok dan kunci” nya. Enzim dapat diartikan sebagai suatu protein yang mempunyai kemampuan mengkatalisasi reaksi dimana substrat dirubah menjadi produk melalui pembentukan kompleks enzim-substrat sebagai produk antara dan merupakan katalis organik yang dihasilkan oleh makhluk hidup. Tanpa bantuan enzim maka reaksi biokimia akan berjalan lambat dan tanpa ikut hadir dalam produk akhir produk tersebut. Enzim tidak dapat mengubah titik keseimbangan reaksi yang dikatalisnya dan tidak akan habis dipakai atau diubah secara permanen oleh reaksi-reaksi ini. Reaksi antara enzim dan substrat akan membentuk kompleks enzim-substrat yang selanjutnya akan berpisah menjadi enzim dan produk. Hidrolisis merupakan jenis reaksi katalis enzim. Enzimbiasa dibedakan atas 2 : enzim endogeneous dan enzim eksogeneous. Enzim endogenous menyerang substrat pada ikatan interior sedangkan enzim eksogenous mendekati substrat dari satu ujung atau ujung ruang yang lain.

#### **Penggunaan Enzim Dalam Pakan Ternak**

Sesuai dengan tujuan penggunaan enzim makan penggunaan enzim dalam ransum ternak dapat bermanfaat untuk :

1. Memaksimumkan efesiensi penggunaan pakan yang bersifat konvensional. Sasaran yang yang dituju yaitu meningkatkan kandungan energi metabolisme dan pencernaan protein yang dikandung oleh suatu bahan pakan nabati sumber protein seperti kacang kedelai
2. Untuk bahan yang berasal dari limbahpertanian seperti dedak padi penambahan enzim dapat meningkatkan kandungan energi metabolisme
3. Untuk mengurangi polusi lingkungan berkaitan dengan penggunaan enzim phytase untuk menangani limbah posfat yang dikeluarkan melalui eksreta ternak tenak dan litter lebih kering.

4. Meningkatkan potensi zat makanan yang dikandung oleh suatu bahan makanan. Manusia sebagai makhluk hidup yang biasa berfikir tidak akan berhenti dan menyerah dengan keterbatasan sesuatu bahan makanan yang dikandung oleh bahan makanan yang bersifat antinutritif yang dapat diatasi dengan penambahan enzim.

Enzim eksogenus lebih banyak digunakan sebagai bahan tambahan (suplemen) dalam pakan untuk memperbaiki pencernaan karbohidrat. Dalam banyak hal penambahan enzim ke dalam pakan ternak bertujuan untuk memperbaiki dan meningkatkan nilai kecernaan dari bahan baku tertentu yang dalam kondisi normal mempunyai kendala untuk tingkat kegunaan yang lebih tinggi. Sebagai produk manufaktoring ada enzim yang berkerja spesifik terhadap wheat, barley, rice bran atau lemak nabati/hewani.

Enzim lipase misalnya berkerja meningkatkan konversi terhadap besaran true metabolisme energi (TME) dari lemak hewan dan crude palm oil (CPO). Penggunaan lipase terutama akan memberikan efek nyata pada ayam muda yang sistem enzim nya belum berkembang sempurna sehingga kurang efisien dalam memanfaatkan asam-asam jenuh (asam stearat dan palmitat) dan juga tidak efisien mencerna sumber-sumber lemak yang kaya kandungan asam lemak bebas.

Enzim yang ditambahkan sebagai suplemen membantu menurunkan viskositas gel dalam saluran pencernaan, memperbaiki jalan masuk enzim endogenus kepada cadangan-cadangan nutrisi, dan membebaskan nutrisi-nutrisi yang tertangkap seperti gula sederhana dan lisi. Pada ayam muda, laju pergerakan makanan dalam saluran pencernaan berlangsung cepat (biasanya 4 jam) dan sebaliknya pada ayam dewasa. Gel akan meningkatkan viskositas usus dan mengurangi efisiensi pencernaan dengan meperlambat laju digusi enzim endogenous untuk bereaksi dengan substrat dan nutrisi serta menempatkan penyerapan dalam vili di dinding usus halus.

Enzim dapat memperbaiki tingkat kecernaan non starch polysaccharides (NSP) seperti selulosa dan pektin yang tidak mudah tercerna oleh enzim-enzim pencernaan. NSP ( $\beta$ -glukan dan pentosa) juga diketahui merangkap banyak nutrisi-nutrisi penting dalam sel tumbuhan dan bagian terlaluatkan menyebabkan peningkatan viskositas

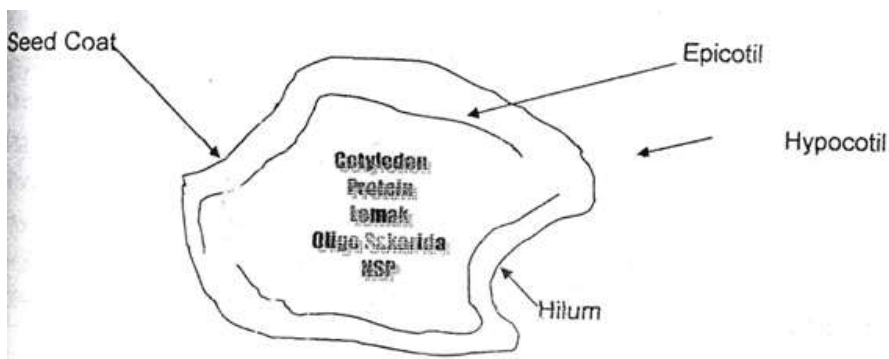


saluran pencernaan dalam usus yang mengurangi efektivitas enzim endogenus dan memperlambat pergerakan bahan makanan di saluran pencernaan. NSP lazim terdapat dalam bahan baku makanan sumber protein nabati seperti bungkil kedelai, rape seed meal, sunflower meal. Pakan ternak yang kaya akan protein pengaruh konversi yang kurang mengembirakan atau berdampak pada penampilan ayam yang dibawah standar. Penambahan enzim diharapkan dapat memperbaiki kecernaan NSP yang sekaligus juga meningkatkan daya cerna protein.

**Mekanisme Kerja Enzim Pada Bahan Makanan Ternak**

Prinsip kerja enzim “Lock and Key” dan “induce Fit Model” merupakan konsep yang dapat digunakan dalam penggunaan enzim dalam makanan ternak. Target awal penggunaan enzim mulai dari penggunaan enzim β-glukanase dan pentonase untuk mengurangi faktor antinutrisi pada barley dan gandum.

Penggunaan enzim selain ditunjukkan untuk penggunaan bahan makanan yang bersifat nonkonvensional juga dapat bahan pakan konvensional dengan tujuan mengeluarkan seluruh potensi yang dimiliki bahan tersebut sebagai contoh untuk bungkil kedelai (Lyons 1996) menggambarkan target kerja dan harapan dari penggunaan enzim pada bungkil kedelai dan dijelaskan pada gambar 5.1



Gambar 5.1. Struktur biji kacang Kedelai

Pemanfaatan multi enzim seperti gambar 5.1 bertujuan untuk meningkatkan kecernaan asam amino dan meningkatkan ketersediaan energi yang dikandung oleh kacang kedelai sehingga pemanfaatannya pada ternak monogastrik akan menjadi lebih optimal, karena enzim yang dihasilkan ternak ini terbatas. Penggunaan enzim ini menurut

Lyons (1997) dapat meningkatkan kandungan energi sebesar 9-15%. Contoh lain adalah penggunaan enzim lipase pada penggunaan dedak padi yang dapat meningkatkan penggunaan dedak padi dari maksimum 20% menjadi 40% dari total ransum.

Contoh lain penggunaan enzim pada bahan makanan ternak adalah penggunaan enzim lipase pada dedak padi dan Glukanase pada barley dan gandum yang dapat meningkatkan efisiensi penggunaan makanan dan mencegah timbulnya pasted ven pada anak ayam.

Enzim akan berkerja secara efektif bila substrat yang menjadi target kerja enzim itu sesuai dengan jenis enzimnya. Faktor lain yang berpengaruh terhadap keberhasilan penggunaan enzim yaitu tingkat jenis ternak yang digunakan. Penggunaan teknologi enzim dapat diterapkan dengan cara memaksimalkan penggunaan bahan-bahan makanan yang bersifat non-konvensional dan penggunaan limbah industri, sehingga akan timbul suatu alternatif baru penyusun ransum yang berbasis non tradisional dan limbah. Beberapa enzim yang sering digunakan dalam pakan ternak adalah :

- a. Amilase.** Amilase adalah enzim yang mampu mengkatalis dan memecah pati, yang dibedakan atas  $\alpha$ -amilase (memecahkan jaringan  $\alpha$ -glikosida disamping molekul pati) dan  $\beta$ -amilase (pemecah molekul maltose).  $\alpha$ -amilase bisa berasal dari pati, serum dan pancreas babi. Semua hewan mempunyai banyak kandungan  $\alpha$ -amilase. Meskipun saliva dan tembolok ayam mengandung beberapa amilase, pencernaan pati sangat sedikit di dalam tembolok. Didalam usus halus ayam terjadi pencernaan yang sangat baik terhadap pati metah dari jagung, melalui gerakan dari amilase dan pankreas. Penambahan enzim amilase akan mempertinggi pencernaan dan penggunaan ransum.
- b. Protease.** Protease dapat diartikan sebagai suatu grup enzim yang berfungsi sebagai enzim katalistik dan juga menghidrolisa (memecah) protein menjadi peptida, selanjutnya peptida menjadi asam amonio. Protease juga dapat sebagai enzim proteolitik atau proteinase penambahan protein ke dalam ransum ternak terutama ternak monogasrik akan dapat meningkatkan daya cerna protein pakan, sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan, sedangkan

penambahan protease dalam ransum ruminansia tidak memberikan manfaat karena dalam rumennya sudah banyak mengandung mikroba yang dapat mensekresikan protease.

**c. Lipase.** Lipase adalah enzim yang dapat mempercepat pencernaan lemak menjadi unit-unit pembentukannya seperti triasil gliserol, lemak netral atau trigliserida. Penggunaan enzim lipase dapat meningkatkan ketersediaan lemak dalam dedak sehingga daya cerna dedak akan lebih tinggi dan akhirnya dapat meningkatkan pertumbuhan.

**d. Fitase.** Fitase atau disebut juga dengan (Myo-inositol hexafosfat hidrolase) adalah fosfomonopeterase yang mampu menghidrolisa asam fitat (Myo-inositol ; 1,2,3,4,5,6 hexaakisfosfat) ayam mempunyai kemampuan yang terbatas dalam menghidrolisa asam fitat sehingga ayam sering kekurangan fosfor yang dapat mengakibatkan menurunnya produksi telur. Selain itu adanya asam fitat dalam ransum dapat meningkatkan protein dan asam amino dalam ransum. Penambahan fitase ke dalam ransum ayam dapat meningkatkan pencernaan protein, asam amino dan fosfor dan ketersediaan energi dalam pakan. Fitase biasa ditambahkan ke dalam ransum yang banyak mengandung jagung dan dedak karena kedua bahan ini tinggi sekali kandungan asam fitatnya.

## 5.2. Antibiotika

Antibiotika adalah zat kimia yang diproduksi/dihasilkan oleh mikroorganisme hidup yang berupa fungi dan beberapa bakteri tanah tertentu dan juga dapat dibuat melalui sintesis di laboratorium, yang berhsiat dapat membunuh (bakterisid) atau menghambat pertumbuhan (bakteriostatik) bermacam-macam bakteri, tetapi toksisitasnya bagi manusia dan ternak relatif kecil.

Antibiotika biasanya digunakan untuk terapi/pengobatan, baik melalui injeksi ataupun melalui oral (baik melalui makanan ataupun minuman) untuk menyembuhkan penyakit yang disebabkan oleh bakteri. Penggunaan antibiotik selain untuk terapi, juga digunakan dalam industri pakan ternak khususnya pakan ternak sebagai aditif untuk mempercepat pertumbuhan dan menurunkan FCR (feed

conversion ration) serta meningkatkan efesinsi pakan. Selain itu penggunaan preparat antibiotika sebagai imbuhan pakan bertujuan untuk memperbaiki penampilan (performans) ternak. Penggunaan zat ini pertama kali dilakukan oleh moore pada tahun 1946 yang berfungsi untuk imbuhan pakan guna meningkatkan laju pertumbuhan memperbaiki konversi ransum dan kondisi umum ternak.

