

PROSES INDUSTRI PAKAN



Prof Dr Ir Yuli Retnani, MSc



PROSES INDUSTRI PAKAN

PROSES INDUSTRI PAKAN

PT Penerbit IPB Press
Kampus IPB Taman Kencana
Jl. Taman Kencana No. 3, Bogor 16128
Telp. 0251 - 8355 158 E-mail: ipbpress@ymail.com



Penerbit IPB Press



@IPBpress

Peternakan

ISBN : 978-979-493-616-0



9 789794 936160



Prof Dr Ir Yuli Retnani, MSc

PROSES INDUSTRI PAKAN



PROSES INDUSTRI PAKAN

Prof Dr Ir Yuli Retnani, MSc



PROSES INDUSTRI PAKAN

Prof Dr Ir Yuli Retnani, MSc

Copyright © 2013 Prof Dr Ir Yuli Retnani, MSc

Penyunting : Dwi M Nastiti
Desain Sampul : Andri Alamsyah
Penata Isi : Ardhya Pratama
Korektor : Muhamad Cahadiyat Kurniawan, Gani Kusnadi, Yoni Elviandri
Ilustrasi Sampul : www.lineargrain.com, www.livestockreview.com, www.precisionnutrition.com
(pakan)

PT Penerbit IPB Press
Kampus IPB Taman Kencana Bogor

Cetakan Pertama: April 2014
Cetakan Kedua: September 2015

Dicetak oleh Percetakan IPB

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang
Dilarang memperbanyak buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit

ISBN: 978-979-493-616-0

Prakata

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan segala rahmat dan nikmat-Nya, sehingga diktat ini dapat terselesaikan dengan baik. Diktat ini disusun sebagai pegangan bagi mahasiswa S-1 semester 6 yang mengambil mata kuliah NTP 313 Industri pakan, maupun untuk civitas akademika serta masyarakat umum.

Diktat ini merupakan cetakan kedua dari buku *Proses Industri Pakan*, cetakan pertama yang telah diterbitkan oleh IPB Press pada tahun 2014 dan telah mengalami beberapa revisi. Diktat ini disusun dengan harapan memberikan informasi yang berkaitan dengan industri pakan yang meliputi berbagai aspek di antaranya pemilihan dan pembelian bahan baku industri pakan, alur proses industri pakan, teknik dan proses produksi pakan, produk industri pakan, teknik pengemasan produk industri pakan, serta perubahan fisik dan nutrisi bahan selama *processing*.

Penulis menyadari bahwa diktat ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat kami harapkan agar diktat ini menjadi lebih baik. Tidak lupa ucapan terima kasih kami sampaikan pada semua pihak yang turut membantu penyusunan diktat ini, Tuhan Yang Maha Pemurah dan Penyayang yang akan membalasnya. Amin.

Bogor, Juni 2015

Penulis



Daftar ISI

PRAKATA	v
DAFTAR ISI.....	vii
BAB I Pendahuluan	1
BAB II Pemilihan dan Pembelian Bahan Baku Industri Pakan	3
Pemilihan Bahan Baku Industri Pakan.....	3
Pembelian Bahan Baku Industri Pakan	6
BAB III Alur Proses Industri Pakan.....	11
BAB IV Teknik dan Proses Produksi Industri Pakan	27
Teknik <i>Grinding</i>	27
Teknik <i>Mixing</i>	31
Teknik <i>Conditioning</i>	35
Teknik <i>Pelleting</i>	37
Teknik <i>Crumbling</i>	39
Teknik <i>Extrusion</i> dan <i>Expanding</i>	40
BAB V Produk Industri Pakan.....	45
Produk Pakan Bentuk <i>Mash</i>	46
Produk Pakan Bentuk Pelet	51
Produk Pakan Bentuk <i>Crumble</i>	60
Produk Pakan Bentuk Wafer.....	68
Produk Pakan Bentuk Biskuit.....	86

Daftar Isi

BAB VI Teknik Pengemasan Produk Industri Pakan	101
Fungsi dan Peranan Kemasan	102
Klasifikasi Kemasan	103
BAB VII Perubahan Fisik dan Nutrisi Selama <i>Processing</i>	107
DAFTAR PUSTAKA	111
GLOSARIUM	123
PROFIL PENULIS	129

Bab I

Pendahuluan

Dalam usaha peternakan, pakan merupakan komponen yang paling penting, biaya pakan memegang presentase tertinggi dalam biaya produksi yaitu 60–70%. Pakan merupakan salah satu komoditi dari subsistem agribisnis hulu atau dengan kata lain penyedia utama untuk subsistem budi daya ternak. Penyediaan pakan yang berkualitas dapat meningkatkan populasi ternak, produksi daging, susu, dan telur sebagai produk hasil peternakan. Industri pakan sebagai usaha hilir sangat bergantung sama populasi ternak dan permintaan konsumen terhadap pakan ternak. Industri pakan selain menghasilkan pakan yang berkualitas tinggi yang dapat memenuhi kebutuhan nutrisi ternak juga diperlukan harga pakan yang murah. Hal ini dapat memengaruhi minat dan jumlah peternak yang mau membuka ataupun melanjutkan usahanya. Konsumsi daging dan telur ayam ras nasional dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Konsumsi karkas nasional tahun 2010 adalah 5kg/kapita 6,2 kg/kapita pada tahun 2011 dan 7,4 kg/kapita pada tahun 2012. Sementara konsumsi telur 63 kg/kapita tahun 2010, 72 kg/kapita tahun 2011, 74 kg/kapita tahun 2012 (Hesti 2013). Hal ini menunjukkan adanya peningkatan jumlah ternak untuk menyuplai karkas dan telur. Keadaan ini mengindikasikan bahwa permintaan akan pakan semakin meningkat sehingga industri pakan semakin berkembang.

Jumlah pabrik pakan di Indonesia dari tahun ke tahun juga mengalami peningkatan. Pada tahun 2012 jumlah pabrik pakan 65 pabrik dengan kapasitas produksi 16 juta ton/tahun, produksi riil 11,5 juta ton/tahun, sedangkan tahun 2013 jumlah pabrik pakan menjadi 68 pabrik pakan dengan kapasitas produksi 18,5 juta ton/tahun dan produksi riil 15.46 juta ton/tahun (Anonim 2013). Sebaran industri pakan ternak masih di dominasi dengan pakan unggas hampir 89%, peternakan babi 4%, akuakultur 6%, ruminansia 0,7%, dan ternak lainnya sekitar 0,3% (Feed International 2012).

Proses Industri Pakan

Perusahaan pakan komersial didominasi oleh beberapa perusahaan PMA (penanaman modal asing) besar yang menguasai pangsa pasar lebih kurang 80%. Hingga kini industri pakan ternak nasional masih didominasi pemain asing termasuk Charoen Pokphand, Japfa Comfeed, Sierad Produce, CJ Feed, Gold Coin, dan Sentra Profeed. Produsen besar tersebut masih menggantungkan kebutuhan bahan baku impor (Data Consult 2008). Adapun pengusaha lokal belum mampu bersaing karena menghadapi banyak permasalahan terutama dalam penyediaan bahan baku dan permodalan. Kendala yang saat ini masih dihadapi pengusaha lokal adalah ketergantungan terhadap bahan baku impor yang memengaruhi harga pakan sehingga bahan baku pakan lokal merupakan salah satu cara untuk menekan biaya produksi yang dikeluarkan tanpa mengabaikan kandungan kualitas nutrisinya.

Pakan ternak diproduksi oleh pabrik pakan ternak yang merupakan suatu unit usaha pengolahan bahan baku menjadi pakan, misalnya pabrik pakan ternak unggas. Sementara itu kumpulan beberapa pabrik pakan yang dikelola oleh satu manajemen yang sama merupakan industri pakan ternak, misalnya suatu industri pakan ternak yang memproduksi pakan ayam broiler, konsentrat sapi, pakan ikan, pakan udang, dan pelet bekatul yang bergabung dalam satu manajemen yang sama.

Bab II

Pemilihan dan Pembelian Bahan Baku Industri Pakan

Pemilihan Bahan Baku Industri Pakan

Pakan adalah sesuatu yang dapat dimakan, disenangi, dapat dicerna sebagian atau seluruhnya, dapat diabsorpsi, dan bermanfaat bagi ternak (Kamal 1994). sehingga pakan adalah sesuatu yang memenuhi semua syarat tersebut. Sementara *makan* adalah serangkaian proses di mana suatu kegiatan mulai mengambil dan atau mengasimilasikan pakan untuk pertumbuhan sel-sel tubuhnya dan mengganti sel yang telah rusak atau mati. Bahan pakan adalah bahan yang dapat dicerna, dimakan, dan digunakan oleh hewan untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Pakan yang baik mengandung zat-zat gizi yang lengkap dan sesuai sehingga pertumbuhan hewan dapat seoptimal mungkin. Dalam pakan mengandung beberapa kandungan *nutrien* di antaranya adalah karbohidrat, protein, lemak, vitamin, mineral, dan air (Lubis 1963).

Tingkat konsumsi dipengaruhi oleh faktor ternak, faktor pakan, dan faktor lingkungan. Faktor lingkungan dapat dibedakan menjadi dua, yaitu faktor lingkungan yang berpengaruh langsung pada hewan (kelembapan, sinar matahari) dan faktor lingkungan yang berpengaruh tidak langsung adalah kadar air dan zat makanan lain. (Darakkasu 1995)

Suatu usaha peternakan yang mempunyai unit pembuatan pakan tidak boleh mengandalkan dari satu jenis bahan baku saja sehingga perlu adanya bahan baku pendamping ataupun bahan baku pengganti.

Proses Industri Pakan

Contoh bahan baku utama:

- Bahan baku sumber energi: Jagung kuning dan minyak kelapa.
- Bahan baku sumber protein nabati: Bungkil kacang kedelai.
- Bahan baku sumber protein hewani: Tepung ikan.

Contoh bahan makanan pendamping dan pengganti:

- Bahan baku sumber energi: *pollard*, dedak, onggok, sorgum, *cassava meal/chip*/pelet, CPO.
- Bahan baku sumber protein nabati: bungkil kacang tanah, bungkil sawit, bungkil kopra, bungkil bunga matahari, cgm.
- Bahan baku sumber protein hewani: MBM, tepung bulu, tepung darah, tepung kepala udang

Bahan baku pakan berasal dari hasil pertanian secara luas, yaitu pertanian, perkebunan, perikanan, dan peternakan. Ciri khas bahan baku pakan ternak berasal dari hasil pertanian secara luas adalah bersifat mudah rusak, *voluminous* atau *bulk*, dan musiman. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengolahan untuk meningkatkan dan mengefisienkan kegunaan dari hasil pertanian tersebut sehingga diperoleh pakan yang berkualitas tinggi.

Penanganan bahan baku hasil pertanian sampai menjadi bahan baku pabrik pakan yang siap diproses menjadi pakan ternak merupakan mata rantai yang panjang sejak bahan baku tersebut dipanen; dibersihkan dari kotoran; dikeringkan; dipisahkan menurut kegunaan, bentuk atau warna; dan penentuan tingkatan nilai kualitas mengikuti keinginan konsumen, misalnya bahan baku pabrik pakan jagung kuning harus melalui pembersihan dari kulit, pengeringan, pemipilan dari tongkol, serta pemisahan biji jagung yang berkualitas. Pemberian kriteria grade jagung kuning di suatu industri pakan, yaitu grade A, grade B, dan grade cadangan. Untuk grade A mempunyai kadar air 15%, aflatoksin 100 pbb, biji mati 4%, biji putih 3%, biji pecah 3%, biji jamur 1%, dan kotor janggal 1%. Grade B mempunyai kadar air 16%, aflatoksin 100–200 pbb, biji mati 5%, biji putih 5%, biji pecah 4%, biji jamur 4%, dan kotor janggal 2%. Sementara grade cadangan mempunyai kadar air 17%, aflatoksin 200–250 pbb, biji mati 8%, biji putih 15%, biji pecah 5%, biji jamur 5%, dan kotor janggal 5% (SNI 01-4483-1998). Penanganan pascapanen tersebut bertujuan untuk memperkecil kehilangan, penyusutan jumlah, dan mutu yang memang selalu terjadi pada saat pemanenan hasil pertanian pada umumnya.

Bab II

Pemilihan dan Pembelian Bahan Baku Industri Pakan

Persaingan mendapatkan bahan baku antara pangan dan pakan untuk manusia dan ternak memberikan pilihan-pilihan yang harus dilakukan agar bahan baku pakan mudah diperoleh dengan harga murah dan ketersediaannya selalu kontinu dalam jumlah maupun kualitasnya. Beberapa syarat yang harus dipenuhi suatu bahan baku pakan, yaitu.

1. Tidak boleh bersaing dengan manusia

Bahan baku pakan tidak boleh bersaing dengan bahan baku pangan. Apabila suatu produk utama pertanian (*Main product*) merupakan bahan baku pangan, sebaiknya yang dipilih sebagai bahan baku pakan adalah produk samping (*by product*) dan limbahnya (*waste product*). Hal ini dimaksudkan agar dapat memperoleh jenis bahan baku yang murah dan tersedia.

Contoh : beras tidak digunakan sebagai bahan pakan karena bersaing dengan manusia, tetapi produk samping dan limbah dari pengolahan tanaman padi menjadi beras merupakan bahan baku yang berlimpah untuk pakan, misalnya dedak, menir, sekam, dan jerami.

2. Harus tersedia dalam waktu lama (kontinu)
3. Produksinya

Produksi berkaitan erat dengan ketersediaan bahan baku pakan. Bahan baku yang banyak diproduksi kesediaannya akan terjamin, sehingga terjamin pula kontinuitas penggunaannya sebagai bahan baku pakan ternak.

4. Harga bahan

Walaupun bisa digunakan sebagai bahan baku pakan, tetapi apabila mahal, peranannya sebagai bahan baku pakan akan tersisih. Murah atau mahalnya suatu bahan dinilai dari manfaat bahan tersebut yang dinilai dari kualitas dan hasil yang diperoleh sehingga dikenal adanya harga rrevers. Harga rrevers suatu bahan akan dibandingkan dengan gizinya.

5. Kualitas gizi bahan makanan

Walaupun harga rrevers murah dan banyak terdapat di Indonesia, serta ketersediaannya kontinu, tetapi bila kandungan gizinya jelek maka bahan tersebut tidak akan digunakan sebagai bahan pakan.

Proses Industri Pakan

Pada umumnya bahan baku asal nabati mempunyai kandungan serat kasar tinggi, padahal pada umumnya unggas tidak mampu mencerna serat kasar yang tinggi, di bawah 4% saja, misalnya dedak, hijauan (rumput, daun). Bahan baku nabati banyak yang mempunyai kandungan protein tinggi, misalnya bungkil kedelai, bungkil kacang tanah, dan jenis kacang-kacangan. Bahan baku nabati juga kaya akan energi, misalnya jagung kuning dan minyak kelapa. Untuk mempermudah memilih dan mengelola bahan baku pabrik pakan, perlu mengenali sifat bahan-bahan baku tersebut.

Pembelian Bahan Baku Industri Pakan

Pembelian bahan-bahan baku merupakan tahap awal suatu proses pembuatan pakan. Kebutuhan akan bahan baku pakan memenuhi permintaan bahan-bahan apa saja yang stoknya kurang di gudang penyimpanan dan harus tersedia untuk kelancaran produksi pakan, juga harus mengetahui barang mana yang stoknya harus ditingkatkan untuk menghadapi kemungkinan kenaikan harga dan juga harus tahu mengenai perkembangan harga bahan baku di lapangan. Apabila kebutuhan bahan baku sudah ditentukan dan harus dibeli, maka bagian pembelian bahan baku akan membuka PO (*Purchase Order/order* untuk pembelian) kepada penjual (*vendor* atau *supplier*). Bila harga sudah disetujui, maka dibuat perjanjian jadwal pengiriman bahan. Pembayaran pembelian biasanya dilakukan dua minggu setelah PO dibuka, tergantung pada kesepakatan kedua belah pihak.

Bahan baku pakan ternak yang akan diterima di gudang penyimpanan harus melalui beberapa tahap pemeriksaan yang akan dibandingkan dengan surat-surat pengantar dari penjual yang disesuaikan dengan PO.

Fungsi-fungsi yang terkait dalam sistem pembelian di industri pakan, yaitu.

1. Fungsi Gudang. Dalam sistem pembelian fungsi gudang bertanggung jawab untuk mengajukan permintaan pembelian sesuai dengan posisi yang ada di gudang dan untuk menyimpan barang yang telah diterima oleh fungsi penerimaan. Untuk barang-barang yang langsung dipakai (tidak diselenggarakan persediaan barang di gudang), permintaan pembelian diajukan oleh pemakai barang.
2. Fungsi Pembelian. Fungsi ini bertanggung jawab untuk memperoleh informasi mengenai harga barang, menentukan pemasok yang dipilih dalam pengadaan barang, dan mengeluarkan order pembelian kepada pemasok yang dipilih.

Bab II

Pemilihan dan Pembelian Bahan Baku Industri Pakan

3. Fungsi Penerimaan. Fungsi ini bertanggung jawab untuk melakukan pemeriksaan terhadap jenis, mutu, dan kuantitas barang yang diterima dari pemasok guna menentukan dapat atau tidaknya barang tersebut diterima oleh perusahaan. Fungsi ini juga bertanggung jawab untuk menerima barang dari pembeli yang berasal dari transaksi *return* penjualan.
4. Fungsi Akuntansi. Fungsi akuntansi yang terkait dalam transaksi pembelian adalah fungsi pencatat utang dan fungsi pencatat persediaan. Dalam sistem pembelian, fungsi pencatat utang bertanggung jawab untuk mencatat transaksi pembelian ke dalam register bukti kas keluar dan untuk menyelenggarakan arsip dokumen sumber (bukti kas keluar) yang berfungsi sebagai catatan utang atau menyelenggarakan kartu utang sebagai buku pembantu utang. Sementara fungsi pencatat persediaan bertanggung jawab untuk mencatat harga pokok persediaan barang yang dibeli ke dalam kartu persediaan.

Secara garis besar transaksi pembelian mencakup prosedur berikut ini.

1. Fungsi gudang mengajukan permintaan pembelian ke fungsi pembelian.
2. Fungsi pembelian meminta penawaran harga dari berbagai pemasok.
3. Fungsi pembelian menerima penawaran harga dari berbagai pemasok dan melakukan pemilihan pemasok.
4. Fungsi pembelian membuat order pembelian kepada pemasok yang dipilih.
5. Fungsi penerimaan memeriksa dan menerima barang yang dikirim oleh pemasok.
6. Fungsi penerimaan menyerahkan barang yang diterima kepada fungsi gudang untuk disimpan.
7. Fungsi penerimaan melaporkan penerimaan barang kepada fungsi akuntansi.
8. Fungsi akuntansi menerima faktur tagihan dari pemasok dan atas dasar faktur dari pemasok tersebut, fungsi akuntansi mencatat kewajiban yang timbul dari transaksi pembelian (Syamrilaode 2010).

Pengawasan mutu bahan baku pakan komersil merupakan kegiatan yang menangani dan memeriksa kualitas bahan baku yang dibeli yang dihasilkan oleh pabrik pakan komersil. Pengawasan mutu (*Quality control*) melakukan dua macam pemeriksaan di pintu masuk pabrik yaitu pemeriksaan fisik dan kimia.

Pemeriksaan Fisik

Pemeriksaan fisik meliputi warna, bau, bentuk, tekstur, dan ukuran. Untuk pemeriksaan warna, bau, dan tekstur biasanya dilakukan dengan uji organoleptik. Pemeriksaan fisik dapat dilakukan sebelum barang diturunkan dari truk oleh pihak pengawasan mutu atas izin dari *receiving* dapat memeriksa barang. Misalnya:

- Bentuk barang yang datang: mash, butiran, pelet
- Kadar air bahan

Pengujian kemurnian bahan untuk menghindari pemalsuan dilakukan juga di bagian *quality control*, misalnya pemalsuan dedak padi dengan penambahan kapur atau pemalsuan daun turi dengan pasir dan sebagainya. Contoh pemeriksaan fisik bahan baku pakan di antaranya bungkil sawit berwarna coklat, teksturnya sedang, dan baunya wangi, bungkil kedelai berwarna kuning, teksturnya sedang, dan baunya wangi, bungkil kelapa berwarna coklat, teksturnya sedang, dan baunya wangi, ampas kecap berwarna hitam, teksturnya kasar, dan baunya khas ampas kecap. Pemeriksaan fisik yang lainnya adalah berat jenis, kerapatan, kerapatan tumpukan, kerapatan pemadatan tumpukan, sudut tumpukkan dan daya ambang.

Pemeriksaan Kimia

Pemeriksaan kimia meliputi kadar air, protein kasar, serat kasar, kadar lemak, Ca, Posphor, uji urease, uji alfatosin, uji salt dan uji VFA. Pemeriksaan kimia biasanya dilakukan dengan menggunakan analisis proksimat. Analisis proksimat ini untuk menggolongkan komponenen yang ada pada bahan pakan berdasarkan komposisi kimia dan fungsinya.

Teknik Pengambilan Sampel Bahan Baku Industri Pakan

Teknik pengambilan sampel merupakan proses setelah pembelian bahan baku pakan. Pengambilan sampel (*sampling*) merupakan titik yang penting dalam proses pengawasan mutu bahan baku dan proses industri. Sebelum dilakukan pembongkaran, langkah awal untuk menjamin kualitas pakan adalah dengan pengambilan sampel dan pengujian bahan baku. Proses pengambilan sampel menekankan pada pola *sampling*, jumlah sampel yang diambil, ukuran sampel, dan penyimpanan sampel yang benar (Plumstead dan Brake 2003).

Bab II

Pemilihan dan Pembelian Bahan Baku Industri Pakan

Terdapat aturan atau teknik-teknik pengambilan sampel agar di dapatkan sampel yang mewakili di antaranya sampel diambil secara acak dan merata, sampel diambil dari setiap kode pakan, sampel diambil pada setiap *shift* sesuai pakan yang dikemas, dan untuk pengambilan sampel pada proses packing, sampel diambil sebelum karung di jahit. Diambil menggunakan alat probe.

Pola sampling pada industri pakan ternak secara umum terdiri atas *simple random ampling*, *stratified random sampling*, dan *systematic sampling* (Herrman 2001). Pola *sampling* bahan baku curah (*bulk ingredients*), bahan baku kemasan (*bagged ingredients*), ataupun bahan baku cair (*liquid ingredients*) pada industri pakan biasanya menggunakan kombinasi ketiga pola tersebut.

Alat yang digunakan untuk mengambil sampel secara manual, antara lain *grain probe*, *bag trier*, *bom sampler*, dan alat pemisah sampel, seperti *Riffler* dan *Boerner Divider*. *Grain probe* berfungsi sebagai alat pengumpul/pengambil sampel berupa biji-bijian, bungkil kedelai, dan ransum akhir. *Probe* harus cukup panjang, sehingga mampu masuk sekitar $\frac{3}{4}$ ke dalam bahan baku. *Grain Probe* tersedia dengan panjang standar 5, 6, 8, 10, dan 12 kaki (GIPSA 2001).

Bag trier terdapat dari 3 bentuk yaitu *tapered bag trier*, *double-tube bag treir*, dan *single tuve open-end bag trier*. *Tapered bag trier* terbuat atas *stainless steel* dengan bentuk ujung meruncing, digunakan untuk mengambil sampel tepung dan komoditas butiran dalam karung tertutup. *Double tube trier* terbuat dari *stainless steel* digunakan untuk mengambil sampel bentuk tepung baik pada karung terbuka ataupun tertutup. *Single tuve open-end bag trier* terbuat dari *stainless steel* digunakan untuk komoditas tepung pada karung terbuka.

Bomb sampler digunakan untuk mengambil sampel bahan baku bentuk cair. Alat ini mempunyai panjang 12–16 inci dengan diameter $1\frac{3}{4}$ –3 inci. Katup terangkat jika mencapai dasar tangki atau diangkat secara manual. Sampel yang diambil dari setiap titik pengambilan dilakukan pencampuran secara merata sebelum dilakukan dengan menggunakan metode Quartering Diverter-type, Boerner Divider, Riffler atau dengan menggunakan metode Quartering Diverter-type digunakan untuk sampel bahan baku dengan ukuran partikel yang besar, seperti butiran-butiran utuh.

Sampel yang diambil dengan *probe* (*sample primer*) dimasukkan ke dalam *primary sampler* dan mengalir melalui tabung menjadi sampel sekunder yang akhirnya menjadi sampel uji. Bahan baku curah berupa butiran dan bungkil kedelai yang diangkut dengan truk atau kereta, sampel diambil menggunakan

Proses Industri Pakan

grain probe. Sampel diambil dari beberapa tempat dengan jumlah sekitar 2 kg setiap sampel (Herman 2001^a). Jumlah titik pengambilan sampel vahan baku butiran yang diangkut dengan truk atau *trailer*. Jika *sampling* tidak mungkin dilakukan dengan alat penguji, maka *sampling* vahan harus dilakukan saat pembongkaran seluruh muatan.