### **Kriteria Imbuhan Preparat Antibiotika (IPA)**

Sebagai imbuhan pakan ternak penggunaan antibiotika haruslah memenuhi syarat sebagai berikut :

- a. Dapat meningkatkan penampilan jewan secara efektif dan ekonomis
- b. Tidak diserap dalam saluran pencernaan dan tidak mengakibatkan efek negatif pada keseimbangan mikroflora usu ternak yang mengkonsumsinya.
- c. Tidak bersifat mutagenik atau pun karsinogenik, baik pada senyawa utamanya maupun metaboliknya
- d. tidak bersifat racun pada ternak maupun manusia yang memakannya
- e. Tidak menimbulkan residu/kerusakan pada lingkungan dan harus mudah mengalami biodegradasi di alam
- f. Tidak memicu penyebaran Salmonella (*Salmonella Shedding*)
- g. Tidak mempunyai sifat resistensi silang (croos-risistance) dengan preparat antibiotika lainnya.

Dengan adanya kreteria tersebut, kemungkinan akan terjadinya residu antibiotika dalam produk-produk peternakan tidak lah perlu ditakutkan. Disisi lain, program penggunaan preparat antibiotika sebagai imbuhan pakan ataupun untuk tujuan terapeutik yang bijaksana tentu akan mengurangi problem resistensi lapangan.

### **Mekanisme Kerja dan Manfaat IPA**

Mekanisme kerja suatu preparat antibiotika sebagai imbuhan pakan ternak tidak sama dengan fungsinya sebagai suatu terapeutik/fungsi pengobatan. Oleh karena itu efek-efek lanjutan yang akan terjadi tidak akan sama. Jumlah bahan aktif antibiotika yang digunakan sebagai imbuhan pakan umumnya sangat kecil, jauh di bawah minimal (MIC = minimum inhibitory concentration) terhadap suatu kuman karena penggunaan antibiotika hanya bertujuan untuk menghilangkan kuman-kuman yang bersifat patogen di dalam tubuh ternak.

Beberapa macam antibiotika yang banyak menggunakan dalam pakan ternak sebagai aditif pakan antara lain ; penisilin dan beberapa macam turunannya, tetraikilin, eritromisin, basitrasin dan lain-lain. Ternak yang mendapat antibiotik dalam ransum nya dalam jumlah yang relatif kecil dapat meningkatkan pertumbuhan dan efisiensi dalam menggunakan pakan. Adanya peningkatan performa pada ayam yang mendapat antibiotik disinyalir adanya efek tidak langsung dari antibiotik tersebut dalam membunuh bakteri-bakteri yang tidak diinginkan, yang mengganggu nutrien dan faktor-faktor pertumbuhan dan ternak ternak penggunaan antibiotik sebagai bahan pakan aditif juga dapat membunuh bakteri-bakteri yang menghasilkan toksik, yang dapat mengganggu pertumbuhan hewan inangnya (host animal). Dan mekanisme aksi yang lain dari penggunaan antibiotio dalam pakan juga dapat meningkatkan kapasitas absorsi nutrien oleh dinding usus, melalui pengurangan tebal dinding anus halus (akibatnya menipisnya dinding usus). Pada saat ini penggunaannya antibiotika dilarang kecuali beberapa jenis saja yang diizinkan, itupun dalam jumlah yang sangat sedikit sekali.

### **5.3. Minyak Esensial**

Konsep produksi ternak tanpa menggunakan antibiotik adalah hal yang baru dan dapat diterapkan di negara tropis, seperti indonesia, meskipun pada kondisi stress lingkungan seperti suhu, kelembaman dan penyakit. Penggunaan minyak esensial di indonesia menjadi penting artinya dalam bersaing dengan produk luar negeri. Apalagi persyaratan negara-negara pengimpor produk asal ternak semakin ketat, seperti bebas dari berbagi penyakit dan persyaratan residu antibiotik. Untuk itu perlu dilakukan alternatif lain salah satunya adalah penggunaan minyak esensial.

Minyak esensial atau disebut juga minyak atsiri (esensial oils) minyak yang menguap (volatile oils) merupakan campuran kompleks dari komponen aktif yang berbeda yang masing-masing mempunyai ciri khas sendiri berbau wangi sesuai dengan jenis tanaman penghasilnya. Tanaman famili pinaceae seperti labiatae, Compositae,

Lauraceae, Myrtaceae dan Umbelliferaceae merupakan tanaman yang dikenal sebagai penghasil minyak atsiri.

Sesuatu yang baik pada manusia tidak akan berakibat buruk jika diberikan pada ternak. Oleh karena itu tidak ada alasan untuk tidak menggunakan minyak esensial pada hewan ternak. Minyak esensial dapat digunakan sebagai pakan tambahan pada ternak (feed additive) disetiap jenis ransum ternak tanpa merubah sistem konsumsi yang digunakan pada suatu usaha peternakan. Kombinasi beberapa jenis minyak esensial meningkatkan keefektifan kerja minyak-minyak tersebut secara sinergis. Sebagai contoh penggunaan bawang putih dapat menurunkan kolestrol, tekanan darah dan antitrombosit, obat cacing, antiseptik, antibiotik dan perangsang nafsu makan. Walaupun diberikan dalam jumlah yang sangat sedikit (g/ton oakan) dapat menghasilkan keuntungan yang berlipat ganda baik dari segi ekonomis maupun produktivitas ternak.

Saat ini minyak esensial lebih dari hanya sekedar alternatif pengganti antibiotika. Mereka tidak hanya memengaruhi populasi mikroba, tetapi pada saat yang sama berpengaruh positif terhadap aktivitas enzim pencernaan dan intermediate metabolisme. Produksi ternak tidak hanya ditunjukkan untuk meningkatkan tampilan ternak, tetapi juga nutrisi dan kesehatan ternak dan manusia yang mengkonsumsinya. Saat ini minyak esensial menjadi populer dalam dunia pertanian dan peternakan sebagai pemacu metabolisme dan pencernaan (digestion and metabolisme promoters)

### **Cara Kerja Minyak Atsiri**

Karena bau dan rasa yang menghasilkan, konsumsi peroral minyak esensial yang dicampurkan dalam pakan basal ternak akan menstimulasi sistem saraf pusat, sehingga dapat meningkatkan nafsu makan konsumsi pakan. Selanjutnya keberadaan minyak esensial dalam pakan juga akan menstimulasi produk cairan pencernaan yang menghasilkan pH yang sesuai untuk enzim pencernaan, seperti peptidase. Pada waktu bersamaan akan terjadi peningkatan aktivitas enzim pencernaan dan pengaturan aktivitas mikroba. Kesabihan mikroflora di dalam saluran pencernaan akan menurunkan khusus diare dan penyakit pencernaan lain. Pengaruh nyata dari mekanisme ini

adalah perbaikan konversi energi dan pencernaan zat-zat makanan dan pengaruh positif terhadap metabolisme nitrogen, asam amino dan glukosa.

#### 5.4. Mineral Zeolit

Zeolit merupakan bahan tambang yang di temukan pada tahun 1756 oleh Friederich Cronstedt, seorang ahli mineral dari swedia yang merupakan jenis bantuan mineral gunung berapi yang berwujud kristal berupa senyawa alumino silikat terhidrasi dengan logam alkali dan kation alkali tanah yang mempunyai struktur tiga dimensi. Sifat zeolit dengan struktr terbuka serta dapat mempertukarkan ion secara slektif dan mampu menyerap air, mengikat gas amonia memungkinkan penggunaannya sebagai pakan imbuhan pakan sumber mineral. Mineral zeolit juga dapat menggunakan untuk mencegah polusi kandang melalui fungsinya yang dapat mereduksi bau dan gas amonia serta gas laim dari fases dan urine yang dihasilkan.

Dikenal sebanyak 9 jenis zeolit dan dua diantaranya banyak ditemui di indonesia adalah clinoptilolite dan modernite. Presentase bahan penyusun zeolit adalah senyawa  $\text{SiO}_2$  (66,5%),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (10,79%) sedangkan senyawa lain yang lebih kecil adalah  $\text{CaO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$  dan  $\text{Fe}$ . Secara umum penggunaan mineral zeolit dalam pakan ternak dapat berfungsi sebagai penyangga dalam pertukan ion amonium. Hal ini daoat terjadi karena gas  $\text{NH}_3$  yang dihasilkan dalam perut hewan oleh zeolit diikat, sehingga daya racun nya berkurang dan tdak masuk dalam jaringan. Dengan demikian penambahan zeolit ke dalam ransum ternak dapat memacu kecepatan pertumbuhan, penambahan daya tahan terhadap penyakit seperti diare serta menurunkan mortalitas. Pada ternak non ruminansia zeolit berperan dalam :

1. Memperlambat laju pakan dalam saluran pencernaan sehingga memberi peluang besar untuk penyerapan zat makanan
2. menyerap zat metabolik yang menyebabkan gangguan proses pencernaan dan keracunan, sehinga mengurangi kejadian penyakit
3. merangsang lapisan saluran pencernaan untuk membentuk antibodi.

## **Pemanfaatan Mineral Zeolit untuk Ternak**

Secara umum pemanfaatan mineral zeolit dalam ransum ayam berguna untuk meningkatkan pertumbuhan, penambahan berat badan dan efisiensi penggunaan ransum, mencegah tibial dyschondroplasia pada pemakaian zeolit 1% dalam ransum, mengikat alfatoksin sehingga ternak terhindar dari lkeracunan, menurunkan angka ke kematian. Selain itu penggunaan zeolit juga terbukti dapat memperbaiki lingkungan kandang dengan rendahnya kadar air fases, mengurangi bau amoniak udara kandang serta dapat mengurangi belatung kandang apabila zeolit ditaburi secara berkala dalam kandang dengan imbalanced berat kotoran : zeolit adalah 1 : 2.

### **5.5. Pemberian Vitamin**

Penambahan vitamin dalam pakan ternak sangat lah penting karena terutama apabila ayam dalam keadaan cekaman panas, adaptasi jangka panjang dan ketahanan hidup memerlukan energi yang diderivasi dari sumber nutrisi seperti karbohidrat, protein dan lemak. Nutrisi yang dibutuhkan untuk suplai energi harus tersedia dan membutuhkan kofaktor berupa vitamin. Diantara vitamin-vitamin frup vitamin B da asam askorbat (vitamin C) dan dalam vitamin yang paling dibutuhkan dan harus dapat dalam jumlah yang cukup untuk menyelenggarakan proses konversi tersebut. Proses konversi nutrisi jadi energi yang diseleggarakan dengan bantuan vitamin adalah mengubah nutrisi (asam lemak griserol, dari lemak, glukosa dari karbohidrat, asam lemak amino dari protein menjadi asetilkoenzim A. Selanjutnya grup vitamin B berperan dalam perubahan asetilkoenzim untuk selanjutnya memasuki siklus asam trikarboksilat yang menghasilkan air, karbondioksida (CO<sub>2</sub>) dan energi. Pelepasan hormon kortikosteron pada saat cengkaman panas memaksa terjadi penambahan asam askorbat yang berfungsi untuk mengontrol fungsi hormon adrenal yang berperan dalam kesinambungan sumber energi dalam proses glukoneogenesis. Disamping itu vitamin C banyak berperan dalam menekankan dampak heat stress pada broiler. Vitamin E ( $\alpha$ -tokoferol) juga dikenal aktifitasnya dalam perlindungan terhadap proses oksidasi membran seluler. Perubahan intraselluler yang



menandai adanya heat stress, meningkat konsentrasi kalsium intraselluler yang kemudian meningkatkan enzim creatin kinase ari sel dan mengalir ke plasma. Adanya creatinkinase dalam plasma adalah suatu indikator terjadinya keadaan heat stress. Oleh karena itu selama ada cekaman panas, sangat dianjurkan menambah suplemen vitamin E.

### 5.6. Penambahan Suplemen elektrolit

Respon positif telah ditunjukkan oleh efek pemberian elektrolit ke dalam air minum sepanjang cuaca panas. Pada umumnya selain kegunaan dari elektrolit dalam mengganti elektrolit yang turut dalam proses itu sendiri juga bermanfaat dalam menaikkan retensi air. Elektrolit berguna dalam mencegah dehidrasi serta asupan air untuk proses evaporative cooling selama panting seperti terlihat pada .

Tabel 5.1. Efek suplemen elektrolit Terhadap konsumsi Air selama cekaman panas.

Perlakuan	Asupan Air	Pertumbuhan	Mortalitas
Kontrol	264	804	5.1
K <sup>+</sup> 0,24%	368	883	2.1
Cl 022%	392	895	1.1

Walaupun begitu asupan air itu sendiri juga berdampak terhadap terjadinya diuresis yang malah dapat membuang nutrisi. Itu sebabnya pada ayam yang mulai memproduksi dengan kebutuhan air yang meningkat atau pada keadaan cuaca panas, terlihat duburnya lebih kotor. Ini harus dibedakan dengan ayam yang terkena diareha. Proses panting diketahui dapat mengidukasi terjadinya alkalosis lewat pembuangan karbon dioksida dan ion hitrogen dari darah. Suplementasi sodium bikarbonat nampaknya berdampak positif dalam menambah asupan air da menurunkan mortilitas. Penambahan sodium bikarbonat dalam pakan sebagai sumber clorid dapat menaikkan katabolisme lisin, oleh karena itu selama cuaca panas di musim kemarau perlu pertimbangan untuk memelihara perbandingan antara arginin dan lisin serta tingkat pemakaian lisin yang minimal dalam pakan ternak.