Prosedur pengambilan sampel untuk kelompok bahan dalam karung. Sampel representatif bisa diperoleh dengan alat penguji berujung runcing. Prosedur pengambilan sampel bahan baku dalam karung dilakukan dengan memasukkan probe secara diagonal dari bagian atas ke bagian bawah karung. Sampel diambil dari seluruh karung jika jumlah karung 1–10 karung dan sampel diambil dari 10 karung secara acak jika jumlah karung lebih dari 11 karung (Herman 2001a), tetapi ada beberapa teori berbeda dalam industri untuk menentukan jumlah karung sampel per kelompok.

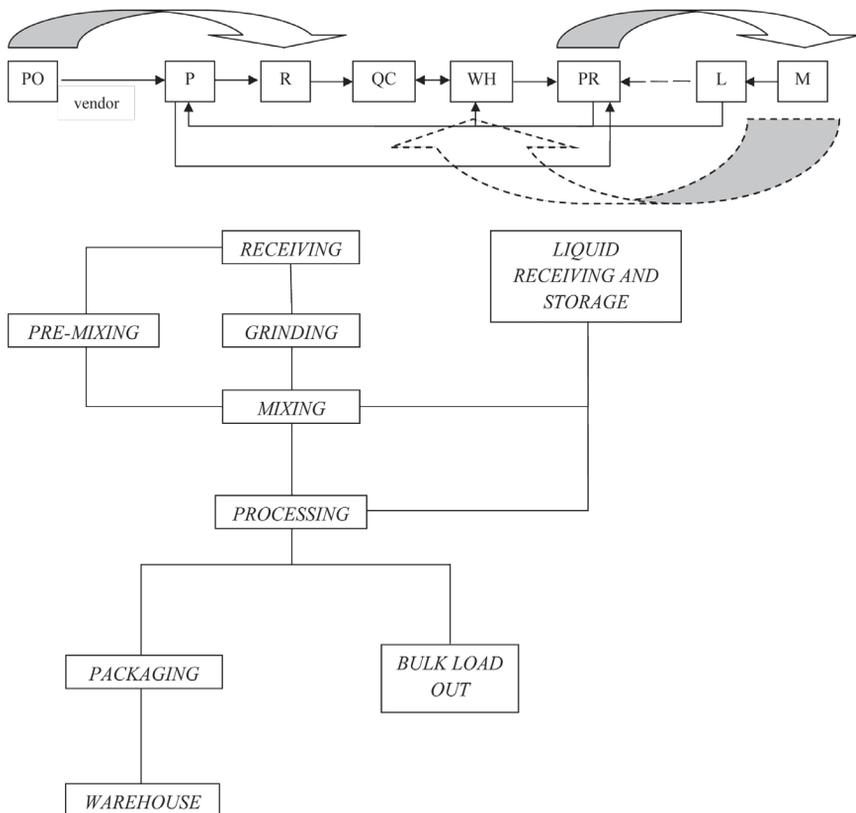
Cara sederhana pengambilan sampel yakni sampel pada 10% dari jumlah karung dalam satu kelompok. Teori lain dengan memakai akar pangkat dua dari jumlah karung dalam kelompok (Defra 2002). Kelompok bahan pakan 100 karung sebaiknya digunakan aturan akar kuadrat, sedangkan untuk kelompok lebih dari 100 karung.

Pengambilan sampel bahan baku bentuk cair, seperti lemak cair atau molasses dapat dilakukan dengan menggunakan tabung gelas atau *stainless steel* berdiameter 3/8 sampai 1/2 inci. Sampel paling sedikit diambil sebanyak 10% dari kontainer dan dikumpulkan minimal 0,586 liter (Herman 2001a). Bahan baku cair sebelum dilakukan pengambilan sampel harus dilakukan pengadukan agar diperoleh penyebaran vahan yang homogen. Sampel diambil dari bagian atas, bagian tengah, dan bagian bawah kontainer.

Bab III

Alur Proses Industri Pakan

Proses produksi pakan di pabrik, meliputi: *purchasing order* (pemesanan), *purchasing* (pembelian), *receiving* (penerimaan), *quality control* (pengawasan kualitas), *warehousing* (penggudangan), *processing* (pemrosesan), *loading* (pengangkutan), dan *marketing* (pemasaran).



Gambar 1 Diagram proses di pabrik pakan (Pfoot 1976)

Proses Industri Pakan

Purchasing merupakan tahap pertama proses kegiatan industri makanan ternak. *Purchasing* adalah bagian dari pembelian bahan-bahan baku yang diperlukan untuk proses produksi. Bagian ini akan menerima dari bagian *processing* yaitu bahan-bahan apa saja yang stoknya kurang di gudang dan harus tersedia untuk kelancaran produksi.

Pembelian bahan baku pabrik pakan untuk proses produksi merupakan tahap awal proses kegiatan di pabrik pakan. Permintaan terhadap bahan baku pabrik ditentukan oleh bagian *processing* (pemrosesan). Beberapa tugas bagian tersebut antara lain.

- a. Menentukan bahan-bahan yang persediaannya kurang di gudang dan harus tersedia untuk kelancaran produksi,
- b. Menentukan bahan yang persediaannya harus dlebihihkan untuk menghadapi kemungkinan kenaikan harga, dan
- c. Mengikuti perkembangan harga bahan baku di lapangan.

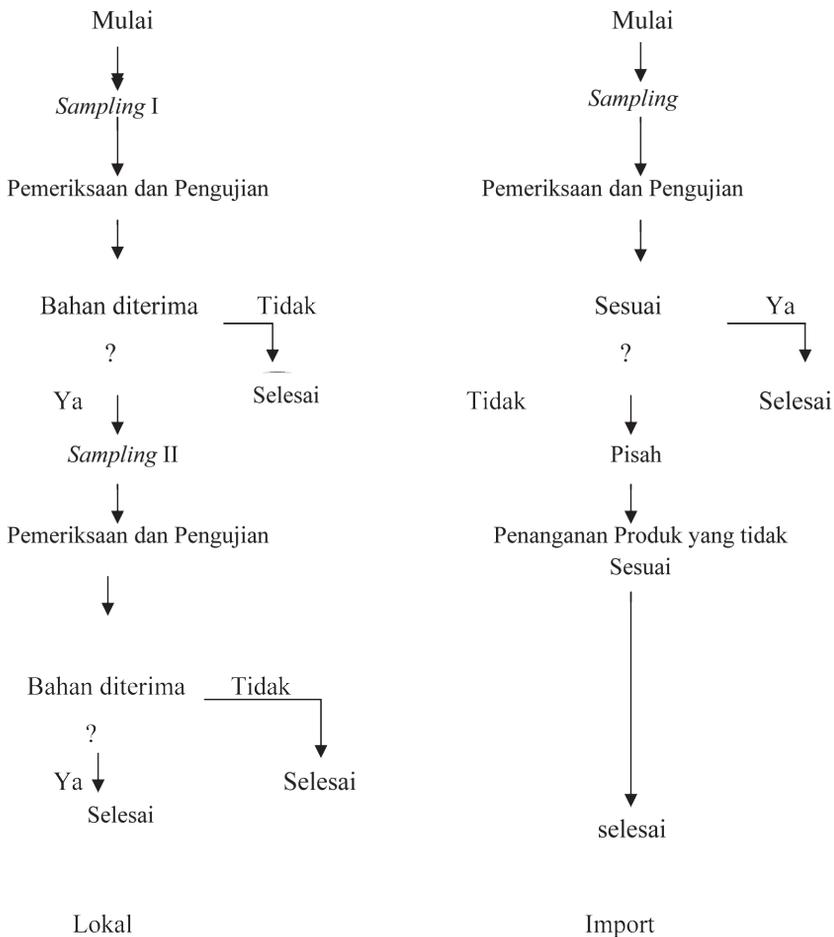
Bagian *purchasing* juga harus mengetahui barang mana yang stoknya harus dlebihihkan untuk menghadapi kemungkinan kenaikan harga dan juga harus tahu mengenai perkembangan harga bahan baku di lapangan. Suatu industri pakan tidak boleh mengandalkan dari satu jenis bahan baku saja. Oleh karena itu, diperlukan bahan baku pendamping ataupun bahan baku pengganti. Contoh bahan baku utama terdiri atas bahan baku sumber energi (jagung kuning), bahan baku sumber protein nabati (bungkil kacang kedelai), dan bahan baku sumber protein hewani (tepung ikan). Adapun contoh bahan makanan pendamping dan pengganti terdiri atas bahan baku sumber energi (sorgum, tepung singkong, serpih singkong, dan pelet singkong), bahan baku sumber protein nabati (bungkil kacang tanah, bungkil sawit, bungkil kopra, bungkil bunga matahari, CGM), dan bahan baku sumber protein hewani (MBM).

Apabila kebutuhan bahan baku sudah ditentukan dan harus dibeli, bagian pembelian bahan baku akan membuka PO (*purchase order*/order untuk pembelian) kepada penjual (vendor atau *supplier*). Bila harga sudah disetujui maka dibuat perjanjian jadwal pengiriman bahan. Pembayaran pembelian biasanya dilakukan dua minggu setelah PO dibuka, tergantung pada kesepakatan kedua belah pihak.

Receiving merupakan kegiatan penerimaan barang. Tugasnya adalah mempertanggungjawabkan dan mengatur barang-barang yang masuk serta memeriksa barang-barang yang diterima dibandingkan dengan surat-surat pengantar dari penjual yang disesuaikan dengan PO (Pfof 1976).

Bab III Alur Proses Industri Pakan

Bahan baku pakan ternak yang akan diterima oleh pabrik pakan di pintu masuk pabrik harus melalui beberapa tahap pemeriksaan sebelum sampai ke dalam gudang pabrik untuk disimpan dalam gudang pabrik atau silo, maupun diproses langsung sebagai pakan ternak. Bagian *Receiving* bersama *Quality Control* mempertanggungjawabkan dan mengatur barang-barang yang masuk serta memeriksa barang-barang yang diterima dibandingkan dengan surat-surat pengantar dari penjual yang disesuaikan dengan PO (Gambar 3).



Gambar 2 Tahap pengecekan bahan baku lokal dan impor (Lesmana 2003)

Sumber deviasi kualitas bahan baku yang diterima di pabrik pakan bervariasi tergantung jenis bahan baku itu sendiri, kehujanan, kecurangan, kontrak “buta”, ataupun “misi biaya”. Untuk mengatasi hal tersebut, perlu adanya

Proses Industri Pakan

kontrol berdasarkan kualifikasi *supplier*, sertifikat, cek visual, tes kadar air, tes FFA, tes protein, dan *reward* bagi bahan baku berkualitas yang diterima oleh pabrik serta *punishment* berupa penurunan harga atau penolakan bahan baku yang tidak sesuai kualitasnya dengan permintaan pabrik pakan yang tercantum dalam surat perjanjian *purchase order*.

Quality control (QC) merupakan bagian yang menangani dan memeriksa kualitas bahan baku yang dibeli dan produk akhir yang dihasilkan oleh pabrik. *Quality control* melakukan dua macam pemeriksaan, yaitu.

- Pemeriksaan fisik: warna, bau, bentuk, tekstur, dan ukuran
- Pemeriksaan kimiawi: kadar air, protein kasar, serat kasar, kadar lemak, Ca, fosfor, uji urease, uji alfatosin, uji salt, dan uji VFA.

Pemeriksaan fisik dapat dilakukan sebelum barang diturunkan dari truk, pihak QC atas izin dari *receiving* dapat memeriksa barang. Misalnya:

- Bentuk barang yang datang: mash, butiran, pelet
- Kadar air bahan

Pengujian kemurnian bahan untuk menghindari pemalsuan dilakukan juga di bagian *quality control*, misalnya pemalsuan dedak padi dengan penambahan kapur atau pemalsuan daun turi dengan pasir dan sebagainya.

Prosedur yang dilakukan dibagian *Quality Control*

1. Barang yang akan masuk diambil oleh bagian QC untuk diperiksa kualitasnya. Biasanya bila ada truk datang, bagian QC menunggu di pintu masuk untuk mengambil sampel kira-kira 30% dari karung yang masuk. Apabila bagian QC sudah setuju truk diperbolehkan masuk ke tempat penimbangan. Setelah barang masuk, dilakukan uji 100% dengan cara mengambil sampel, uji yang dilakukan adalah uji kadar air, uji aflatoxin, dan sebagainya. Pengujian kemurnian bahan untuk menghindari pemalsuan dilakukan juga di bagian *quality control*, misalnya pemalsuan dedak padi dengan penambahan kapur atau pemalsuan daun turi dengan pasir dan sebagainya.
2. Pemeriksaan dilakukan secara fisik dipintu masuk dan secara kimia dikirim ke laboratorium.
3. Setelah positif diterima, truk-truk tersebut dibongkar dan ditentukan lokasi penyimpanannya untuk memudahkan pengambilan. Sistem yang

Bab III

Alur Proses Industri Pakan

digunakan dalam penyimpanan dan pengambilan adalah sistem FIFO (*First In First Out*), artinya barang yang pertama masuk maka pertama kali yang akan dikeluarkan.

Terdapat beberapa macam uji kadar air, misalnya untuk kadar air jagung kuning menggunakan alat *infra-red Moisture meter*. Pada perusahaan ternak besar khususnya unggas, *scree test* atau *rapid test* sering digunakan karena jagung kuning ini menempati urutan terbesar untuk digunakan dalam ransum. Pihak QC menentukan berapa kadar air yang diminta untuk jagung kuning, misalnya KA=14%.

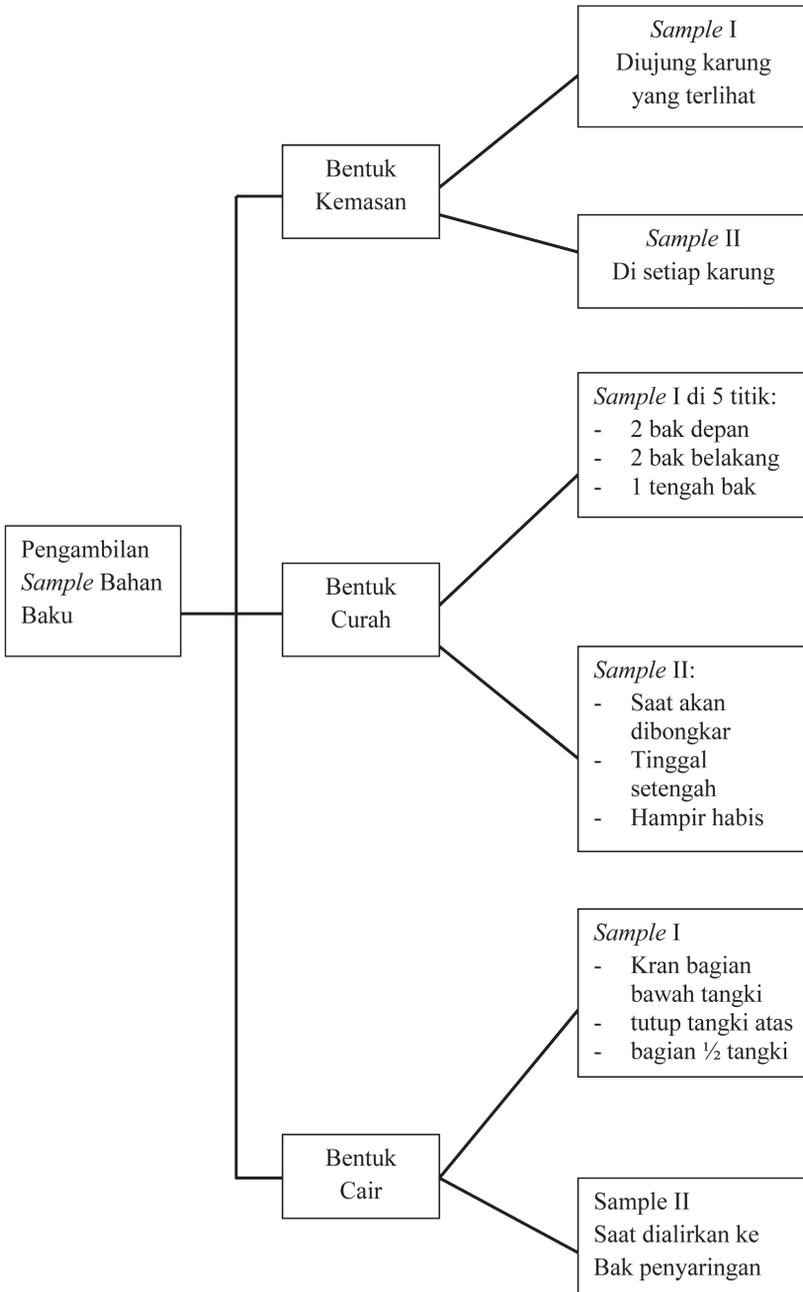
4. Setelah ditempatkan pada tempat yang sudah ditentukan maka dibuat *stock card* yang berisi informasi mengenai nama bahan baku, tanggal masuk ke dalam gudang pabrik pakan, nama supplier, dan hasil uji kualitas bahan misalnya kadar air dan protein bahan baku tersebut.

Ware housing (pengudangan) adalah salah satu fungsi penyimpanan berbagai macam jenis produk dan sebagai tempat pemrosesan penanganan barang mulai dari penerimaan barang, pencatatan, penyimpanan, pemilihan, pelabelan, sampai dengan proses pengiriman barang (Mulcahy 1994 dan Suparjo 2010). *Ware housing* ini berkaitan erat dengan *Quality Control* dan produksi. Bahan/ barang yang terdapat digudang merupakan *input* utama bagi suatu proses Industri Makanan Ternak. Disimpan agar tahan lama dan tidak cepat rusak.

Penempatan bahan baku pabrik pakan pada tempat yang tepat akan mempertahankan kualitas bahan tersebut sehingga perlu diperhatikan penempatan bahan baku di gudang dengan mempertimbangkan:

1. Sifat dari bahan baku
2. Jumlah bahan yang terbanyak yang akan dipakai, yaitu bahan yang biasa dipakai dalam jumlah besar sebaiknya diletakkan didekat alat *processing* atau didekat pintu keluar gudang, misalnya jagung kuning, dedak padi.
3. Lokasi dalam gudang:
 - a. Barang-barang yang mudah tengik harus ditempatkan pada tempat yang sirkulasi udaranya mudah.
 - b. Perhatikan bahan-bahan yang mudah terbakar dan mudah panas, misalnya tepung ikan, MBM.
4. Suhu dan kelembapan ruangan.

Proses Industri Pakan

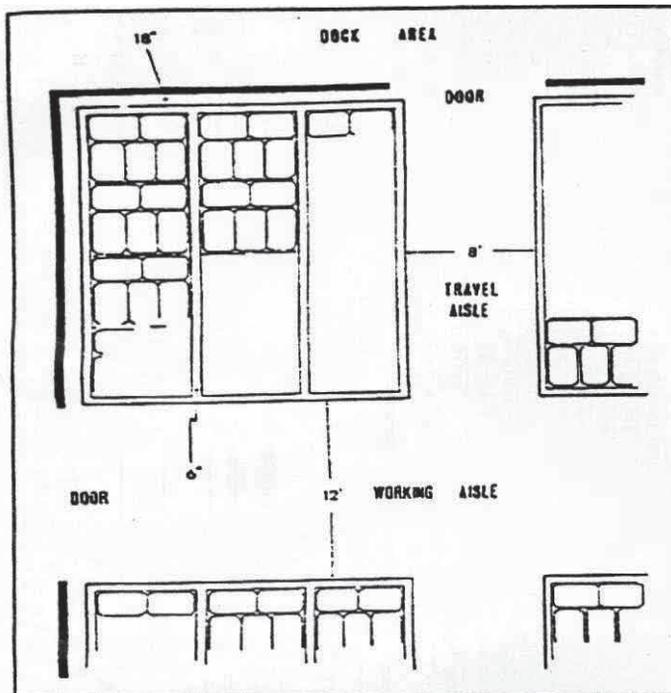


Gambar 3 Pengambilan sampel bahan baku pabrik pakan

Bab III Alur Proses Industri Pakan

Beberapa faktor yang harus dipertimbangkan dalam memilih lokasi pergudangan, seperti kemajuan komunikasi dan transportasi, jumlah dan luas wilayah yang ditangani, kondisi sarana dan prasarana transportasi, sistem penanganan dan pengangkutan yang diterapkan, serta kemungkinan adanya diversifikasi perluasan usaha juga perlu diperhatikan demi keberhasilan di masa mendatang (Ilham 2009).

Lay out gudang (Gambar 4) disusun sedemikian rupa agar tujuan penyimpanan yang baik dan efisien tercapai dengan memerhatikan faktor-faktor, di antaranya produk yang dihasilkan (ukuran, berat, sifat mudah rusak/tidak, urutan produksi, kebutuhan luasan tempat tertentu, keadaan mesin, daftar mesin, ukuran mesin, gambar mesin kelompok mesin, daerah mesin, dan alat *material handling*), perbaikan atau perawatan mesin dan alat, keseimbangan produksi tiap kelompok mesin, arus pergerakan minimum, skema arus penggerak, *employee area*, *service area*, *waiting area*, *plant climate*, dan *fleksibilitas* (Assauri 1983).



Gambar 4 *Lay out* gudang (McElhiney 1994b)

Proses Industri Pakan

Peralatan yang digunakan untuk penyimpanan komoditas berupa *pallet* dan *stapel* (Gambar 5). *Pallet* digunakan untuk menyimpan tumpukan setiap 5–6 karung komoditas, sedangkan *stapel* untuk menyimpan tumpukan komoditas sampai mencapai ketinggian tertentu.

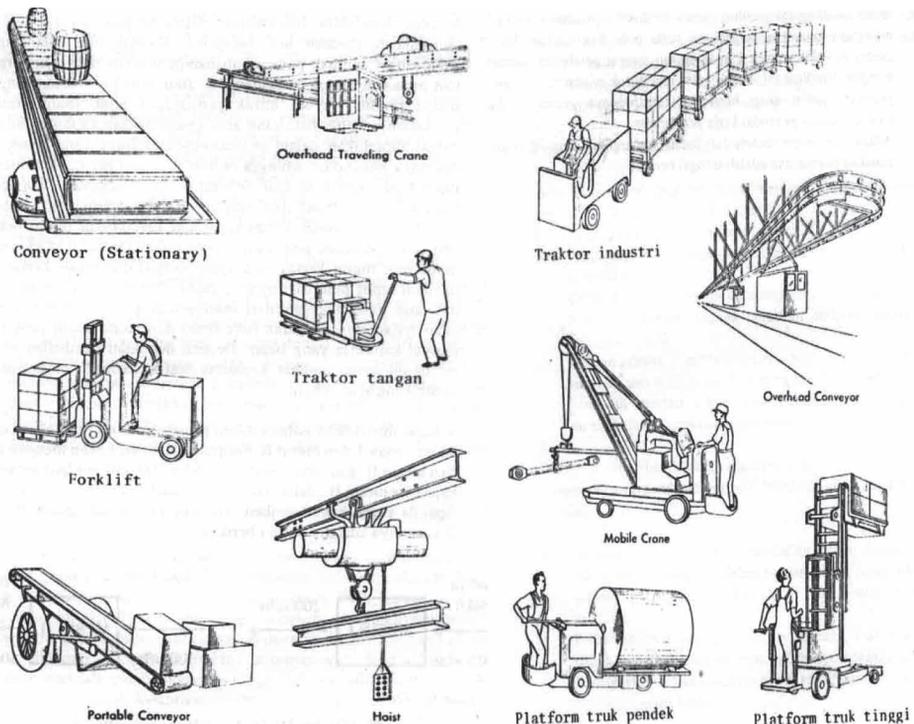


http://pspk.ditjenak.deptan.go.id/foto_berita/73simpan_pakan.jpg



<http://www.trobos.com/images/artikel/April%202011/Manajemen-Unggas-Pakan.gif>

Gambar 5 Penyimpanan dengan *pallet* (kiri) dan *stapel* (kanan)



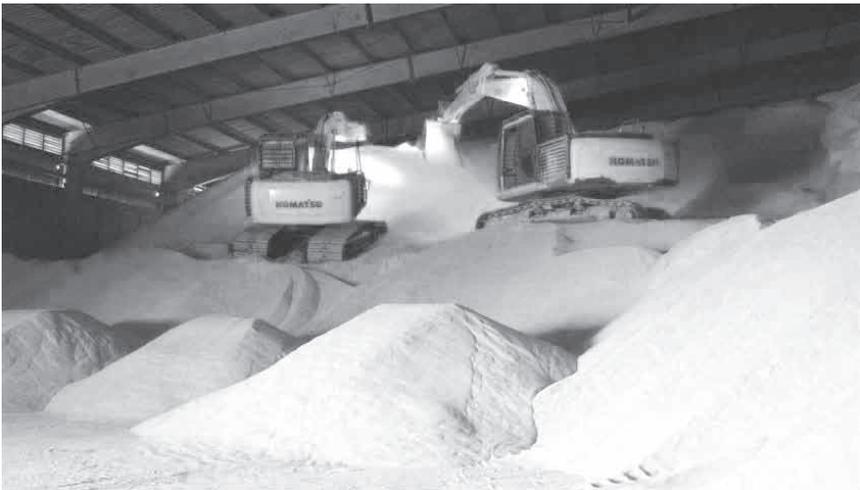
Gambar 6 Alat pembawa komoditas pada gudang (Ahyari 1979)

Bab III Alur Proses Industri Pakan

Alat penyusun karung komoditas berupa *forklift*, *platform* truk pendek, *platform* truk panjang, dan *portable conveyor* (*belt conveyor* dan *screw conveyor*) (Gambar 6).