## 5.7. Penggunaan Probiotik

Probiotik merupakan suplemen hidup yang menguntungkan ternak dengan cara meningkatkan keseimbangan mikroba saluran pencernaan. Mikroorganisme yang digunakan berasal dari bakteri asam laktat seperti *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Enterococcus* *Bifidobacterium* dan *Clostridium*. Probiotik juga dapat berasal dari yeast dan dari kapang seperti *Aspergillus oryzae* dan *A. Niger*. Bertolak belakang dengan penggunaan antibiotik yang digunakan untuk membunuh bakteri-bakteri yang tidak diinginkan, maka penggunaan probiotik sebagai bahan aditif pakan dalam ransum ternak adalah dirancang untuk memacu pertumbuhan jenis-jenis bakteri dalam saluran pencernaan ternak yang berasal dari mikroorganisme hidup yang di berikan pada ternak yang mempunyai efek positif bagi ternak inang sebagai probiotik adalah bakteri *Laktobasilus (Lactobacilli)*.

Probiotik biasanya diberikan melalui pakan dan air minum, tetapi pemberian lewat pakan merupakan cara terbaik untuk memperoleh jumlah dan proposi yang tepat. Karena itu pemberian pakan yang berkesinambungan merupakan kunci utama untuk mempertahankan jumlah dan tinggi populasi probiotik secara permanen di dalam usus. Trend penggunaan probiotik di bidang peternakan disebabkan beberapa alasan yaitu peranan mikroflora usus dalam pencegahan penyakit, sistem budidaya moderen yang menerapkan intensif feeding serta larangan penggunaan antibiotik kecuali untuk pengobatan. Probiotik mampu meningkatkan produksi atau performa ternak dengan cara memiliki kelebihan seperti tidak menimbulkan residu, tidak menyebabkan mutasi ada mikroorganisme lain serta lebih murah dan mudah diproduksi tetapi juga memiliki beberapa kelemahan. Kelemahan tersebut antara lain berupa kemampuan mentransper resisten antibiotik, daya hidup mikroba yang rendah, daya simpan yang terbatas, mudah terkontaminasi dan kendala aplikasi lapangan. Adapun mekanisme aksi atau efek dari penggunaan mikroorganisme yang diinginkan sebagai probiotik dalam pakan ternak adalah sebagai berikut :

1. Bakteri probiotik berkompetisi untuk menghalangi menempelnya bakteri-bakteri patogen (misalnya *e. Coli*) pada dinding usus khususnya pada sel-sel enterosit (enterocyte cells) sehingga bakter

patogen tersebut tidak dapat bereaksi negatif terhadap ternak inang (host animal). Hal ini dapat dijelaskan melalui mekanismenya untuk menimbulkan efek yang negatif dari bakteri-bakteri patogen, maka bakteri-bakteri tersebut pula menempel di dinding usus ternak inangnya. Penempelan ini melalui satu struktur yang spesifik pada permukaan bakteri yang disebut dengan hairlike structure atau disebut juga lektin yang dikenal dan selektif untuk dapat menempel pada oligosakarida reseptor (oligosaccharide receptor) spesifik yang terdapat pada dinding usus. Pada kondisi yang demikian ini maka bakteri laktobasilus dapat berkompetisi untuk menggantikan kedudukan bakteri patogen yang menempel pada dinding usus dan akhirnya bakteri patogen tidak dapat memproduksi aktivitas negatifnya terhadap ternak inang.

2. Probiotik dapat menetralkan racun (enterotoxins) yang dihasilkan oleh bakteri patogen, dimana enterotoxins ini dapat mengakibatkan terjadinya pengeluaran cairan yang berlebihan (diare), tetapi substansi (zat) yang dihasilkan oleh probiotik tersebut sampai saat ini belum dapat diidentifikasi dengan jelas.
3. Probiotik khususnya bakteri lactobacilli dapat menghasilkan aktifitas sebagai pembunuh bakteri patogen (Bactericidal activity), yang berupa adanya penurunan pH pada saluran pencernaan dikarenakan adanya proses fermentasi laktosa menjadi asam laktat oleh bakteri *laktobasillus*. Juga diproduksi hydrogen peroxide yang menghambat pertumbuhan bakteri gram negatif.
4. Mencegah terbentuknya senyawa-senyawa amine yang diproduksi oleh bakteri coliform yang dapat menyebabkan adanya iritasi pada dinding usus dan menyebabkan diare.
5. Meningkatkan produksi antibodi dan aktivitas fagositik (phagocytic activity) dari ternak inang. Hal ini dapat terlihat dari meningkatnya protein serum dan sel-sel darah putih pada ternak babi yang diberi probiotik *Lactobacilli*.

## 5.8. Antioksidan

Antioksidan secara umum dapat didefinisikan sebagai senyawa yang dapat menunda, memperlambat atau mencegah terjadinya proses

oksidasi lipida. Berdasarkan kelompoknya antioksidan dapat dikelompokkan menjadi antioksidan primer dan antioksidan sekunder.

Antioksidan primer adalah antioksidan yang dapat bereaksi dengan radikal lipida lalu mengubahnya dalam bentuk stabil. Suatu molekul antioksidan dapat disebut antioksidan premier (AH), jika dapat mendonorkan atom hidrogennya secara cepat ke radikal lipida (RO\*) dan radikal turunan radika tersebut (A\*) lebih stabil dibandingkan radikal atau mengubahnya ke bentuk yang lebih stabil.

Antioksidan sekunder (antioksidan pencegah) didefinisikan sebagai suatu senyawa yang dapat memperlambat laju reaksi autooksidasi lipida. Antioksidan ini bekerja dengan mekanisme, seperti mengikat ion metal, menangkap oksigen, mencegah hidropersida ke bentuk-bentuk non radikal, menyerap radiasi ultra violet atau mendeaktifkan singlet oksigen. Berdasarkan sumber diperolehnya antioksidan dapat dibagi atas dua kelompok, yaitu antioksidan sintetik (antioksidan yang diperoleh dari hasil sintetik kimia) dan antioksidan alami (antioksidan hasil ekstraksi bahan alami).

Secara umum antioksidan memiliki ciri-ciri : aman dalam penggunaan, tidak memberi flavor, odor, warna pada produk, efektif pada konsentrasi rendah, tahan terhadap proses pengolahan produk terutama terhadap panas yang tinggi (berkemampuan antioksidan bagus), dan tersedia dengan harga murah. Kemampuan bertahan antioksidan terhadap proses pengolahan sangat diperlukan untuk dapat melindungi produk akhir.

Antioksidan mempunyai keterbatasan tidak dapat memperbaiki flavor lipida berkualitas rendah, tidak dapat memperbaiki lipida yang sudah tengik dan tidak dapat mencegah kerusakan akibat hidrolisa dan kerusakan oleh mikroba.

### **Antioksidan sintetik**

Terdapat lima macam antioksidan yang penggunaannya meluas dan menyebar ke seluruh dunia juga diijinkan untuk dipakai dalam bahan makanan. Antioksidan tersebut adalah

- a. Butyl Hidroksi Anisol (BHA)
- b. Butyl Hyoroksy Toluen (BHT)

- c. Propilgalat
- d. Tert-Butyl Hydroxy Quinone (TBHQ) dan
- e. Tokoferol. Anti oksidan ini telah diproduksi secara sintetis untuk tujuan komersil

BHA memiliki kemampuan antioksidan, baik dilihat dariketahannya terhadap tahap pengolahan maupun stabilitasnya pada produk akhir dalam lemak hewan, namun relatif tidak efektif pada minyak tanaman. BHA bersifat sangat larut dalam lemak tapi tidak larut dalam air berbentuk padat putih dan dijual dalam bentuk tablet atau serpihan, bersifat volatil sehingga berguna untuk penambahan ke material pengeemas.

BHT merupakan molekul hidrokarbon yang berbentuk bola (quasispherical hydrocarbonmolecule) BHT bekerja sebagai antioksidan dan biasanya ditambahkan ke dalam makanan (food additive) dapat digunakan sebagai stabilisator dalam makanan dan dalam pengawetan ,inyak, lemak, vitamin. BHT tidak saja mencegah pengaruh buruk dari spesies oksigen reaktif, dapat meningkatkan palatabilitas makanan. NHT yang ditambahkan kedalam, minyak akan mengisolasi produk oksidasi selama proses autooksidasi di dalam minyak berlangsung.

### **Antioksidan Alami**

Antioksidan alami dalam makanan dapat berasal dari :

- a. senyawa antioksidan yang sudah ada dari satu atau dua komponen makanan
- b. senyawa senyawa antioksidan yang berbentuk dari reaksi-reaksi dalam pengolahan
- c. senyawa antioksidan yang diisolasi dari sumber alami dan ditambahkan ke dalam makanan sebagai bahan pakan tambahan

Kebanyakan antioksidan alami yang diisolasi dari sumber alami adalah berasal dari tumbuhan. Isolasi antioksidan alami telah dilakukan dari tumbuhan yang dapat dimakan tetapi tidak seluruh bagian tumbuhan itu dimakan. Senyawa antioksidan alami umumnya berasal dari senyawa fenolik atau polifenolik yang dapat berupa golongan

flavonoid, turunan asam sinamat, kumarin, tokoferol dan asam-asam organik polifungsional. Senyawa antioksidan alami polifenolik ini adalah senyawa multifungsional dan dapat berakasi sebagai a) pereduksi, b) penangkap radikal bebas c) pengkelat logam, d)peredam terbentuknya singlet oksigen.

Terdapat banyak bahan nabati yang dapat dijadikan sebagai sumber antioksidan alami seperti rempah-rempah, dedaunan, teh, kokca, biji-bijian, serelia, buah-buahan, sayur-sayuran. Bahan pakan ini mengandung jenis senyawa yang memiliki aktivitas antioksidan, seperti asam amino, asam askorbat, golongan flavonoid, tokoferol, karetonoid, tanin, peptida, malanoidin, produk-produk reduksi dan asam-asam organik lainnya. Tokoferol memiliki panjang. Pengaruh nutrisi secara lengkap dari tokoferol belum diketahui tetapi alfa tokoferol sebagai sumber vitamin E yang terkenal sebagai antioksidan.

### **Mekanisme Kerja Anti Oksidan.**

Mekanisme kerja antioksidan memiliki dua fungsi. Fungsi pertama adalah sebagai pemberi atom hidrogen. Fungsi ini juga disebut dengan antioksidan primer. Senyawa ini dapat memberikan atom hidrogennya secara cepet keradikal lipida ( $R\cdot$  dan  $ROO\cdot$ ) atau mengubahnya ke bentuk yang lebih stabil, sementara turunnya antioksidan ( $A^*$ ) memiliki keadaan yang lebih stabil dibandingkan radikal lipida. Fungsi kedua merupakan fungsi skunder antioksidan yaitu memperlambat laju autooksidasi dengan berbagai mekaniseme diluar mekanisme pemutusan rantai autooksidasi dengan mengubah radikal lipida ke bentuk yang lebih stabil.

Antioksidan (AH) primer yang ditambahkan dengan konsentrasi rendah pada lipida dapat menghambat atau mncengah reaksi autooksidasi lemak dan minyak. Penambahan tersebut dapat mengjalangi atau mencegah reaksi autooksidasi tahap inisiasi maupun propagasi seperti reaksi dibawah ini :

Radikal-radikal antioksidan ( $A^*$ ) yang terbentuk pada reaksi tersebut relatif stabil dan tidak mempunyai cukup energi untuk dapat bereaksi dengan molekul lipida lain membentuk radikal lipida baru. Besarnya konsentrasi antioksidan yang ditambahkan dapat

berpengaruh pada laju oksidasi. Pada konsentrasi tinggi, aktivitas antioksidan group fenolik sering layap bahkan antioksidan tersebut menjadi prooksidan.

Pengaruh jumlah konsentrasi pada laju oksidasi tergantung pada struktur antioksidan, kondisi dan sample yang diuji. Ada empat kemungkinan mekanisme penghambat tersebut yaitu, pemberian hidrogen, pemberian elektron. Penambahan lipida pada cicin aromatik dan pembentukan kompleks.