Tujuan umum dari penyimpanan barang adalah untuk penggunaan volume bangunan yang maksimum; penggunaan waktu, tenaga kerja, dan perlengkapan, baik kemudahan pencapaian bahan; pengangkutan barang cepat dan mudah; identifikasi barang yang baik; pemeliharaan yang maksimum; penampilan yang rapi dan tersusun (Purnomo 2004).

Bentuk kemasan bahan baku pakan ternak yang disimpan di gudang pakan bisa berupa kemasan, curah atau cair (Gambar 7, 8, dan 9). Bahan dan produk disimpan dalam keadaan curah dan berwadah, pada penyimpanan curah, komoditi ditempatkan dalam suatu gudang curah (Gambar 7) ataupun pada suatu tempat penyimpanan khusus yang disebut bin/silo (Gambar 8), sedangkan penyimpanan komoditi berwadah (dengan kemasan), biasanya disimpan dalam gudang (Gambar 9). Bin/silo dan gudang harus didesain sedemikian rupa agar tidak terjadi kontaminasi air, tikus, burung, serangga, dan mikroorganisme.



Gambar 7 Gudang komoditas curah

http://itravelo.files.wordpress.com/2011/11/img_2150-small.jpg

Proses Industri Pakan



Gambar 8 Bin/silo

http://itravelo.files.wordpress.com/2011/11/img_2150-small.jpg

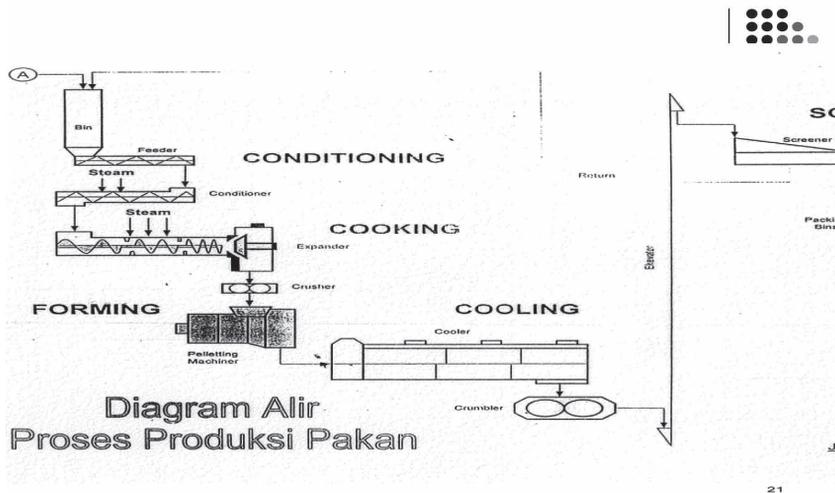
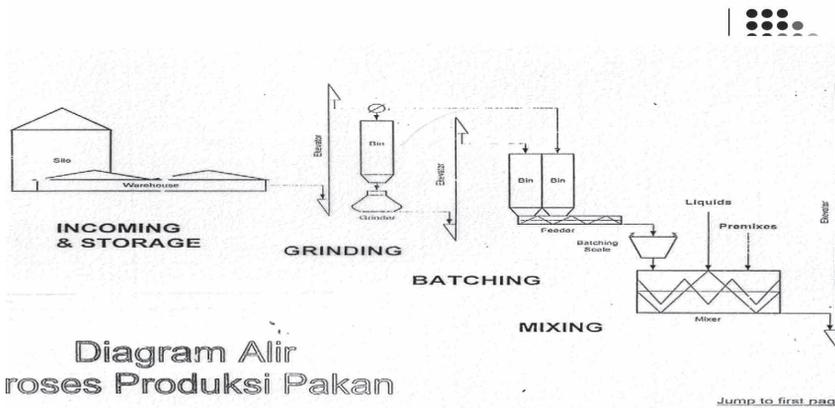


Gambar 9 Tumpukan komoditas Berkarung dalam Gudang

<http://3.bp.blogspot.com/ZqF73xGGC1c/TjwW-OMgOxI/AAAAAAAAA4E/4fXCBVOgCDQ/s1600/3795777p.jpg>

Bab III Alur Proses Industri Pakan

Silo biasanya digunakan untuk penyimpanan butiran terutama jagung kuning karena harganya yang mahal. Di silo, bahan baku lebih terjaga karena suhu dan kelembapan terjaga. Kekurangan silo: mahal, makin kecil silo makin tinggi biaya peralatannya/kg. Suatu pabrik makanan ternak unggas akan merasa aman apabila *stock* jagung kuning tersedia memenuhi silonya karena jagung kuning paling banyak jumlah digunakan dalam formula ransum unggas.



Gambar 10 Diagram alir proses produksi pakan (Pfoot 1976)

Proses Industri Pakan

Processing merupakan proses produksi dalam industri pakan. Alat yang biasa digunakan dalam *processing*, yaitu *Intake, Bin, Grinder (Hammer mill, Burr mill, Attrition mill, disc mill, roller mill, Combination mill)*, *mixer, expander, pelleter, cooler, crumbler*, dan mesin jahit karung.

Hal yang harus ditekankan dalam *processing*, yaitu harus diadakan pengecekan rutin terlebih dahulu.

1. Formula ransum
2. Obat-obatan dan *premix*
3. Kondisi *mixer* dan alat-alat lain, biasanya akan macet bila terkena logam dan *over load* (kapasitas berlebih)
4. Penyiapan plastik *bag* dan label
5. Pekerja-pekerja sudah harus siap dan konsentrasi penuh.

Istilah-istilah dalam prosesing di pabrik pakan (Pfof 1976):

1. Antibiotik adalah obat-obatan yang disintesa dari makhluk hidup dengan konsentrasi tertentu sebagai penghambat pertumbuhan makhluk hidup lain. Contoh: penicillin, tetracycline, dan streptomycin.
2. *Artificially dried* adalah pengering buatan untuk menurunkan kandungan air bahan.
3. Biskuit adalah produk kering adonan panggang yang mempunyai daya awet yang relatif tinggi, sehingga dapat disimpan dalam waktu yang lama dan mudah dibawa dalam perjalanan karena volume dan beratnya proses pengeringan.
4. *Blending* adalah proses pencampuran dua atau lebih bahan pakan yang berbeda jenis agar supaya homogen. Contoh: pencampuran dedak padi dan minyak.
5. *Blocking* adalah proses penggumpalan bahan atau campuran bahan menjadi bentuk berukuran besar dan padat.
6. *Block* adalah pakan berbentuk blok yang berupa gumpalan dengan berat lebih dari 2 pounds.
7. *Cleaning* adalah proses penghilangan atau pembersihan bahan baku pakan dari benda asing yang mengganggu. Contohnya logam yang dibersihkan dengan magnet.

Bab III

Alur Proses Industri Pakan

8. *Crumble* adalah pengecilan atau pemecahan pakan pelet menjadi bentuk butiran pecah atau granula.
9. *Complete Feed* adalah pakan lengkap yang seimbang kandungan gizinya yang dikonsumsi ternak untuk memenuhi kebutuhan hidup dan produksi ternak.
10. *Condensing* adalah proses menurunkan kelembapan bahan.
11. *Conditioning* adalah proses pencapaian KA atau temperatur tertentu pada bahan baku atau campuran bahan baku pakan untuk proses lebih lanjut.
12. *Cooking* adalah proses pemanasan untuk merubah kandungan kimiawi/karakteristik fisik contohnya adalah proses *cooking* pada *expander*.
13. *Cooling* adalah proses penurunan temperatur dengan aliran udara yang terus menerus contohnya adalah *exhaust fan*.
14. *Cracking* adalah proses pemecahan partikel bahan dengan kombinasi kerja pemecahan (*breaking*) dan penekanan (*Crushing*)
15. *Dehulling* adalah proses penghilangan kulit biji-bijian. Contohnya penghilangan sekam dari padi.
16. *Dehydrating* adalah proses penurunan KA dengan bantuan panas.
17. *Diluent* adalah zat pelarut digunakan untuk mencampur dan mengurangi konsentrasi zat gizi atau pelarut aditif yang aman digunakan untuk ternak dan dapat dicampur secara homogen ke dalam pakan.
18. *Dry Milled* adalah proses memperlunak bagian biji yang keras dengan uap air.
19. *Expanding* adalah proses pembentukan bahan-bahan baku menjadi produk pakan karena suhu dan tekanan tinggi sehingga volume bahan mengembang.
20. *Extruded* adalah proses pembentukan produk pakan menjadi kenyal, ringan dengan tekanan, dan panas.
21. *Evaporating* adalah proses pemadatan bahan baku dengan penguapan.
22. *Extracted* adalah proses penghilangan lemak atau minyak dari bahan dengan bantuan panas dan tekanan.
23. *Grinding* adalah proses pengecilan bentuk bahan (*size*).

Proses Industri Pakan

24. *Mixing* adalah proses pencampuran dua bahan atau lebih menjadi *homogeny*.
25. *Peleting* adalah proses penggumpalan bahan menjadi bentuk silinder dengan panas dan tekanan.
26. *Pelet* adalah bentuk pakan yang menggumpal melalui proses pemasakan (*extruding*) bahan atau campuran bahan dengan pemampatan dan tekanan melalui lubang *die* dengan proses mekanik.
27. *Premixing* adalah proses pencampuran awal bahan-bahan dengan pelarut.
28. *Rolling* adalah proses perubahan bentuk dan atau ukuran partikel bahan dengan penekanan di antara 2 *roll*.
29. *Supplemen* adalah bahan pakan yang digunakan untuk meningkatkan keseimbangan gizi atau performa ternak atau kedua-duanya yang bisa berupa: (1) sebagai suplemen untuk pakan lainnya; (2) disajikan secara terpisah dengan ransum; serta (3) diencerkan dan dicampur dengan air minum.
30. *Wafer* merupakan suatu bahan yang mempunyai dimensi (panjang, lebar, dan tinggi) dengan komposisi terdiri dari beberapa serat yang sama atau seragam.

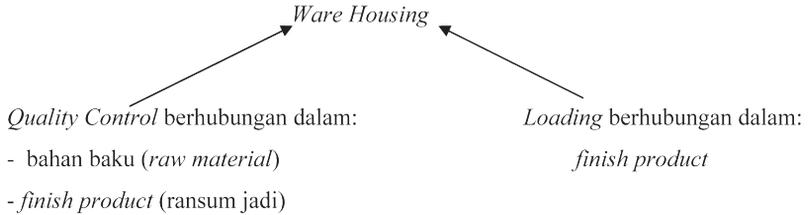
Loading adalah suatu proses pengeluaran dari gudang atau pemuatan barang-barang dari gudang ke dalam angkutan yang siap diterima pembeli. *Loading* merupakan *Finish Product* artinya *loading* merupakan tahap akhir dari proses produksi.

Bagian *loading* harus memberikan pelayanan yang baik pada pelanggan karena rugi atau labanya perusahaan ditentukan pada proses ini. Tugas utama *loading*, yaitu.

1. Memberikan pelayanan kepada pembeli. Contohnya: memuat barang yang akan dipasarkan ke truk. Tugas pertama ini harus hati-hati karena ada 2 kategori harga:
 - a. harga gudang pabrik (lebih murah)
 - b. harga gudang pembeli (lebih mahal)

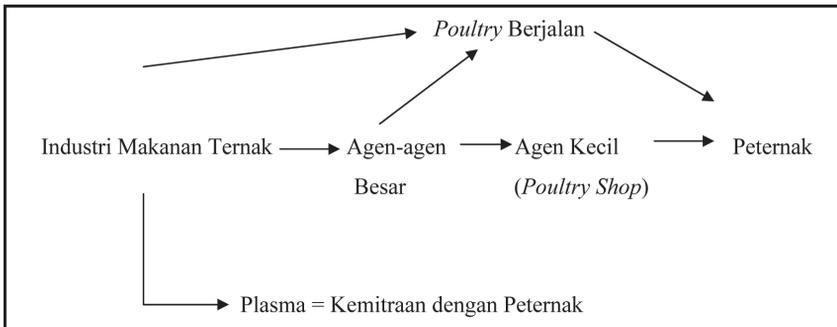
Bab III Alur Proses Industri Pakan

2. Mengelola *ware housing* dan mengawasi *finish product*.



3. Membuat laporan administrasi yaitu laporan bagaimana keluaranya suatu barang. Misalnya suatu perusahaan biasanya mempunyai toleransi, mengenai estimasi kelebihan timbangan yang diperbolehkan keluar pabrik. Contohnya *Industri Makanan Ternak* menjual 3.000 ton bahan dengan estimasi toleransi ± 50 kg.

Marketing ialah pemasaran. Bagian ini merupakan bagian yang paling sensitif karena *marketing* merupakan kunci laku atau tidaknya *finish product*.



Gambar 11 Skema pemasaran produk industri pakan



Bab IV

Teknik dan Proses Produksi Industri Pakan

Teknik *Grinding*

Grinding adalah penggilingan bahan baku pabrik pakan yang bertujuan untuk memperkecil ukuran partikel suatu bahan (*reduced material*) menjadi butiran kasar atau tepung (Henderson dan Perry 1974). Proses penggilingan, selain untuk mempermudah kegiatan *processing* juga untuk memperoleh ukuran partikel bahan yang dikehendaki agar ternak mudah mengonsumsi pakan dan sebagai tujuan akhir adalah untuk meningkatkan performa ternak. Alat yang digunakan dalam proses *grinding* adalah *grinder* yang terdiri atas beberapa macam alat, yaitu:

1. *Hammermill*

Hammermill digunakan untuk menggiling biji-bijian dan hijauan pakan (Pfof 1976). Prinsip kerja *hammermill* menggunakan palu untuk memperkecil ukuran partikel bahan baku. Proses kerja yang terjadi pada *hammermill* meliputi *reducing, shearing, cutting, mixing, separating (cleaning), dehydrating, grinding* (Henderson dan Perry 1974). Bahan akan masuk melalui *hopper*, kecepatannya dikontrol dengan pengatur gerak *slope*. Sebelum masuk ke dalam ruang penggilingan, bahan melewati magnet untuk memisahkan bahan dari logam yang tercampur. Kemudian bahan dipecah, dipukul, dan dipotong oleh palu yang berputar sehingga ukuran partikel menjadi lebih kecil (proses *reducing*). Bahan yang telah terpecah dan dapat melewati lubang saringan dengan semburan udara. Selanjutnya produk ditampung, tepung atau bahan halus dialirkan ke pengumpul debu (Owens dan Heimman 1994).

Proses Industri Pakan

Faktor-faktor yang memengaruhi kapasitas penggilingan *hammermill* di antaranya:

- a) Jenis, kadar air, dan kondisi bahan baku yang akan digiling. *Hammermill* umumnya digunakan untuk menggiling biji-bijian. Biji-bijian dengan kandungan karbohidrat yang tinggi lebih mudah digiling. Urutan kemudahan penggilingan, yaitu gandum, sorgum, jagung, *oat*, dan *barley* (Herrman dan Harner III 1995).

Nilai KA bahan yang akan digiling adalah 12–14%. Apabila nilai KA semakin tinggi kadar air, akan meningkatkan kebutuhan listrik (kWh/ton bahan), sehingga tidak efisien.

Kondisi bahan baku yang lengket digiling dengan bahan penyerapnya, seperti bungkil kelapa atau tepung ikan dengan dedak. Penggilingan bahan-bahan yang keras, misalnya tepung tulang, ditambah mineral yang mengandung garam dapat mempercepat keausan alat pemukul. Oleh karena itu, sebaiknya mesin giling dicuci dengan cara memasukkan bahan-bahan yang dapat menyerap atau dibasahi tetesan air karena garam akan merusak mesin giling dan putaran *hammermill* menjadi cepat haus.

- b) Diameter lubang dan luas permukaan saringan. Semakin besar diameter lubang atau luas permukaan saringan (seluruh lubang terbuka), maka kapasitas penggilingan semakin besar (Pfof 1976).
- c) HP (*horse power*) motor yang digunakan. Kapasitas penggilingan semakin meningkat seiring dengan peningkatan HP motor yang bekerja (Pfof 1976).
- d) Kecepatan ujung palu. Kecepatan ujung palu merupakan fungsi diameter rotor. Kecepatan ujung palu penting diperhatikan, karena berkaitan dengan kecepatan tumbukan antara palu dengan bahan. Kecepatan ujung palu 14.000–15.000 *feet*/menit merupakan titik ekonomis (Henderson dan Perry 1976); kecepatan dengan efisiensi terbaik: 700–9.000 *feet*/menit (Silver), 1.200–5.000 *feet*/menit (Bruhn), dan 12.600–19.800 *feet*/menit (Friedrich *et al.*). Kecepatan ujung palu yang rendah menyebabkan produk lebih kasar, tetapi lebih seragam.
- e) Lokasi tumbukan. Tumbukan antara palu dan bahan terjadi secara sempurna pada ujung palu yang menghasilkan energi empat kali lebih besar dibandingkan dengan tumbukan pada pangkal palu. Efisiensi tumbukan menurun 20% pada bagian tengah palu.

Bab IV Teknik dan Proses Produksi Industri Pakan

- f) Jarak ujung palu dan saringan. Jarak ujung palu-saringan sebaiknya bervariasi 1/8–3/8 inci (Thomas); optimum untuk bijian adalah 0,31 inci (Friedrich).
- g) Ketebalan palu. Ketebalan palu harus disesuaikan dengan konstruksi *hammermill*. Kondisi haus biasanya terjadi pada ujung palu. Oleh sebab itu, sebaiknya menggunakan palu jenis *swing* karena dapat dipertukarkan letak pemakaiannya sampai empat kali. Meningkatkan kapasitas dan efisiensi sampai 15% dilakukan dengan menipiskan palu dari ketebalan 0,31 inci menjadi 0,018 inci.
- h) Jumlah palu. Jumlah palu memengaruhi produksi dan kadar kehalusan produk (Hendrix). Jumlah palu *swing* optimum 15 palu (tebal 3 mm/100 mm) lebar rotor (Friedrich).
- i) Kadar kehalusan bahan. Tingkat ukuran kadar kehalusan bahan yang semakin kecil akan memudahkan penggilingan, sehingga akan meningkatkan besar kapasitas.
- j) Kecepatan pemasukan bahan. Peningkatan laju pemasukan bahan akan memperbesar kapasitas. Namun demikian, jumlah pemasukannya jangan terlalu banyak karena dapat menimbulkan kemacetan, sehingga perlu diatur dengan slope (Pfof 1976).

Keuntungan penggunaan *hammermill* antara lain adalah *simplicity* (proses sederhana), *versatility* (dapat disesuaikan dengan kondisi sekitar), bebas dari bahaya logam, mesin tidak rusak apabila dijalankan dalam keadaan kosong, pemakaian palu tidak mengurangi efisiensi bahan, dapat menggiling bahan sampai tingkat M dan F, kecepatan tinggi, serta kenaikan suhu produk tidak tinggi (Anderson 1994; Koch 2011).

Sementara kerugian penggunaan *hammermill* antara lain adalah produk akhir tidak seragam. Hal tersebut disebabkan perbedaan kecepatan atau waktu perjalanan bijian sampai ditumbuk dengan palu dibutuhkan energi yang besar untuk volume penggilingan yang kecil. Kadar kehalusan hasil penggilingan ditentukan oleh jenis saringan yang digunakan (kasar, sedang atau halus), kadar kehalusan bahan yang digiling, kecepatan pergerakan bahan, dan tipe *hammermill* (*swing* atau *fixed*) (Pfof 1976).

2. Burr Mill

Burr mill adalah mesin giling dengan prinsip kerja menggunakan 2 lempeng untuk memperkecil ukuran partikel bahan baku. Proses kerja *Burr Mill*

Proses Industri Pakan

adalah bahan masuk melalui *loading (hopper)*. Kedua pelat bergerak berputar dan saling bergesekan, sehingga memecah bahan. Bahan kemudian keluar melalui tempat pengeluaran. Proses kerja yang terjadi selama *burr mill* bekerja terdiri atas *cutting, crushing, shearing* (Pfof 1976).

Kapasitas penggilingan

Kapasitas penggilingan *burr mill* dipengaruhi oleh (Pfof 1976).

1. Penggunaan bahan makanan.
2. Kecepatan pelat.
3. Kondisi dan desain pelat.
4. Jarak pelat.
5. Keausan pelat.
6. Jenis dan kadar air dari bahan baku.

3. *Roller Mill*

Roller Mill adalah penggilingan dengan menggunakan 2 buah *roll* untuk memperkecil ukuran bahan baku. Proses kerja *Roller Mill* adalah sebelum bahan dimasukkan ke dalam *loading hopper*, mesin harus dihidupkan terlebih dahulu. Bahan akan digiling hingga halus dengan gerak gesek dua *roll*. Setelah menjadi halus, bahan keluar melalui tempat pengeluaran. Selama bekerja, *roller mill* melangsungkan proses *grinding, reducing, rolling, crushing, cracking, crimping, crumbling, flaking, steaming, shearing, dan cutting* (Owens dan Heimann 1994).

4. *Combination Mill*

Combination mill adalah mesin giling dengan prinsip kerja mengombinasikan beberapa prinsip kerja mesin giling. Contohnya, kombinasi *crusher mill hammermill, crusher mill burr mill, crusher mill roller mill, dan hammermill roller mill*.

Proses *grinding* pada pabrik pakan dapat berlangsung dalam dua sistem proses yang berbeda, yaitu *pregrinding* dan *postgrinding* (Owens dan Heimann 1994). Pemilihan proses yang digunakan berdasarkan jenis bahan yang akan digiling dan besar biaya yang akan dikeluarkan.

Teknik *Mixing*

Teknik *mixing* adalah proses pencampuran beberapa bahan baku pakan yang bertujuan untuk memperoleh hasil adukan yang homogen (Wanasuria 1996). Hasil pengadukan yang baik akan meningkatkan penampilan ternak mengingat terdapat banyak bahan mikro yang memperhitungkan keamanan penggunaan obat yang harus diterima ternak dalam jumlah sedikit. Gejala keracunan obat pada ternak mulai muncul jika mengonsumsi obat melebihi takaran selama beberapa hari berurutan atau disebabkan pencampuran yang tidak merata. Tiap ekor ternak harus menerima 90% dari kebutuhan nutrisi harian atau 95% dari tiap pemberian pakan, dan kesempurnaan pencampuran mendukung penampilan produksi ternak (Wanasuria 1996).

Prinsip utama pencampuran adalah prosesnya harus diselesaikan dengan waktu dan biaya minimum untuk menghasilkan produk yang seragam (Fahrenholz 1994). Permasalahan akan muncul jika bahan-bahan yang dicampur mempunyai ukuran dan bentuk yang sama, tetapi berat jenisnya berbeda; atau jika bahan-bahan tersebut mempunyai ukuran dan bentuk yang berbeda (Rempe 1976a).

Prinsip kerja pada mesin *mixer* adalah menciptakan arus yang akan mencampur bahan-bahan secara homogen. Proses pencampuran disebabkan oleh difusi *small irregular movement* dan konveksi *longitudinal movement* (Goh 2002). Homogenitas campuran dapat dilihat secara fisik, kimia, dan biologi (Herman dan Bhenke 1994):

1. Secara fisik, yaitu melalui pengamatan ransum secara langsung terhadap pencampuran bahan pakan antara satu dengan yang lainnya.
2. Secara kimia, yaitu melalui uji di laboratorium.
3. Secara biologi, yaitu berdasarkan dampak pemberian campuran pakan terhadap ternak.

Menurut Fahrenholz (1994), hasil pencampuran dipengaruhi oleh beberapa hal berikut ini.

1. Operator mesin, yaitu kemampuan dari pekerja dalam mencampur bahan makanan dan mengoperasikan mesin.
2. Kapasitas isi mesin dalam mencampur bahan makanan yang akan memengaruhi kapasitas kerja.

Proses Industri Pakan

3. Bahan baku, baik ukuran dan bentuk partikel bahan, berat jenis, sifat higroskopis, kepadatan, viskositas, dan kepekaan terhadap muatan gaya magnet bahan.

Jenis *mixer* terbagi menjadi enam macam berdasarkan sistem kerja (*batch mixer* dan *continous mixer*), berdasarkan jenis alat pengaduk (*paddles mixer* dan *ribbon screw* atau *auger mixer*), dan berdasarkan bentuk bangun (*vertical mixer* dan *horizontal mixer*) (Pfof 1976).

a. *Batch mixer*

Rempe (1976a) menyatakan bahwa *batch mixing* banyak digunakan karena alasan-alasan berikut ini.

- a. Lebih kompak dan dapat diadaptasi pada pabrik skala kecil (*semicontinuous process*) dengan proses kerja *filling*, *mixing*, dan *emptying* dilakukan oleh pekerja.
- b. Dapat dioperasikan secara otomatis.
- c. Dapat dioperasikan sebagai *rotary drum dryer*.
- d. Efisien untuk penggilingan formula adonan yang berubah-ubah.

b. *Continous Mixer*

Continous mixing system (sistem pencampuran kontinu) biasanya terkait dengan kegiatan operasional yang mahal. Penggerakan bahan dilakukan oleh bagian-bagian, seperti *auger*, *star wheel*, dan *screw conveyor*. Untuk pengecekan bahan-bahan yang akan diproses secara akurat, digunakan penimbangan dengan mesin timbang otomatis. Pencampuran kontinu dapat berlangsung pada alat *screw conveyor* selama proses pengangkutan bahan (Gill 1995).