### **5.9. Zat Mineral Anorganik Esensial**

Mineral sebagai makanan yang diperlukan tubuh sma halnya seperti asam amino, energi, vitamin dan asam lemak esensial. Unsur-unsur mineral yang sering defisien dalam ransum unggas adalah kalsium, fosfor, natrium, khlor, mangan dan zinkum. Ransum yang tersusun dari bahan makanan biasa dapat defisien terhadap unsur-unsur tersebut, kecuali bila ditambah dengan sumber-sumber khusus.

Ransum unggas biasanya membutuhkan suplementasi kalsium, posfor, natrium, klorin, potasium, seng, mangan, dan selenium pada periode starter, growing, laying dan breeding. Magnesium seringkali tidak di tambahkan dalam bahan pakan unggas, sedangkan tembaga dan sulfur umumnya cukup dalam pakan unggas kalsium.

Pada kebanyakan ternak, dua mineral yang disuplementasi terbesar adalah Ca dan P. Pada hewan ransum hewan monogasrik, misalnya babi dan unggas yang berbahan dasar jagung dan bungkil kadele kemungkinan terjadi defisiensi P karena jagung dan bungkil kedele yang digunakan lebih dari 80%. Umumnya pakan biji-bijian secara organik disusun oleh P-phytat, suatu bentuk yang tidak baik untuk ternak non ruminansia. Pada umumnya ransum ternak kekurangan Ca dan P untuk itu harus itu ditambahkan dalam pakan. Fungsi utama kalsium dalam tubuh ternak adalah untuk pembentukan tulang dan gigi, pembekuan darah, sedangkan defisiensi kalsium dapat mengakibatkan terganggunya pertumbuhan, penurunan konsumsi pakan, laju metabolik basal tinggi, kepekaan dan aktivitas menurun, serta mengakibatkan osteoporosis.

### 1. Pospor

Keseimbangan Ca dan P mempunyai pengaruh untuk bertahan hidup selama periode stres panas akut. Diperlihatkan hubungan langsung antara posfor plasma dan waktu bertahan hidup, dan berhubungan terbalik dengan kalsium plasma. Ayam yang mengkonsumsi ransum dengan Ca rendah dan kandungan P tinggi mempunyai kemampuan untuk bertahan hidup lebih baik. Beberapa fungsi pospor adalah untuk pembentukan tulang dan gigi, pelepasan energi tubuh dan merupakan bagian dari DNA dan RNA serta bagian banyak enzim. Gejala kekurangan P antara lain bulu kasar nafsu makan berkurang, pertumbuhan lambat dan pica.

### 2. Potasium

Kebutuhan K pada ayam yang sedang masa pertumbuhan meningkat dengan meningkatnya temperatur lingkungan. Konsentrasi K darah menurun pada ayam yang tumbuh di lingkungan temperatur tinggi. Kebutuhan K meningkat dari 0,04% dalam ransum pada suhu 25,7°C menjadi 0,6% pada suhu 37,8°C. K dapat ditambahkan dalam air minum sebanyak 0,24-0,3% K dalam bentuk KCl. Fungsi utama kalsium adalah untuk memelihara keseimbangan elektrolit dan sebagai aktivator enzim. Defisiensi potasium dapat mengakibatkan kerusakan jantung menurunnya berat badan dan nafsu makan dan pertumbuhan bulu kasar.

### 3. NaCl

Bahan makanan yang berasal dari tumbuh-tumbuhan yang digunakan dalam ransum biasanya agak rendah kandungan natrium dan klorinya. Natrium yang ditambahkan sebagai garam biasanya dicampurkan dalam unggas sejumlah 0,25-0,50%. Suplemen NaCl dibutuhkan pada daerah yang temperturnya tinggi karena di iklim panas hewan kehilangan NaCl lewat keringat. Supplementasi Na umumnya diberikan dalam bentuk garam umum karena palatable, harganya relatif murah dan ketersediaannya banyak. Pada unggas, suplementasi garam hanya sedikit bertujuan menurunkan tingkat kelembaban ekskreta. Beberapa fungsi NaCl adalah untuk mempertahankan tekanan osmotik darah, memelihara cairan tubuh dan sekresi saliva, sedangkan defisiensi NaCl mengakibatkan nafsu



makan berkurang, bulu kasar, bobot badan turun dan produksi berkurang.

#### 4. Magnesium

Hampir semua pakan ternak mengandung Mg dalam jumlah yang cukup. Penggunaan kapur dolemitik (Mg tinggi) dalam pakan dapat merusak fungsi kalsium karena kandungan Mg yang tinggi. Fungsi utama magnesium adalah sebagai aktivator enzim, bagian dari kerangka, sedangkan defisiensi Mg ditandai dengan berkurangnya nafsu makan, saliva yang berlebihan dan kekejangan otot.

#### 5. Mineral Mikro

Mineral mikro dibutuhkan oleh ternak dalam jumlah sedikit mencakup mangan, zinkum, farrum, molibdenum, selenium, dan koblat. Meskipun dibutuhkan dalam jumlah yang sedikit, mineral mikro sangat penting bagi ternak. Ketersediaan mineral mikro yang bervariasi dalam bahan makanan dan adanya khelat harus diperhatikan supaya ternak tidak mengalami defisiensi atau kelebihan mineral-mineral.

#### 6. Seng (Zn)

Seng merupakan yang defisien dalam hampir semua bahan baku yang ada di Indonesia. Kandungan seng beberapa bahan baku hanya sekitar 35-50 ppm. Seng tersebar hampir di seluruh tubuh ternak dan berfungsi sebagai kofaktor enzim yang berperan dalam proses kofaktor disebut metalloenzyme. Dengan kofaktor seng banyak berperan dalam proses metabolisme karbohidrat, energi, sintesa protein dan asam nukleat serta mekanisme respirasi. Metalloenzyme juga berfungsi dalam sekresi hormon terutama insulin dan glukagon.

Beberapa enzim yang menggunakan seng sebagai kofaktor adalah : karonat, anhidrase, karboksi peptidase, A dan B, alkaline posfatase, RNA dan DNA polimerase serta Timidyn kinase. Anhidrase (respirasi) yaitu pengaturan CO<sub>2</sub> dalam tubuh. Posfatase alkalin adalah enzim nonfungsional dalam darah. Enzim ini berperan dalam proses fosforilasi dengan ATP sebagai substrat yang akan membentuk ADP atau mekanisme pengaturan tinggi energi peptidase karboksi berperan dalam proses metabolisme protein. Enzim ini dapat meningkatkan pencernaan protein kasar.

Proses penyerapan seng pada ternak ruminansia terbesar atau optimal terdapat di duodenum bagian depan. Absorpsi mineral seng sangat dipengaruhi oleh jumlah danimbangan mineral lainnya, kandungan seng pakan dan betuk seng diserap. Keberadaan ion-ion  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{+3}$  dan Cu sangat mempengaruhi penerapan seng. Kondisi ini akan menyebabkan terjadinya defisiensi seng dalam tubuh.

### **5.10. Asam Amino**

Lisin merupakan salah satu asam amino yang bersifat basa lemah dan mempunyai sifat triprotik(bila terionisasi akan menghasilkan 3 proton yaitu alfa-COOH, alfa  $NH_3$  dan alfa  $NH_4$ ). Asam amino ini sangat labil sehingga mudah sekali mengalami kerusakan seperti akibat panas (heat damage) yang dapat mengakibatkan pencoklatan (browning reaction atau millard reaction). Reaksi pencoklatan ini terjadi karena adanya panas yang menyebabkan terbentuknya ikatan antara gugus amina yang bermuatan positif dengan gugus yang bermuatan negatif seperti gugus karboksil dari asam amino lain, ikatan ini tidak akan bisa dilepaskan oleh enzim-enzim dalam saluran pencernaan. Hal inilah yang sering menyebabkan pakan berkadar protein tinggi tetapi mempunyai tingkat kecernaan yang rendah.

Lisin merupakan salah satu asam amino yang seringkali defisien dalam berbagai bahan pakan sumber protein nabati (lisin, metionin dan triptophan). Pakan ternak di Indonesia sebagian besar menggunakan serelia rendah kandungan lisinnya seperti jagung, gandum dan dedak padi. Hanya serelia khusus hasil rekayasa genetik yang mempunyai kandunga lisin yang tinggi seperti jagung opaque 2 com. Lisin sangat dibutuhkan dalam proses penyerapan nutrients pakan di usus (ileal absorption) karena lisin merupakan alah satu komponen dalam lapisan mukosa usus.

Asam amino ini sangat penting peranannya dalam berbagai proses metabolisme dalam tubuh ternak karena lisisn merupakan asam amino esensial yang tidak dapat disintesis dalam tubuh ternak dan sangat mudah dirombak strukturnya dalma saluran pencernaan terutama di rumen. Pada proses pencernaan protein, asam amino yang

merupakan komponen penyusun protein akan mengalami degradasi atau pelepasan gugus-gugus komponen penyusunnya (deaminasi). Gugus amina yang dilepaskan pada akhirnya akan digunakan kembali untuk menyusun asam amino lain bersama kerangka karbon, mineral dan energi lainnya. Dalam proses katabolisme asam amino di saluran pencernaan ruminansia memerlukan proses penggabungan gugus amina (transaminasi) kecuali asam amino lisin, prolin dan hidroksi prolin. Apabila asam amino lisin dan treonin terdegradasi (terdeaminasi) di dalam rumen maka gugus aminanya tidak dapat lagi digunakan untuk pembentukan asam amino lisin yang baru maupun asam amino lainnya. Proses ini akan menyebabkan asam amino lisin akan terdegradasi menjadi asam pipecolat yang tidak berguna bagi ternak.

Penyerapan lisin terbesar terjadi di usus. Sementara asam amino lisin cenderung dirombak secara total dalam rumen. Oleh karena itu untuk menjamin terjadinya asam amino lisin bagi induk semang maka pemberian lisin haruslah dalam bentuk yang dilindungi dari degradasi rumen. Untuk itu dalam pemberian lisin terhadap ternak ruminansia perlu diberikan bahan pelindung diantaranya adalah:

- a. Gambir. Gambir termasuk ke dalam suku kopi-kopian. Batangnya berkayu tetapi umunya tumbuh memanjat pada tanaman disekitarnya (pohon) dengan bantuan alat pengait. Gambir (*Uncaria gambir (hunter) Roxb*) tumbuh liar di hutan-hutan Sumatera, Kalimantan dan Semenanjung Malaysia. Mempunyai bentuk bulat telur atau lonjong tersusun berhadap-hadapan. Perbungaan bundar menyerupai bola kasti. Bunga-bunga keluar dari pusat tersusun seperti jari-jari, buahnya kecil kurang lebih 2 cm panjangnya dan mempunyai biji yang sangat banyak. Daun gambir mengandung dua macam zat kimia yang sangat penting yaitu Catechin dan Catechu-tanic yang merupakan sumber asam tannin alami. Untuk mendapatkan gambir yang sehari-hari, dilakukan dengan cara merebus daun dan tangkai daun gambir, kemudian diperas, air perasan ini lalu diendapkan. Bila sudah mengendap airnya dibuang dan endapan yang didapat berupa gambir dicetak dan dikeringkan. Gambir yang didapat dari daun muda lebih baik mutunya. Senyawa catecin dan asam catechu-

tanin biasanya terdapat dalam daun. Senyawa catecin umumnya tidak larut dalam air dingin, namun akan lebih cepat larut dalam air panas, berbentuk kristal berwarna kuning. Asam catechu tanin dapat larut air dingin dan berwarna coklat kemerahan. Jika larutan gambir diendapkan akan terbentuk endapan berwarna coklat. Larutan gambir dalam air dingin merupakan sumber asam tannin yang dapat digunakan sebagai larutan pelindung sumber protein ternak dari degradasi dalam rumen.

- b. Formaldehid. Formalin atau disebut juga larutan formaldehid adalah larutan yang mengandung kira-kira 37% gas formaldehid dalam air. Biasanya ditambahkan metanol 10-15% untuk menghindari polimerisasi. Larutan ini sangat kuat dan dikenal dengan formalin 100% atau formalin 40% yang mengandung 40% formaldehid dalam 100 ml pelarut. Formaldehid mudah larut dalam air sampai kadar 55%, sangat reaktif dalam suasana alkalis serta bersifat sebagai pereduksi yang kuat, mudah menguap karena titik didihnya yang rendah yaitu  $-21^{\circ}\text{C}$ . Formaldehid juga mudah larut dalam pelarut polar seperti alkohol dan sedikit larut dalam pelarut nonpolar misalnya toluen, kloroform dan etil asetat. Penggunaan formalin dengan dosis yang tepat pada beberapa protein bahan makanan seperti casein dapat menaikkan retensi nitrogen, menaikkan pertumbuhan wol dan kenaikan bobot hidup yang lebih cepat.