Gill (1995) mengungkapkan beberapa keuntungan pemakaian *continous mixing* dibandingkan *batch mixer* berikut ini.

1. Ukuran *feeder* lebih kecil, tetapi bekerja secara kontinu (kecepatan pencampuran bergantung pada kerja *feeder*). Pada sistem *batch*, *feeder* harus beroperasi terputus-putus untuk membawa volume bahan banyak dalam waktu yang singkat.
2. Biaya awal operasional dan instalasi lebih rendah.

Bab IV Teknik dan Proses Produksi Industri Pakan

3. Oleh karena itu, bin penyimpanan bahan tepat di atas *feeder*, maka tidak diperlukan bin tambahan lagi untuk operasional (*live bottom bin*).
4. Pada sistem *batch*, peningkatan kapasitas harus memakai beberapa *mixer*. Sistem pencampuran kontinu dapat mencapai kapasitas pencampuran ukuran 10–120 ton/jam, jika kemampuan pengeluaran bahan dari *feeder* ditingkatkan.

c. *Paddles Mixer*

Paddles mixer merupakan *mixer* dengan efisiensi tinggi yang bekerja dengan cepat, pencampuran yang teliti dan seragam untuk bahan dengan perbedaan besar. Desain pedal dari *paddles mixer* ini memastikan pengeluaran bahan yang efektif. Kontruksi *mixer* yang kokoh menyebabkan *mixer* ini tahan lama. Keuntungan dari *paddles mixer* ini adalah dapat mencampur 10 kali lebih cepat, sehingga dapat meningkatkan kapasitas produksi, proses pencampuran yang halus menyebabkan tingkat degradasi produk yang minimal, pencampurannya yang halus menyebabkan tingkat degradasi produk yang minimal, pencampurannya homogen mempunyai kemampuan yang tinggi dalam mencampur molases dan bahan-bahan lain dengan jumlah molases yang ditambahkan mencapai 30–40% (Warren 2008).

i. *Ribbon (Screw) Mixer*

Ribbon (srew) mixer adalah alat pencampur dasar dalam industri. *Ribbon (srew) mixer* biasanya dioperasikan pada suhu kamar, tetapi alat ini juga dapat dilapisi uap panas (pada tekanan atmosfer) atau air pendingin. *Ribbon (srew) mixer* ini biasanya terdiri dari *casing* yang berbentuk kotak terbuka (biasanya 2–3 kali lebih panjang dari lebarnya) dengan bagian bawah terbentuk *semicircular*, dilengkapi dengan poros horizontal tempat terpasangnya *ribbon blades*, *paddle* atau *helical screws* dengan jangkauan lengan sangat dekat dengan dinding untuk meminimalisasi bagian yang tidak tersentuh pisau. Bentuk paling efektif dari pisau *ribbon* ini adalah *dube sprial* di mana pisau bagian luar menggerakkan bahan dalam satu arah dan pisau bagian dalam bergerak ke arah sebaliknya (Warren 2008).

ii. *Vertical Mixer*

Vertical mixer biasanya digunakan pada pabrik kecil atau pada peternakan yang mencampur pakan sendiri (Wanasuria 1996). *Vertical mixer* merupakan

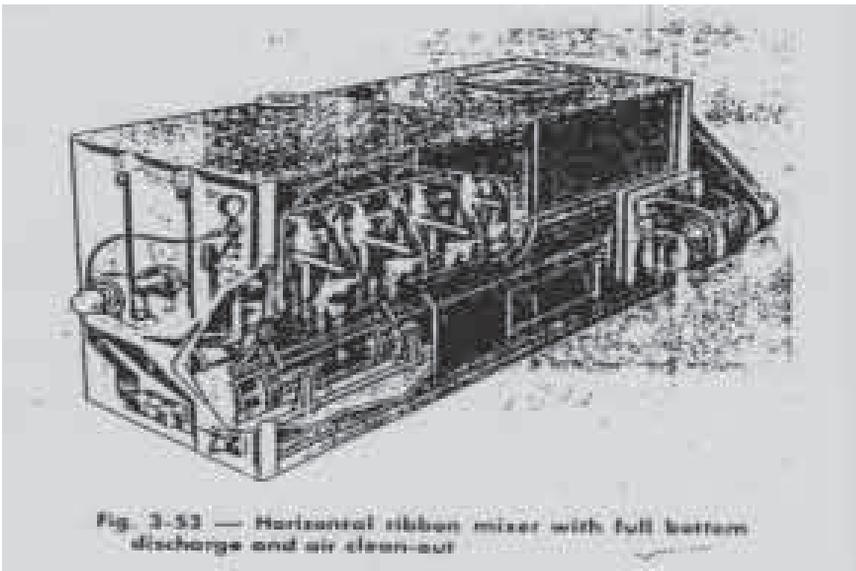
Proses Industri Pakan

double screws untuk pengaduk, sedangkan sebagian *vertical mixer* mempunyai *single crew*. Beberapa keuntungan *vertical mixer* antara lain adalah relatif lebih murah, biaya instalasi lebih murah daripada *horizontal mixer*, serta membutuhkan ruang yang lebih sedikit. Sementara kerugiannya antara lain adalah waktu pencampuran lama, cairan yang ditambahkan tidak sebanyak pada *horizontal mixer*, penanganan sisa adonan sulit (Pfof 1976)

Pfof (1976) menjelaskan cara kerja *vertical mixer* sebagai berikut. Bahan dimasukkan melalui *loading hopper* dan diangkat sampai keluar tabung menggunakan *auger (auger)*. *Paddles* digerakan-gerakkan, sehingga bahan keluar dari tabung dan tercampur. Bahan yang belum tercampur rata dimasukkan lagi melalui tabung dengan gerakan berputar. Jika sudah homogen, bahan dikeluarkan melalui lubang pengeluaran ke tempat penyimpanan.

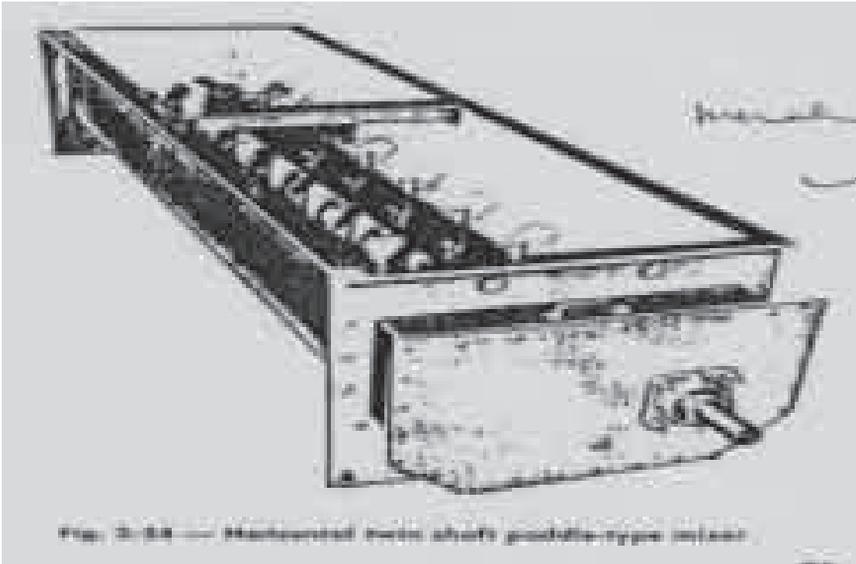
iii. Horizontal Mixer

Pabrik pakan banyak menggunakan *horizontal mixer*. Dalam penggunaan *horizontal mixer*. Urutan pemasukan bahan dalam *mixer* adalah bahan baku mayor, bahan baku minor, bahan aditif, dan cairan (Fahrenheit 1994).



Gambar 12 *Mixer horizontal* (Pfof 1976)

Bab IV Teknik dan Proses Produksi Industri Pakan



Gambar 13 *Mixer horizontal* dengan poros ganda (Pfof 1976)

Kualitas pencampuran pada mesin *mixer* yang baik harus mampu mencampur bahan baku secara optimal dengan beragam ukuran material dari tepung sampai butiran; serta beragam berat atau densitas mulai dari dedak sampai tepung batu (Wanasuria 1996). Pfof (1976) mengungkapkan kualitas pencampuran dipengaruhi oleh faktor-faktor, yaitu ukuran partikel, bentuk atau tekstur partikel, berat spesifik (BJ), higroskopisitas partikel, kepekaan terhadap muatan elektrostatis, dan daya rekat (seperti pada permukaan kasar atau yang ditimbulkan akibat penambahan minyak). Kualitas pencampuran dipantau oleh faktor *coeficient of variation* (CV), sehingga bisa selalu diadakan evaluasi apakah ketepatan lama pencampuran, kecepatan motor, dan pemanfaatan kapasitas *mixer* (Pfof1976).

Teknik *Conditioning*

Conditioning yaitu proses mengubah ransum mash pada saat dicampur (*mixing*) dengan menggunakan panas, air, tekanan, dan waktu untuk keadaan fisik yang memudahkan pemadatan ransum (Thomas *et al.* 1996). Proses *conditioning* dalam pembuatan pakan khususnya pelet dapat meningkatkan kualitas fisik dan nutrisi pakan yang diproduksi (Thomas *et al.* 1997). *Conditioning* merupakan proses penambahan steam pada pakan untuk meningkatkan panas dan kadar air (Khalil dan Suryahadi 1997)

Proses Industri Pakan

Walker (1984) menjelaskan bahwa selama proses *conditioning* terjadi penurunan kandungan bahan kering sampai 20% akibat peningkatan kadar air bahan dan menguapnya sebagian bahan organik. Proses *conditioning* akan optimal bila kadar air bahan berkisar 15–18%. Winarno (1997) menjelaskan lebih lanjut bahwa kadar air yang lebih dari 20% akan menurunkan kekentalan larutan gel hasil gelatinisasi. Efek lain dari proses *conditioning*, yaitu menguapnya asam lemak rantai pendek, denaturasi protein, kerusakan vitamin bahkan terjadinya reaksi Maillard. Reaksi Maillard, yaitu polimerisasi gula pereduksi dengan asam amino primer membentuk senyawa melanoidin berwarna cokelat, proses ini terjadi akibat adanya pemanasan (Muller 1988).

Warna cokelat pada bahan ini menurut Muller (1988) menurunkan mutu penampakan warna pelet. Nikersond dan Louis (1978) menambahkan bahwa pemanasan dapat menyebabkan dehidrasi pada gula. Gula yang terdehidrasi membentuk polimer sesama gula yang diikuti oleh gugus amina membentuk senyawa cokelat. Gelatinasi merupakan sumber perekat alami pada proses “pelleting”.

Pencetakan merupakan tahap pemadatan bentuk melalui alat ekstruder. Temperatur bahan sebelum masuk ke dalam mesin pencetak sekitar 80°C dengan kelembaban 12–15%. Kelemahan sistem ini adalah diperlukannya tambahan air sebanyak 10–20% ke dalam campuran pakan, sehingga diperlukan pengeringan setelah proses pencetakan tersebut. Penambahan air dimaksudkan untuk membuat campuran atau adonan pakan menjadi lunak, sehingga bisa keluar melalui cetakan. Jika dipaksakan tanpa menambahkan air ke dalam campuran, mesin akan macet dan pelet yang keluar dari mesin pencetak biasanya kurang padat (Pujaningsih 2006).

Selama proses *conditioning* terjadi peningkatan suhu dan kadar air dalam bahan, sehingga perlu dilakukan pendinginan dan pengeringan (Walker 1984).

Pengeringan pada intinya adalah mengeluarkan kandungan air di dalam pakan menjadi kurang dari 14%, sesuai dengan syarat mutu pakan ternak pada umumnya. Proses pengeringan perlu dilakukan apabila pencetakan dilakukan dengan mesin sederhana. Jika pencetakan dilakukan dengan mesin pelet sistem kering, cukup dikering anginkan saja hingga uap panasnya hilang, sehingga pelet menjadi kering dan tidak mudah berubah kembali ke bentuk tepung (Pfof 1964).

Teknik *Pelleting*

Pelleting adalah proses pencetakan campuran bahan baku pakan menjadi pakan bentuk pelet. Alat yang digunakan dalam teknik *pelleting* adalah mesin *Pelleter* yang mencetak pakan menjadi produk pakan yang berbentuk silinder. Pelet adalah bentuk penggumpalan pakan melalui proses pemasukan (*extruding*) pada tiap bahan atau campuran adonan dengan pemampatan dan tenaga tekanan melalui lubang *die* dengan proses mekanik (Robinson 1976). Komponen utama dalam mesin pelet adalah dua buah *roller* dan *diering*. Kedua *Roller* terletak pada *die* yang berputar dengan arah yang sama dan mendesak bahan ke arah lubang *die* pada *diering* (Robinson 1976).