Kapsulasi bahan pakan sumber protein menyebabkan lisin dapat di *by pass* dan masuk khusus sehingga lebih dimanfaatkan oleh hewan inang. Pada dasarnya rumen adalah organ produksi karena mempunyai sistem reduksi potensial negatif, sehingga cenderung mereduksi senyawa-senyawa di dalam rumen. Sedangkan untuk mendapat penampilan ternak yang lebih baik diperlukan asam amino yang sampai ke usus lebih banyak dan lengkap.

### **5.11. Suplementasi lain**

Suplemen derivat salsilat yang lebih dikenal dengan aspirin dapat diberikan pada ternak sebagai anti-inflamasi dan antipiretik (penurunan suhu tubuh) namun perlu dipertimbangkan agar pemakaian

dibatasi dan tidak terus menerus sebab dikhawatirkan dapat mengganggu fungsi ginjal.

Pemberian *growth promotor* berupa virginiamisin dengan kadar 15-20 ppm juga diketahui berperan dalam heat antistress. Seperti diketahui virginiamisin mempunyai efek proteksi secara kombinasi dalam respon imunitas dan menurunkan produksi panas metabolisemenya belum diketahui. Juga belum diketahui mengenai pemakaian *growth promotor* yanglain pada efek yang sama seperti diatas.

Pada umumnya obat-obatan anticoccidial mempunyai efek yang relatif merugikan dalam kaitannya mengatasi *heat stress* pada ayam. Diantara kelompok antikoksi, obat Nocarbazin dikenal sebagai penurun heat tolerance pada semua spesies ternak, walau sekecil apapun dosisnya. Mekanisme hal tersebut belum jelas diketahui. Oleh karena itu pemakaian Nicarbazin tidak dianjurkan pada daerah yang bersuhu tinggi. Demikian juga dengan pemakaian monensin di pakan. Monensin sebagai antioksidan dapat menurunkan asupan air yang sangat vital dibutuhkan ayam selama cuaca panas.

Penggunaan betain di dalam pakan atau air minum juga diketahui dapat mengurangi dampak heat stress pada ayam. Betaine adalah suatu zat yang terdapat secara alami di banyak tanaman dan hewan. Fungsinya pada metabolisme bangsa burung adalah sebagai donor grup metil untuk sintesis di banyak senyawa yang penting di dalam tubuh hewan seperti protei DNA/RNA, asam nukleat dan kolin. Betaine juga berperan sebagai osmolyte, yaitu membantu memelihara keseimbangan air seluler dan melindungi sel serta jaringan dari dampak dehidrasi dan selama inaktivasi osmotik.

## **BAB 6**

### **SIFAT FISIK PAKAN**

Keberhasilan Pengembangan Teknologi Pakan Seperti pengadukan ransum. Laju aliran pakan dalam organ pencernaan, proses absorpsi dan deteksi kandungan protein, semuanya terkait erat dengan pengetahuan tentang sifat fisik pakan. Pengetahuan sifat fisik bahan penting dalam proses penzimpanan, pengolahan dan pengeringan bahan. Sifat fisik merupakan sifat dasar suatu bahan yang mencakup aspek yang sangat luas dan menentukan kualitas dari produk yang dihasilkan. Sifat fisik pakan banyak dipengaruhi oleh distribusi ukuran partikel, bentuk dan karakteristik permukaan suatu bahan.

Pengujian sifat fisik ransum ternak biasanya terdiri dari kerapatan, kadar air, daya serap air, pengembangan tebal dan keteguhan lentur. Pengujian sifat fisik ransum biasanya digunakan untuk mengetahui kualitas ransum sehingga dapat menentukan komoditi yang cocok untuk produksi, penciptaan maupun penganekaragaman produk pakan yang baru.

Ada dua faktor yang mempengaruhi sifat fisik pakan yaitu karakteristik bahan dan ukuran partikel. Sifat fisik pakan dipengaruhi oleh proses pengolahan dan bahan baku pakan serta mencakup beberapa aspek meliputi ukuran, bentuk, tekstur, warna dan penampakan. Bentuk fisik ransum dapat digunakan untuk menduga daya simpan, cara penumpukan, kebutuhan ruang penyimpanan dan kebutuhan lainnya. Sifat ransum yang erat hubungannya dengan usaha penyimpanan adalah kadar air, ukuran dan bentuk, sifat curah, denistas atau kerapatan, komposisi kimia dan indikator kerusakan, tingkat ketahanan dan kebersihan dan sifat fisik maupun kimia.

#### **6.1. Kadar Air**

Peranan air dalam suatu bahan biasanya sebagai kadar air dan aktivitas air. Kandungan air suatu bahan tidak konstan. Hal ini dipengaruhi oleh jenis bahan, suhu dan kelembapan udara sekitarnya.

Pada umumnya kadar air sangat berpengaruh terhadap mutu bahan pakan, hal ini merupakan salah satu sebab mengapa dalam pengolahan bahan makanan air sering dikeluarkan atau dikurangi dengan cara penguapan atau pengentalan dan pengeringan.

Kadar air adalah jumlah air yang terkandung didalam satu bahan pakan yang dapat dinyatakan berdasarkan berat basah atau berat kering. Kadar air berdasarkan berat basah adalah perbandingan antara berat air dalam suatu bahan dengan berat total bahan, sedangkan kadar air berdasarkan berat kering adalah perbandingan antara berat air suatu bahan dengan berat kering bahan tersebut.

Air yang terdapat dalam suatu bahan menurut derajat koefisiennya terbagi menjadi 4 tipe sebagai berikut.

1. Tipe 1. Adalah molekul air yang terikat pada molekul lainnza melalui suatu ikatan hidrogen yang berenergi besar. Air ini tipe dapat membeku pada proses pembekuan, tetapi sebagian air ini dapat dihilangkan dengan cara pengeringan biasa.
2. Tipe 2. Adalah molekul-molekul air membentuk ikatan hidrogen dengan molekulair lain. Air tipe ini lebih sulit dihilangkan, dan apabila dihilangkan akan mengakibatkan penurunan Aktivitas air ( $A_w$ ), apabila dihilangkan sebagian, maka pertumbuhan mikroba, reaksi browning, hidrolisis atau oksidasi lemak dapat dikurangi, sedangkan apabila air ini dihilangka semuanya, kadar air berkisar 3-7% dan kestabilan produk suatu bahan akan tercapai, kecuali pada produk-produk yang dapat mengalami oksidasi akibat adanya kandungan lemak tidak jenuh dari bahan..
3. Tipe 3. Adalah air yang secara fisik terikat dalam jaringan matriks bahan. Air tipe ini mudah diuapkan dan dapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan mikroba dan media bagi reaksi-reaksi kimiawi. Apabila air ini diuapkan seluruhnza kandungan air bahan berkisar 12-255 dengan  $A_w$  kira-kira 0,8 tergantung dari jenis bahan dan suhu. Air tipe ini disebut dengan air bebas.
4. Tipe 4. Adalah air yang tidak terikat dalam jaringan suatu bahan atau air murni.

Kadar air sangat menentukan kualitas bahan pakan, semakin tinggi nilai kadar air suatu bahan pakan maka kualitasnza semakin

jelek karena bahan pakan akan terserang jamur yang dapat merusak bahan dan meracuni ternak sehingga perlu dilakukan pengeringan yang bertujuan untuk mengurangi kadar air suatu bahan pangan.

Kadar air pada permukaan bahan pakan dipengaruhi oleh kelembapan nisbi (RH) udara sekitarnya. Bila kadar air bahan rendah sedangkan RH disekitarnya tinggi, maka akan terjadi penyerapan uap air dari udara sehingga bahan menjadi lembab atau kadar airnya menjadi lebih tinggi. Kadar air sangat berpengaruh terhadap kerapatan tumpuk maka akan terjadi penyerapan uap air dari udara sehingga bahan menjadi lembab atau kadar airnya menjadi lebih tinggi. Kadar air sangat berpengaruh terhadap kerapatan tumpukan dan kerapatan pemadatan tumpukan.

Kadar air suatu bahan dapat diukur dengan berbagai cara. Metode pengukuran umum dilakukan di laboratorium adalah dengan pemanasan di dalam oven atau dengan destilasi. Kadar air bahan merupakan jumlah air total yang dikandung dalam bahan pakan, tanpa memperlihatkan konsisi atau derajat keterikatan air. Bahan pakan dengan kadar air kurang dari 14% mempunyai tingkat keawetan dan daya simpan lebih lama dalam keadaan segar pada kadar air yang lebih tinggi. Bahan pakan yang berkadar air tinggi maka akan terjadi penyerapan uap air dari udara sehingga bahan menjadi lembab atau kadar airnya menjadi lebih tinggi. Kadar air sangat berpengaruh terhadap kerapatan tumpukan dan kerapatan pemadatan tumpukan.

Kadar air suatu bahan pakan biasanya dilakukan dengan metode pemanasan (AOAC, 1984). Caranya adalah dengan menimbang cawan aluminium (X gram). Sampel sebanyak 5 gram (Y gram) dimasukkan kedalam cawan aluminium tadi, kemudian cawan dimasukkan kedalam oven pada suhu 105°C selama 24 jam. Pendinginan dilakukan dalam desikator selama 30-60 menit. Setelah itu cawan ditimbang lagi (Z gram).

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{(X + Y) - Z}{Y} \times 100\%$$



## 6.2. Aktivitas Air

Jumlah air yang terdapat dalam bahan pangan atau larutan dikenal sebagai aktivitas air. Aktivitas air suatu bahan pakan merupakan air bebas yang terkandung dalam bahan pakan yang dapat digunakan oleh mikroba untuk pertumbuhannya. Semakin tinggi  $A_w$  suatu bahan maka semakin tinggi pula kemungkinan tumbuhnya jasad renik dalam bahan pakan tersebut. Aktivitas air bahan pakan terbagi jadi 3 bagian, yaitu isoterm lokal (IL)-1 dimana nilai  $A_w$ nya berada dibawah nilai 0,25-0,75 dan IL3 dimana  $A_w$ nya lebih dari 0,75.

Aktivitas air yang baik untuk menyimpan suatu bahan adalah  $A_w$  dibawah 0,70 atau pada kelembaman relatif di bawah 70%. Suatu bahan dengan kadar air rendah atau aktivitas air rendah relatif lebih awet atau stabil dibandingkan dengan bahan yang memiliki kadar air atau aktivitas air tinggi.

Mikroba hanya dapat tumbuh pada kisaran  $A_w$  tertentu, oleh karena itu untuk mencegah pertumbuhan mikroba  $A_w$  bahan pakan harus diatur. Kadar air bahan pakan tidak selalu berbanding lurus dengan  $A_w$ nya. Besarnya  $A_w$  minimum untuk tumbuhnya mikroba dapat dilihat pada Tabel 6.1.

Tabel 6.1. Nilai  $A_w$  Minimum dari Beberapa Mikroba

Mikroba	$A_w$
Bakteri	0,9
Ragi	0,88
Kapang	0,80
Bakteri Halofilik	0,75
Bakteri Xerofilik	0,65
Ragi Osmotik	0,61

Sumber. Winarno *et al* (1980)

Aktivitas air biasa dilakukan dengan menggunakan  $A_w$  meter. Caranya adalah sebagai berikut,  $A_w$  meter terlebih dahulu dikalibrasi dengan larutan garam Barium Klorida ( $BaCl_2$ ). Larutan kemudian dibiarkan selama tiga menit, setelah itu jarum  $A_w$  ditera sampai menunjukkan angka 0,9, karena garam  $BaCl_2$  mempunyai kelembaman jenuh sebesar 90%. Pengukuran aktivitas air dengan memasukkan

ransum ke dalam Aw meter sampai menutupi permukaan, kemudian ditutup dan dibiarkan selama tiga menit, setelah itu pembacaan dapat segera dilakukan.

### **6.3. Daya Serap Air (Faktor Higroskopis)**

Faktor higroskopis (daya serap air) adalah perubahan kandungan air dalam suatu bahan pakan dalam jangka waktu 1 jam. Faktor higroskopis dapat digunakan untuk mengetahui dan membandingkan higroskopisitas atau kemampuan suatu bahan pakan untuk menyerap air. Daya serap air dan pengembangan tebal merupakan indikator stabilitas dimensi ransum terhadap penyerapan air disekelilingnya untuk berikatan dengan partikel bahan atau tertahan pada pori antar partikel bahan. Selain itu penyerapan air oleh ransum juga mengindikasikan kemampuan ransum melunak jika terkena saliva ternak. Dengan kondisi tersebut diharapkan ransum tetap dapat dikonsumsi oleh ternak walaupun memiliki tekstur yang terlihat kokoh dan berkepadatan cukup tinggi.

Daya serap air memegang berbagai peranan penting. Pertama, perubahan tekstur (penggumpalan) sehingga kemampuan mengalir pakan selama penyimpanan akan terganggu. Pakan yang mempunyai faktor higroskopis tinggi sebaiknya disimpan pada kelembaban rendah serta tidak dibongkar atau diaduk saat kelembaban udara tinggi. Kedua, kecepatan menyerap air dapat digunakan untuk menduga nilai nutrisi hijauan dan sisa hasil pertanian. Ketiga, faktor higroskopis mempengaruhi keadaan dalam saluran pencernaan. Semakin tinggi daya ikat air maka volume cairan dan laju aliran pakan dalam rumen akan semakin rendah. Apabila nilai faktor higroskopis suatu pakan diketahui, maka perubahan kandungan air selama pakan disimpan dalam jangka waktu tertentu dapat diduga. Semakin halus ukuran partikel, maka semakin banyak air yang terabsorpsi sebanding luas permukaan per satuan berat bertambah, sehingga komoditi mempunyai daya absorpsi pada permukaan yang berbeda-beda.

Pengukuran faktor higroskopis dilakukan dengan cara menempatkan ransum untuk masing-masing sampai 5 gram ke dalam cawan aluminium, kemudian masukkan ke dalam oven pada suhu kamar yang mempunyai kelembaban 100%. Kelembaban dari oven

diusahakan dengan menggunakan sejumlah air panas (4,5 liter) yang diletakkan dalam tiga buah ember plastik dan diganti setelah 3 jam di dalam oven. Kandungan air ransum diukur sebelum dan sesudah disimpan, sehingga diperoleh perubahan air selama disimpan.

Faktor higroskopis dihitung dengan menggunakan rumus:

$$FH = \frac{\% \text{ Perubahan kandungan air dalam 6 jam}}{6 \text{ jam}}$$

Air yang diserap pakan menyebabkan partikel bahan keing tidak terlarut menjadi jenuh, kemudian partikel tersebut akan mengembang dan lebih mudah didegradasi oleh mikroba rumen sehingga dapat meningkatkan laju pengosongan isi rumen. Terdapat korelasi positif antara sifat fisik dan komposisi nutrisi bahan pakan, terutama antara daya serap air atau daya mengikat air partikel dengan fraksi serat (NDF, ADF, hemiselulosa dan selulosa) kecuali lignin. Kandungan serat dari bahan yang berbeda akan berbeda pula daya mengikat airnya, tergantung pada komposisi kimia dan struktur fisik partikel pakan. Perbedaan dalam daya mengikat air ini pada berbagai pakan dapat dipengaruhi volume cairan dan laju aliran rumen.

#### **6.4. Berat Jenis**

Berat jenis disebut juga dengan berat spesifik, merupakan perbandingan antara berat bahan dengan volumenya. Berat jenis memegang peranan penting dalam berbagai proses pengolahan, penanganan, dan penyimpanan. Berat jenis merupakan faktor penentu kerapatan tumpukan dan memberikan pengaruh besar terhadap daya ambang partikel. Berat jenis bersama dengan ukuran partikel bertanggung jawab terhadap homogenitas penyebaran partikel dengan perbedaan berat jenisnya cukup besar, maka campuran ini tidak stabil dan mudah terpisah kembali. Berat jenis sangat menentukan tingkat ketelitian dalam proses penakaran secara otomatis pada pabrik pakan, seperti dalam proses pengemasan dan pengeluaran bahan dari dalam silo untuk dicampur atau digiling. Berat jenis diukur dengan menggunakan prinsip hukum Archimedes, yaitu dengan melihat volume aquades pada gelas ukur 100 ml setelah dimasukkan bahan-bahan ke dalamnya.

## 6.5. Kerapatan Tumpukan

Kerapatan tumpukan adalah perbandingan antara berat dan bahan dengan volume ruang yang ditempati. Nilai kerapatan menunjukkan porositas dari bahan, yaitu jumlah rongga udara yang terdapat di antara partikel bahan. Kerapatan sering diasumsikan sebagai kepadatan, karena semakin padat suatu benda khususnya pakan dalam bentuk pellet, wafer maupun blok maka semakin berkurang rongga antar partikel bahan/

Kerapatan merupakan suatu ukuran kekompakan suatu partikel dalam lembaran dan sangat tergantung pada kerapatan bahan baku yang digunakan dan besarnya tekanan kempa yang diberikan selama proses pembuatan ransum. Kerapatan tumpukan berpengaruh terhadap daya campur dan ketelitian penakaran secara otomatis, sebagaimana halnya berat jenis. Sifat ini juga memegang peranan penting dalam memperhitungkan volume ruangan yang dibutuhkan suatu bahan dengan berat tertentu seperti dalam alat pencampur, elevator dan silo.

Kerapatan suatu bahan ransum dapat mempengaruhi tingkat konsumsi dan dapat mempengaruhi tingkat palatabilitas terhadap ternak. Ransum dengan kerapatan yang terlalu tinggi tidak begitu disukai oleh ternak karena terlalu padat sehingga sulit untuk dikonsumsi oleh ternak. Nilai kerapatan tumpukan cenderung menurun dengan penurunan nilai kadar air dan ukuran partikel. Nilai kerapatan tumpukan akan meningkat dengan semakin tingginya kadar air.

Faktor utama yang mempengaruhi kerapatan adalah massa jenis bahan baku dan pemadatan hamparan pada mesin kempa. Papan serat tidak akan memiliki kerapatan yang seragam karena adanya lapisan disebabkan oleh distribusi besar partikel, perekat, kerapatan partikel, kadar air bahan baku dan panas yang digunakan selama pengempaan oleh mesin kempa. Semakin padat suatu ransum maka kerapatannya dapat dikatakan semakin tinggi. Pakan yang mempunyai kerapatan yang terlalu tinggi akan memberikan tekstur yang padat dan keras sehingga mudah dalam penanganan baik penyimpanan dan guncangan pada saat transportasi dan diperkirakan akan lebih lama dalam penyimpanan. Sebaliknya pakan yang kerapatan rendah akan memperlihatkan bentuk pakan yang tidak terlalu padat dan tekstur

yang lebih lunak serta porous (berongga), sehingga diperkirakan hanya. Sebaliknya pakan yang kerapatan rendah akan memperlihatkan bentuk pakan yang tidak terlalu padat dan tekstur yang lebih lunak serta porous (berongga), sehingga diperkirakan hanya dapat bertahan dalam penyimpanan beberapa waktu saja.

Pencampuran bahan dengan ukuran partikel yang sama, tetapi terdapat perbedaan yang besar dalam kerapatan tumpukan (lebih dari 500 kg/m<sup>3</sup>), maka bahan sulit dicampur serta mudah terpisah kembali. Bahan yang mempunyai kerapatan tumpukan rendah (kurang dari 450 kg/m<sup>3</sup>) membutuhkan waktu untuk mengalir lebih lama serta dapat ditimbang lebih teliti dengan alat penakar otomatis, baik volumetris maupun gravimetris, sedangkan pakan dengan kerapatan tumpukan tinggi (lebih tinggi 1000 kg/m<sup>3</sup>) bersifat sebaliknya.

Kerapatan tumpukan dihitung dengan cara membagi berat ransum dengan ruang yang ditempatinya,

$$KT = \frac{\text{Bobot bahan}}{\text{Volume ruangan yang dipakai}}$$

### **6.6. Kerapatan Pemadatan Tumpukan**

Kerapatan pemadatan tumpukan merupakan perbandingan berat bahan terhadap ruang yang ditempati setelah melalui prose pemadatan (seperti penggoyangan). Tingkat pemadatan dan densitas bahan sangat menentukan kapasitas dan akurasi pengisian tempat penyimpanan seperti silo, kontainer dan kemasan. Kerapatan pemadatan dan densitas bahan sangat menentukan kapasitas dan akurasi pengisian tempat penyimpanan dan pengemasan. Perbedaan cara pemadatan akan mempengaruhi pada nilai kerapatan pemadatan tumpukan.

Kerapatan pemadatan tumpukan dihitung dengan cara membagi berat ransum dengan ruang yang ditempatinya setelah pemadatan,

$$KT = \frac{\text{Bobot bahan}}{\text{Volume ruangan yang dipakai setelah pemadatan}}$$

## 6.7. Sudut Tumpukan

Sudut tumpukan merupakan sudut antar bidang datar dengan kemiringan tumpukan yang terbentuk jika bahan dicurahkan serta menunjukkan kriteria kebebasan bergerak partikel dari suatu tumpukan bahan. Semakin bebas suatu partikel bergerak, maka sudut tumpukan yang terbentuk juga semakin kecil. Pergerakan partikel yang ideal ditunjukkan oleh ransum bentuk padat, dengan sudut tumpukan berkisar 20-50°. Beberapa aplikasi dari sudut tumpukan pada proses pengolahan, penanganan dan penyimpanan.

- a. Sudut tumpukan akan mempengaruhi flowability atau daya alir suatu bahan dan terutama akan berpengaruh terhadap kecepatan dan efisiensi proses pengosongan silo secara vertikal pada saat memindahkan bahan menuju unit penimbangan atau pada saat pencampuran bahan.
- b. Sudut tumpukan berpengaruh terhadap efisiensi pengangkutan bahan secara mekanik. Kemudahan dan kecepatan pengangkutan suatu bahan dengan traktor sekop (shovel) atau conveyor akan sangat dipengaruhi oleh besarnya sudut tumpukan.

Pengukuran sudut tumpukan merupakan metode yang cepat dan produktif untuk menentukan laju alir bahan. Pada bahan yang alirannya cepat, puncaknya sering datar sedangkan pada bahan yang alirannya lambat cenderung menumpuk di permukaan corong sehingga sering menyumbat saluran corong.

## 6.8 Pengembangan Tebal

Pengembangan tebal pada material yang berfungsi menunjukkan kemampuan perubahan volume tebal setelah perlakuan perendaman. Variabel yang paling penting dengan pengembangan tebal adalah penyerapan air.

Nilai pengembangan tebal dapat digunakan untuk menduga sejauh mana ransum dapat mengembang jika terkena saliva ternak. Secara umum pengembangan tebal berbanding lurus dengan daya serap air. Pakan yang dibuat dengan kerapatan rendah akan mengalami pengembangan yang lebih besar pada saat pembuatan, sehingga bila

direndam dalam air akan terjadi pembebasan tekana yang lebih besar yang mengakibatkan pengembangan tebal menjadi lebih tinggi.

### **6.9. Kelarutan**

Kelarutan suatu bahan akan mempengaruhi kecepatan degradasi pakan tersebut sehingga akan mempengaruhi laju aliran rumen. Bahan kering pakan dibedakan menjadi fraksi terlarut dan fraksi tidak terlarut. Fraksi terlarut diperkirakan sebagian besar di degradasi dalam rumen, sedangkan fraksi bahan tidak terlarut dapat didegradasi pada kecepatan yang berbeda tergantung sifat fisik dan komposisi kimia dari partikel tersebut.

### **6.10. Stabilitas Pellet**

Pengujian stabilitas pellet ini dilakukan dengan merendam satu buah pellet dengan gelas atau akuarium yang diisi air. Mengamati dan mencatat waktu yang digunakan pellet untuk hancur dengan menggunakan stopwatch. Banzakna air kurang lebih 1 liter. Setiap 30 menit pengamatan dilakukan pengadukan secara perlahan-lahan dengan menggunakan penggaris mika untuk melihat tingkat hancur dan larutnya pakan tersebut dalam air. Kriteria pecahnya pelet adalah pelet berubah jadi remah, terpisah satu sama lain atau hancur sama sekali.

### **6.11. Keteguhan Lenturan**

Keteguhan lenturan merupakan indikator yang menunjukkan kemampuan ransum menahan beban serta menunjukkan kekerasan tekstur ransum. Kandungan zat ekstraktif seperti senyawa karbohidrat yang terkandung pada bahan penyusun ransum dapat mengurangi keterikatan sehingga akan menghasilkan keteguhan rekat yang rendah.

Semakin rendah kadar air ransum, maka kekerasan teksturnya semakin tinggi dan kerenyahan semakin meningkat. Sebaliknya semakin tinggi kadar air maka kekerasan teksturnya semakin rendah dan kerenyahannya semakin menurun. Ransum dengan kekerasan tekstur rendah menunjukkan rendahnya stabilitas dimensi ransum hal

ini disebabkan adanya udara lembab akan mempengaruhi ransum yang lebih porous dibanding ransum yang padat.

## **6.12. Ketahanan Benturan**

Ketahanan pakan terutama dalam bentuk pellet terhadap benturan dapat dirumuskan sebagai persentase banyaknya pellet yang utuh setelah dijatuhkan ke atas sebuah lempeng besi terhadap jumlah pellet semula sebelum dijatuhkan. Ketahanan pellet terhadap benturan dipengaruhi oleh dua faktor utama yaitu komponen penyusun bahan baku dan kondisi bahab.

Komponen bahan baku yang mempengaruhi ketahanan pellet terhadap benturan adalah pati, serat, lemak dan kotoran. Bahan-bahan yang mengandung pati akan mengalami gelatinasi dan berfungsi sebagai perekat untuk menghasilkan pellet yang kuat. Lemak berfungsi sebagai bahan pelicin (pelumas), sehingga pencetakan pellet menjadi lebih mudah. Serat yang ada dalam bahan baku sulit untuk dicetak, tetapi dalam jumlah yang cukup, serat dapat menjadi bahan penguat pellet. Adanya kotoran seperti pasir dan grit akan mengurangi kualitas pellet dan akan mempengaruhi die dan roller pada mesin pellet.

Kondisi bahan yang mempengaruhi ketahanan adalah kandungan air, ukuran partikel dan suhu. Kandungan air yang ada dalam bahan membantu terjadinya gelatinasi pati menjadi bahan perekat pellet selama proses pencetakan berlangsung. Pellet akan memiliki kualitas fisik yang baik apabila bahan yang akan dipellet merupakan campuran bahan yang memiliki ukuran partikel halus dan sedang.

Ketahanan benturan suatu pakan terutama pakan yang dibuat dalam bentuk pelet dapat diukur dengan metode sebagai berikut metode Shatter Test. Metode ini biasa digunakan untuk mengetahui ketahanan pellet terhadap tumukkan atau benturan pada saat pengepakan atau proses transportasi. Uji ini dilakukan dengan menjatuhkan sejumlah sampel bahan di dalam kotak di atas lempeng besi.

Ketahanan pellet terhadap benturan diukur dengan cara menjatuhkan pellet sebanyak 500 gram secara bersamaan dari



ketingginya 1 meter ke atas sebuah lempeng besi, kemudian pellet disaring dengan vibrator ball mil dan dilakukan penimbangan. Ketahanan pellet terhadap benturan dihitung menggunakan rumus,

Ketahanan Pellet terhadap Benturan (%)

$$= \frac{\text{Berat pellet setelah dijatuhkan}}{\text{berat pellet sebelum dijatuhkan}} \times 100\%$$

### 6.13. Durabilitas

Adalah ketahanan pellet terhadap gesekan yang dirumuskan sebagai persentase banyaknya pellet utuh setelah melalui perlakuan fisik dalam durability pellet test terhadap jumlah pellet semula sebelum dimasukkan ke dalam alat.

Durabilitas pellet dipengaruhi oleh kandungan dan jumlah bahan yang digunakan, ukuran pertikel, penggunaan perekat, pendinginan (conditioning) dan jarak antara roller dan die. Kandungan bahan yang mempengaruhi durabilitas pellet adalah pati, gula, protein, serat dan lemak. Adanya panas dan air pada saat pencetakan pellet menyebabkan terjadinya gelatinisasi pati dan membantu terjadinya perekatan partikel. Penambahan lemak lebih dari 5% dalam bahan menyebabkan pellet yang dihasilkan mudah patah. Faktor lain yang mempengaruhi durabilitas pellet adalah diameter pellet. Pellet yang memiliki diameter 3 mm lebih mudah patah dibandingkan dengan pellet berdiameter 6 mm.

Metode *Cocheranne Test* adalah suatu metode untuk uji ketahanan benturan dan gesekan. Uji ini dilakukan dengan memasukkan sampel pellet ke dalam kotak uji yang berputar secara konstan selama 10 menit dengan kecepatan putaran 50rpm.

Ketahanan pellet terhadap gesekan diukur dengan cara memasukkan pellet sebanak 500 gram ke dalam durability pellet tester selama 10 menit dengan kecepatan putaran 50 rpm. Setelah diputar selama 10 menit, pellet disaring dengan menggunakan vibrator ball mil dan dilakukan penimbangan.

Ketahanan pellet terhadap gesekan dapat dihitung dengan menggunakan rumus,

Ketahanan pellet terhadap gesekan

$$= \frac{\text{Berat pellet utuh setelah diputar}}{\text{Berat pelet sebelum diputar}} \times 100\%$$

#### 6.14. Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan dengan metode yang dikemukakan oleh Mudjiman yaitu yang ditetapkan (100, 150, 250, 300, 350, 500, 600, 750, 800, 1000 dan 2600 gram). Pemberat itu dapat diganti sampai pakan hancur. Metode ini biasanya digunakan untuk pengujian kekerasan pellet.

#### 6.15. Palatabilitas

Palatabilitas didefinisikan sebagai respon yang diberikan ternak terhadap pakan yang diberikan dan hal ini tidak hanya dilakukan oleh ternak ruminansia tetapi juga oleh hewan mamalia lainnya terutama dalam memilih pakan yang diberikan. Pemberian ransum atau pakan disamping harus memenuhi syarat-syarat nutrisi yang dibutuhkan dengan jumlah yang tepat, pakan tersebut harus memenuhi syarat-syarat seperti aman untuk dikonsumsi, palatable, ekonomis dan berkadar gizi yang cukup tinggi untuk memenuhi kebutuhan ternak.

Palatabilitas sangat penting karena merupakan gabungan dari beberapa faktor yang berbeda yang dirasakan oleh ternak, yang mewakili rangsangan dari penglihatan, aroma, sentuhan dan rasa yang dipengaruhi oleh faktor fisik dan kimia dari ternak yang berbeda. Khusus ternak domba tidak mempunyai kemampuan untuk membedakan warna merah dan biru sehingga domba merupakan ternak yang buta warna.

Palatabilitas biasanya diukur dengan cara memberikan dua atau lebih pakan kepada ternak, sehingga ternak dapat memilih dan memakan pakan mana yang lebih disukai. Pengujian palatabilitas dapat dilakukan dengan cepat apabila jenis dan ketersediaan pakan yang akan diberikan terbatas. Palatabilitas dapat digambarkan dengan melihat tingkat konsumsi pakan pada ternak. Tingkat konsumsi (*voluntary feed intake*) adalah jumlah pakan yang dikonsumsi oleh

ternak apabila pakan tersebut dibeikan secara *ad libitum*. Secara umum tingkat konsumsi dipengaruhi oleh ternak itu sendiri, makan ya g diberikan dan faktor lingkungan.

## **BAB 7**

### **PELLET**

#### **7.1. Pellet**

Pellet adalah bantuk bahan pakan atau ransum yang dibentuk dengan cara menekan dan memadatkannya melalui lubang cetakan secara mekanis. Proses pembentukan pakan, campuran konsentrat atau ransum komplit menjadi bentuk silinder disebut pelleting.

Proses pembuatan pellet terbagi menjadi 3 tahap:

- a. Pengolahan pendahuluan meliputi pencacahan, pengeringan dan penggilingan
- b. Pembuatan pellet meliputi pencetakan, pendinginan dan pengeringan
- c. Perlakuan akhir meliputi sortasi, penvetakkan dsn penggudangan.

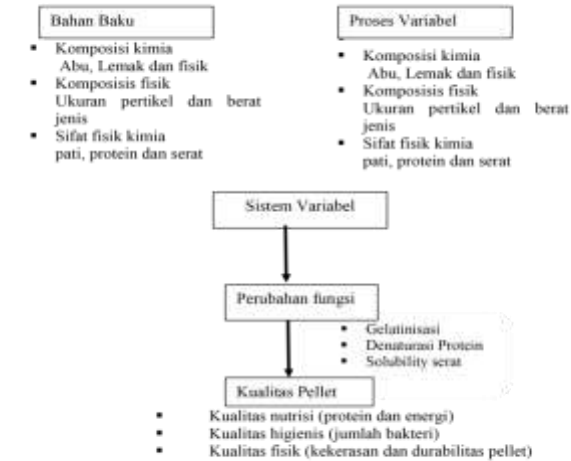
Tujuan dari pembuatan pellet adalah untuk mengurangi sifat berdebu pakan, meningkatkan palatabilitas pakan, mengurangi pakan yang terbuang, mengurangi sifat voluminous pakan dan untuk mempermudah panganan pada saat penyimpanan dan transportasi.

Ada beberapa faktor yang menentukan kualitas pellet yang dihasilkan, yaitu bahan baku, proses variabel, sistem variabel dan perubahan fungsi pakan pada saat pembuatan pellet dapat lihat padam Gambar 7.1

Komponen bahan baku yang menentukan kualitas pellet yang dihasilkan adalah komposisi kimia bahan yaitu kandungan abu, lemak dan nirogen, komponen fisik bahan seperti ukuran, partikel dab berat jenis, dan sifat kimia bahan seperti kandungan pati, protein danserat. Proses variabel yang menentukan kualita pellet yang dihaikan diantaranya adanya uap dan ai pada saat pemuatan pellet, jarak antara roller dan die, kecepatan putaran die, pengaturan pisau pemotong pellet, spesifikasi die dan roller.

Sistem variabel yang menentukan kualitas pellet yang dihasilkan salah satunya adalah konsumsi energi pada saat pembuatan pellet, sedangkan perubahan fungsi pakan yang terjadi pada saat pembuatan pellet adalah terjadinya gelatinisasi pati, denaturasi protein dan solibility. Kualitas pellet yang dihasilkan dapat dilihat dari kualitas

nutrisi seperti kandungan energi dan protein, kualitas higienis yaitu jumlah bakteri yang ada dan kualitas fisik seperti kekerasan dan durabilitas pellet.



Gambar 7.1. Hubungan antara bahan baku, proses dan sistem variabel pembuatan pellet

Pellet terdiri dari 2 tipe, yaitu tipe pellet keras (hard pellet) dan pellet lunak (soft pellet). Pellet keras adalah pellet yang tidak menggunakan molases atau menggunakan molases sebagai bahan perekat kurang dari 10%, sedangkan pellet lunak adalah pellet yang menggunakan molases sebagai perekat sebanyak 30-40%. Pellet yang terbuat dari konsentrat memiliki diameter 5-15 mm dengan panjang pellet 7-20mm dengan panjang pellet yang sama. Pellet untuk anak domba memiliki garis tengah 5 mm dengan panjang 8 mm, sedangkan pellet untuk domba yang sedang tumbuh memiliki dengan panjang pellet 10 mm. Pemberian pellet mempunyai banyak keuntungan diantaranya adalah untuk mengurangi pakan yang terbuang, mengurangi sifat berdebu pakan, meningkatkan palatabilitas pakan dan mengurangi tempat yang dibutuhkan untuk menyimpan pakan. Selain itu keuntungan pemakaian pakan jenis pellet adalah ia dapat meningkatkan konsumsi pakan yang mengandung energi metabolis rendah dan pakan yang memiliki serat kasar tinggi. Dilihat dari segi ekonomis pemakaian jenis pakan ini akan memperpanjang lama penyimpanan dan menjamin keseimbangan zat-zat nutrisi pakan yang

terkandung dalam komposisi pakan, sedangkan kerugiannya antara lain menambah biaya ransum, meningkatkan konsumsi air minum, kotoran unggas menjadi basah dan merusak zat anti nutrisi yang terdapat pada ransum.

## **7.2. Penggunaan Bahan Perekat pada Pembuatan Pellet.**

Bahan perekat merupakan salah satu factor penting dalam pengolahan ransum khususnya bentuk pellet. Perekat merupakan suatu bahan yang mempunyai fungsi mengikat komponen-komponen pakan sehingga strukturnya kompak. Untuk memperoleh Pellet yang berkualitas baik, bahan pengikat atau binder sangat menentukan. Bahan pengikat dalam pembuatan pellet bertujuan agar pellet yang dihasilkan memiliki struktur yang lebih kompak sehingga tidak mudah hancur.

Untuk menjaga agar kualitas pellet semakin baik maka pemberian bahan perekat harus diperhatikan. Bahan perekat ini akan mempengaruhi bentuk pellet pakan ternak yang nantinya akan berpengaruh terhadap lamanya penyimpanan. Perekat mempunyai peranan yang sangat penting dalam berbagai bidang industri tidak terkecuali industri pakan. Hal ini didukung alasan bahwa suatu benda disusun atas berbagai partikel yang mempunyai ukuran berbeda-beda. Bahan perekat adapat digunakan dengan cara dicampurkan secara langsung dengan bahan baku yang lain pada saat masih kering atau dapat dibuat adonan tersendiri dan dicampurkan terkakhir sebelum pencetakan pellet. Bahan perekat meliputi gaplek, tapioca, bentonit, lignosulfonate, soft phosphate, gelatin, molasses, dan carboxy methyl cellulose/CMC.

Beberapa makanan tambahan pelengkap telah memperlihatkan peningkatan daya mengikat dari pellet, diantaranya makanan pelengkap tersebut adalah (1) bentonit berupa powder dan (2) hasil ikutan pabrik kayu (wood pulp industry) yang cair atau padat yang mengandung hemisellulosa atau kombinasi dari hemisellulosa dan lignin; (3) \*gual meal\* yang dihasilkan di Asia yang telah dilaporkan dapat memperbaiki kekuatan pellet.

Istilah bentonit pertama kali dipergunakan pada tahun 1898 oleh Knight untuk menyebut suatu bentuk particular dengan sifat koloidal yang tinggi dan merupakan tabung plastik yang ditemukan di daerah dekat Fort Benton, mempunyai nama merk dagang yang sama yaitu bentonit, sedangkan pada tahun 1960 Gillsin mendefinisikan sebagai mineral lempung yang terdiri dari 85% montmorillonite ini berasal dari jenis lempung plastik yang ditemukan di Montmorillonite.

Bentonit merupakan lempung mineral yang berasal dari abu vulkanik. Bentonit tersusun oleh beberapa mineral, diantaranya adalah smektit atau montmorillonite, illit dan kaolit. Struktur Kristal montmorillonite terdiri dari tiga lapis, 1 lapisan berbentuk oktahedral yang terdiri dari aluminium dan oksigen serta 2 lapisan lain berbentuk tetrahedral yang terdiri dari silikon dan oksigen. Kelebihan yang dimiliki bentonit sebagai montmorillonite adalah daya serap yang tinggi karena struktur bangun yang bertumpuk membentuk lapisan-lapisan yang dapat mengembang dengan optimal apabila dilakukan aktifitas untuk mengeluarkan air yang terkandung didalamnya. Setiap struktur montmorillonite dapat dilihat pada gambar berikut. Berdasarkan kandungan kation yang dibawanya secara umum bentonit dapat dibagi menjadi dua golongan yaitu Na-bentonit dan Ca Bentonit. Na-bentonit adalah jenis bentonit yang relative mengandung banyak ion  $\text{Na}^+$  dibanding ion  $\text{Ca}^{++}$  dan ion  $\text{Mg}^{++}$  serta mempunyai sifat mengembang apabila kena air sehingga dalam suspensinya akan menambah kekentalan. Derajat keasaman suspense ini berkisar antara 8,5-9,8. Ca bentonit adalah jenis bentonit yang mengandung  $\text{Ca}^{++}$  dan  $\text{Mg}^{++}$  yang relative lebih banyak dibandingkan kandungan natriumnya. Jadi bentonit ini bersifat sedikit menyerap air, apabila didispersikan dalam air akan mengendap cepat (tidak mengandung suspense), pH-nya sekitar 4-7 dan daya tukar ionnya cukup besar.

Bentonit dari daerah tertentu akan mempunyai komponen mineral penyusun yang tertentu pula. Endapan lempung jenis Na-bentonit di Indonesia baru diketahui di tiga tempat yaitu desa Bantung, desa Bedoyo Jawa Tengah dan di Desa Bangko, Tanjung Enim, Sumatera Selatan. Komposisi kimia bentonit dapat dilihat pada tabel 7.1

Tabel 7.1. Komposisi Kimia Bentonit

Komponen	Kandungan (%)
SO <sub>2</sub>	0.01
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.23-1.20
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.45-2.25
CaO	5.48-13.37
pH (10%)	7.21-9.05

Sumber : Sub Direktorat Eksplorasi Mineral Bukan Logam (1983)

Sifat-sifat umum dari bentonit adalah berwarna dasar putih dengan sedikit kecoklatan atau kemerahan atau kehijauan serta kombinasinya tergantung dari jenis dan jumlah fragmen mineral-mineralnya, sangat lunak (kekerasan =1). Ringan, mudah pecah, terasa seperti sabun, mudah menyerap air dan melakukan pertukaran ion, mempunyai berat jenis berkisar 2,4-2,8.

Penggunaan bentonit dalam jumlah yang kurang dari 2,5% dari ransum berbentuk pellet tidak merugikan, bahkan dapat memperbaiki pertubuhan dan efisiensi penggunaan ransum pada anak ayam meskipun bentonit itu sendiri tidak mengandung nilai nutrisi. Bentonit jika beraksi dengan air akan membentuk gel.

Bentonit dapat digunakan sebagai bahan perekat pasir cetak pada pabrik pengawetan logam, bahan penjernih minyak makan dan minyak pelumas, Bahan pengisi/filter di pabrik cat dan sebagai bahan untuk lumpur pengeboran. Daya alir bahan dapat ditingkatkan dengan penambahan CaCO<sub>3</sub>, Ca-bentonit atau Na-bentonit pada level 0,25-0,50% atau dicampur dengan bahan lain sehingga menjadi lebih berat.

Super Bind merupakan nama merk dagang dari perekat yang berbahan dasar lignosulfanate. Lignosulfanate merupakan polimer komplek yang diperoleh dari pepohonan dan merupakan limbah industri kertas yang memiliki rumus kimia C<sub>9</sub>H<sub>8,5</sub>O<sub>0,25</sub>·(OCH<sub>3</sub>)<sub>0,85</sub>(SO<sub>3</sub>H)H<sub>0,4</sub>. Super Bind digunakan oleh beberapa industri makanan ternak yang berfungsi sebagai perekat/binder ransum berbentuk pellet. Ciri yang dimiliki Super Bind adalah warnanya yang coklat tua, dan penggunaan Super Bind sebaiknya dicampur terlebih dahulu dengan bahan ransum lain sebelum dimasukkan ke dalam



mesin pencampur/mixer. Penggunaan Super Bind 1,25% dalam ransum bentuk pellet sangat efektif dan equivalent dengan penggunaan 19% tepung terigu sebagai perekat pada pakan berbentuk pellet. Komposisi kimia Super Bind dapat dilihat pada Tabel 7.2

Tabel 7.2. Komposisi Kimia Super Bind®

Komponen	Kandungan (%)
Kadar Air	3,00-6,00
Lemak Kasar	0,03-0,25
Serat Kasar	0,03-0,50
Abu	1,00-2,20
Nitrogen	3,00-4,60

Sumber. Uniscope, 1995

Lignosulfonate (lignin sulfonat) merupakan nama kimia dari Super Bind®. Kemampuan lignin untuk merendam kekuatan mekanis yang digunakan pada kayu memungkinkan usaha pemanfaatan lignin sebagai bahan perekat dan bahan pengikat pada papan partikel kayu lapis. Lignin adalah polimer fenol yang terdapat dalam dinding sel tumbuh-tumbuhan yang bersama selulosa menyebabkan kekakuan dan kekokohan pada batang pohon.

Pulping (bubur kertas) merupakan proses pelarutan lignin terutama yang terdapat pada dinding tengah, sehingga serat-serat selulosa terpisah dari lignin. Proses pulping dibagi menjadi tiga proses yaitu proses mekanis, kimia dan semi kimia. Proses mekanis adalah proses pembuatan pulp dengan tenaga mekanis, misalnya penggilingan. Proses kimia dan semi kimia dilakukan dengan cara menambahkan sejumlah bahan kimia dimaksudkan untuk memisahkan serat selulosa dari lignin, tanin dan komponen lainnya. Larutan kimia yang digunakan dapat berupa asam atau alkali.

Beberapa proses pulping secara kimi yang sudah dikenal adalah proses soda, proses sulfat (kraft) dan proses sulfit. Pada proses soda atau sulfat, bahan baku dimasak di dalam digester yang berisi larutan soda api (NaOH). Pada proses sulfit, lignin akan bereaksi dengan asam sulfit (H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>). Larutan sisa pemasakan pulp proses sulfit banyak mengandung lignosulfonate, hemiselulosa beserta turunannya dan

karbohidrat yang sebagian besar dalam bentuk monosakarida. Komposisi kimia larutan sisa pemasakan pabrik pulp dengan proses sulfit dapat dilihat pada tabel 7.3

Tabel 7.3. Komposisi Kimia Larutan Sisa Pemasakan Pabrik Pulp dengan Proses Sulfit

Komponen	Kandungan (%) padatan kering
Lignosulfonate	55
Karbohidrat	28
Asam Aldonat	5
Asam Asetat	4
Zat Ekstraktif	4
Senyawa lain	4

Sumber, Sjostron (1981)

Dalam industri kertas, lignin dipisahkan dari serat selulosa melalui sulfonisasi dalam medium cair. Cairan yang dihasilkan mengandung sulfonate dan hasil degradasi berbagai produk diantaranya karbohidrat dan asam organik, cairan yang dihasilkan tersebut adalah lignosulfonate kemudian melalui proses *spraydried* diubah menjadi bentuk bubuk.

Lignin umumnya tidak larut dalam pelarut seerhana, namun lignin alkali dan lignosulfate larut dalam air dan alkali encer dan lignosulfate jika larut dalam air akan membentuk suspensi koloid. Lignosulfate memiliki banyak kegunaan diantaranya sebagai perekat, aditive pada minyak pelumas, semen dan lain lain

## DAFTAR PUSTAKA

- Fatmawati. 2003. Evaluasi Nilai Nutrisi Tepung Daun Pisang sebagai Bahan Pakan Ayam Broiler. Skripsi. Program Studi Nutrisi dan Makanan Ternak. Jurusan Ilmu Nutrisi Makanan Ternak. Fakultas Peternakan. IPB. Bogor.
- Fibrianti. D. Ayu. Purnawati. 2003. Pengaruh Penggunaan Bahan Perekat Bentonit dan Super Bind dalam Ransum Ayam Broiler terhadap Sifat Fisik Selam Penyimpanan Enam Minggu. Skripsi. Program Studi Nutrisi dan Makanan Ternak. Jurusan Ilmu Nutrisi Makanan Ternak. Fakultas Peternakan. IPB. Bogor.
- Harper. L.J., B. J. Deaton., and J.A. Driskel. 1986. Pangan, Gizi dan Pertanian. Penerjemah Lembaga Sumber Informasi. UI press. Jakarta.
- Jenie, B. Sri, Laksmi.1988. Sanitasi dalam Idustri Pangan. PAU IPB bekerja sama dengan Lembaga Sumber Informasi. IPB. Bogor.
- Johanson, J. R. 1994. The Reaklities of Bulk Solid Properties Teting. Bulk Solid Handling. 14(1):129-132.
- Jones, F.T. 1991. Feed Quality Control. Departement of Poultry Science. North Carolina Stae University. Fedstuff Reference Issue.
- Kurniawan. D. 2002. Penggunaan Jinten (*Cunicum cymimum*) Sel sebagai Antioksidan Alami dalam Ransumn Ayam Broiler yang Menggunakan CPO(Crude Palm Oil) selam Periode Penyimpanan. Skripsi. . Program Studi Nutrisi dan Makanan Ternak. Jurusan Ilmu Nutrisi Makanan Ternak. Fakultas Peternakan. IPB. Bogor.
- Lalitya. D. 2004. Pemanfaatan Serabut Kelapa Sawit Dalam Wafer Ransum Komplit Domba. Skripsi. Program Studi Nutrisi dan

Makanan Ternak. Jurusan Ilmu Nutrisi Makanan Ternak.  
Fakultas Peternakan. IPB. Bogor

Noviati. F. 2004. Upaya Pemanfaatan Tongkol Jagung sebagai Sumber Serat dalam Pelet Ransum Komplit untuk Domba. Skripsi. Program Studi Nutrisi dan Makanan Ternak. Jurusan Ilmu Nutrisi Makanan Ternak. Fakultas Peternakan. IPB. Bogor

Riza. P. 2001. Performans dan KADAR Mineral Seng pada Ayam Rokky 301 yang Diberi Suplementasi Rayap Kayu Basah (*Glyptotermes montanus Kamner*). Skripsi. Program Studi Nutrisi dan Makanan Ternak. Jurusan Ilmu Nutrisi Makanan Ternak. Fakultas Peternakan. IPB. Bogor

Schilt. H. Leroy. 1991 Feed Labelling. Regulatory Consultamt, Florissant. Fedstuff Reference Issue.

Soesarsono. 1988. Penyimpanan dan Penggudangan Komoditas Pertanian; Peranan Jenis dan Faktor-faktor yang Berperan. Institut Pertanian Bogor.

Sumartini, R. 2004. Uji Kualitas Fisik dan Palatabilitas Pelet Ransum Komplit untuk Domba yang Menggunakan Kulit Singkong. Skripsi. Program Studi Nutrisi dan Makanan Ternak. Jurusan Ilmu Nutrisi Makanan Ternak. Fakultas Peternakan. IPB. Bogor