Ada dua jenis mesin dan kondisi mesin pelet, yaitu *pellet mill* dan *farm feed pelleter*. *Pellet mill* yang bekerja dengan penambahan uap biasa digunakan oleh pabrik-pabrik pakan besar, sedangkan *farm feed pelleter* bekerja tanpa penambahan uap dan banyak digunakan oleh peternakan yang membuat pakan pelet sendiri atau pabrik skala kecil.

Pellet Mill

Proses kerja *Pellet mill* adalah bahan atau adonan masuk melewati *surge bin* ke dalam ruang pengadukan untuk diaduk dan dicampur merata. Pada saat tersebut ditambahkan premiks, bahan mikro, bahan cair, dan molases. Setelah tercampur rata, bahan dimasukkan ke dalam ruang pengondisian untuk dilakukan penambahan uap, panas, dan air. Pengondisian tersebut berfungsi untuk melembutkan dan membentuk kondisi gelatinisasi pati. Air ditambahkan pada adonan bubur pakan melalui injeksi uap secara langsung pada ruang pengondisian. Banyaknya air yang ditambahkan tergantung pada absorpsi, difusivitas bahan-bahan baku, kualitas uap, jumlah uap, derajat pencampuran selama pengondisian, dan besar luasan ruang pengondisian (Briggs *et al.* 1999).

Farm Feed Pelleter

Proses kerja yang terjadi dalam *farm feed pelleter* terdiri atas *mixing*, *crushing*, *rolling*, dan *cutting*. Pemberian uap panas pada proses pembuatan pelet berfungsi untuk menaikkan suhu bahan baku, meningkatkan kandungan air (*moisture*), sehingga proses gelatinisasi pati menjadi sempurna (Stevens 1987 dalam Briggs *et al.* 1999). Selain itu, pemberian uap panas juga

Proses Industri Pakan

dapat mengurangi bakteri dan meningkatkan laju pembuatan pelet karena air akan melicinkan adonan pelet saat dilewatkan ke dalam *die*. Kenaikan kandungan lemak adonan dapat bersifat pelicin dan menurunkan kenaikan suhu pada sepanjang lubang *die*. Faktor lain yang memengaruhi kenaikan suhu adalah ukuran partikel adonan, pada ukuran partikel yang lebih besar dari yang direkomendasikan, akan meningkatkan suhu karena terjadi gesekan yang besar di dalam lubang *die* (Briggs *et al.* 1999). Penambahan uap panas yang sesuai dengan jumlah pelet yang diproduksi dalam kondisioner dapat meningkatkan kualitas pelet, sehingga waktu pengondisian dapat diperlama hingga lebih dari 20 detik (Fairfield 1994).

Pellet Cooler

Pelet yang keluar dari lubang *die* basah dan temperaturnya tinggi, untuk membuat pelet siap digunakan maka pelet harus didinginkan agar temperatur turun dan struktur pelet kuat dan kokoh. Proses *cooling* (pendinginan pelet) biasanya menggunakan alat/mesin yang disebut dengan *pellet cooler*, yang menurut bentuknya dapat dibedakan menjadi *vertical pellet cooler* dan *horizontal pellet cooler* (Robinson 1976).

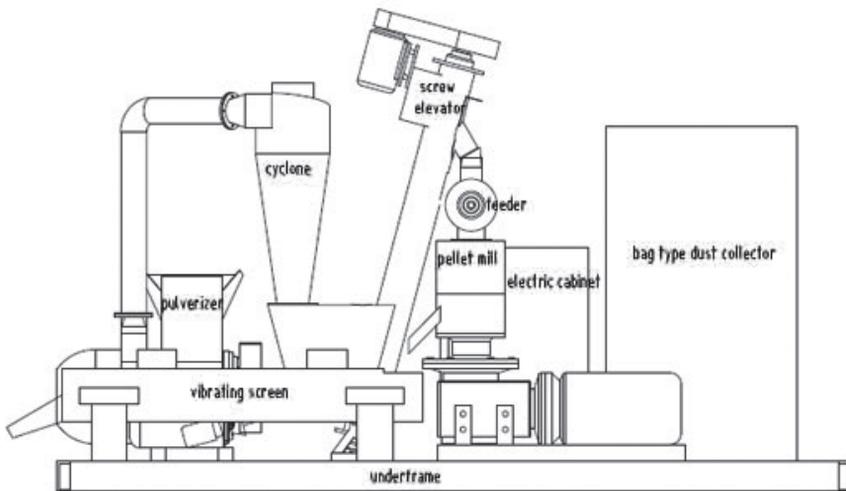
Vertikal Pellet Cooler

Merupakan alat pendingin pelet dengan sedikit perawatan dan penggunaan energi kecil (Fairfield 1994). Pelet basah dimasukkan dalam *pellet cooler* melalui *hopper* dan dilewatkan dengan mengikuti gaya gravitasi bumi pada suatu ruangan *stream* (bersekat) yang berukuran 9" (22,9 cm) yang dialiri udara dari kipas/*fan* yang berhubungan dengan *plenum chamber*. Ketika kolom sudah penuh terisi, maka sensor akan menghentikan aliran pelet. Pelet didinginkan dengan aliran udara yang berasal dari *plenum chamber*, dengan gerakan mengaduk. Pelet keluar dengan sangat lancar pada aliran yang konstan. Setelah keluar pelet masuk ke dalam *scalper* untuk menyaring dan memisahkan butiran pelet utuh dan yang pecah, selanjutnya akan diproses menjadi bentuk *crumble*. *Vertical pellet cooler* terbagi 3 tipe, yaitu *cross flow drier* (aliran udara memotong arah aliran pelet masuk), *concurrent flow drier* (aliran udara searah pelet masuk), dan *counter flow drier* (aliran udara berlawanan arah pelet masuk). *Vertical pellet cooler* sangat efektif untuk mendinginkan pelet yang berdiameter kecil (Fairfield 1994).

Bab IV Teknik dan Proses Produksi Industri Pakan

Horizontal Pellet Cooler

Horizontal pellet cooler merupakan tipe *cooler* yang bergerak (Fairfield 1994). Butiran pellet yang keluar dari lubang *die* pada *pelleter* masuk pada mesin *horizontal pellet cooler* melalui *hopper*. *Pellet* yang diam dialirkan oleh media *belt conveyor* oleh *screw* yang bekerja pada bagian bawah *belt*. Jenis *horizontal pellet cooler* terdiri dari *single shaft* atau *double shaft*. *Single shaft* mempunyai satu sekatan (*apron*) yang digunakan untuk menggerakkan *pellet*, *pellet* dikeluarkan pada sisi yang berlawanan dengan arah masuk pelet (*inlet*), sedangkan *double shaft* mempunyai dua *apron*. Melalui sekat pada *belt*, aliran udara yang bergerak vertikal dialirkan dari *fan* yang ada pada dasar *coller*. Selama perjalanan pelet dibersihkan dari logam yang mengganggu dengan kerja magnet (Fairfield 1994).



Gambar 14 *Pelleting Flow Diagram*

<http://www.pelletmillequipment.com/images/small-mobile-pellet-plant-process-flow.jpg>

Teknik Crumbling

Crumbling adalah proses pemecahan produk pakan bentuk *pellet* menjadi bongkahan partikel yang lebih kecil baik ukuran panjang dan diameternya. *Crumbler* atau mesin pemecah *pellet* biasanya digunakan untuk memecah *pellet*. Mesin tersebut digunakan untuk memecah pelet menjadi bentuk butiran atau granula atau pecahan dan biasanya disebut *crumble*. Pakan *crumble* diberikan

Proses Industri Pakan

pada ternak seperti ayam broiler, benur ikan, burung, dan udang. Proses kerja *crumbler* adalah *Reducing, Cutting, Shearing, Rolling, Crumbling*. *Pellet* yang telah dingin masuk melalui *hopper* ke ruang *crumbling, roller-roller* berputar, sehingga *pellet* terpecah dan ukuran *pellet* menjadi lebih kecil, kemudian *crumble* dikemas (Fairfield 1994).

Teknik *Extrusion* dan *Expanding*

Extrusion adalah proses pembentukan atau deformasi produk melalui proses tekanan tertentu pada suatu lubang pengeluaran. *Ekstruder* adalah mesin pembentuk atau deformasi produk melalui lubang *die* yang mengakibatkan pengembangan produk dengan cara *high temperature* dan *short time*. Oleh karena itu, ekstrusi dihubungkan dengan proses pemasakan bahan campuran antara bijian dan campuran protein yang membentuk suatu adonan dengan mesin *extruder* (Harper 1981a). Gelatinisasi pati akan meningkatkan kekentalan adonan, sedangkan bahan-bahan yang mengandung protein akan meningkatkan elastisitas, berkarakteristik menyerap air yang membuat adonan bertambah lengket. Menurut Fellows (2000) ekstrusi didefinisikan sebagai suatu proses kombinasi sistem kerja *mixing, cooking, kneading, shearing, shaping, dan forming*. Produk ekstrusi bermacam-macam, berupa pakan ikan, pakan udang, *pet food, mink food, laboratory animal food, urea feed, dan baby pig food*. Bentuknya *soft pellet* yang dihasilkan oleh sistem kerja tekanan *screw* dan *die* (Smith 1976).

Prinsip kerja *ekstruder* sama pada semua tipe. Bahan mentah dimasukkan ke dalam *barrel* ekstruder. Lalu, *screw* mendorong bahan pada sepanjang *screw*, sehingga volume bahan berkurang dan meningkatkan laju pergerakan bahan. Akhirnya, bahan mengisi seluruh ruang *barrel* dan di antara celah *screw flight*, kemudian menjadi padat. Selama perjalanan sepanjang *barrel, screw* membentuk adonan menjadi bentuk semi-solid (*plasticied mass*). Gesekan dan penambahan panas menyebabkan kenaikan suhu secara cepat, kemudian tekanan dan gaya potong (*shearing*) meningkat. Adanya gaya dorong yang besar menyebabkan bahan keluar dari lubang *die*, lalu berubah bentuk menjadi produk akhir yang dengan segera dikeringkan (Fellows 2000). *Ekstruder* diklasifikasikan menjadi dua kelompok besar, yaitu ekstruder *screw* dan *ekstruder barrel* (Harper 1981a). Salah satu tahapan kritis pada produksi produk ekstrusi, terutama pada *dry pet food* adalah *cooling* (Tedman 2004).

Bab IV

Teknik dan Proses Produksi Industri Pakan

Pengeringan produk *extruder* biasanya pada alat *continous conveyor type dryer* (Hauck *et al.* 1994). Produk digerakan dengan *belt conveyor* sambil disemprotkan udara panas, kecepatan udara panas mencapai 65 m/menit, dengan panas udara mencapai 100–200°C (212–392°F). Temperatur produk *extruder* segera setelah keluar dari *extruder*, dapat mencapai 177–190°C (351–374°F), tanpa kerusakan kandungan nutrisi pada 4–6 menit pertama memasuki *dryer*. Pengeringan akan menurunkan temperatur produk separuhnya, tetapi juga membuat produk *extruder* mengalami proses reaksi *mailard* non-enzimatik yang akan mengurangi kandungan nutrisi produk terutama asam amino, vitamin, dan mineral (Hauck *et al.* 1994).

Ketika udara kering menyelimuti produk, udara kering tersebut akan menyerap air dan mengurangi temperatur. Sebagian udara hangat akan terbuang ke atmosfer dan dengan kerja *exhaust fan*, udara hangat sebagian lagi akan kembali ke sistem, sehingga akan mengurangi temperatur dan tekanan, sehingga *exhaust fan* akan mengurangi kerja dan biaya *heater* (Hauck *et al.* 1994)

Pengering yang digunakan dapat bertipe *single shaft*, *double shaft* dan *triple shaft conveyor system*. Untuk pengering *pet food*, biasanya digunakan tipe *double shaft*. Tipe ini mengeringkan lebih banyak produk per luasan permukaan *belt conveyor*, hal ini penting karena produk *pet food* yang masuk ke dalam *dryer* mempunyai kandungan air 23–26% dengan ketebalan tumpukan 10 cm. Setelah tahapan pengeringan pertama yang mengurangi kadar air 3%, produk akan diputar dan dikeringkan pada pengeringan tahap kedua dengan ketebalan produk 15–20 cm. Keuntungan pengering *multiphase* adalah juga mengurangi kebutuhan luasan lantai ruangan dan biaya modal lebih sedikit.

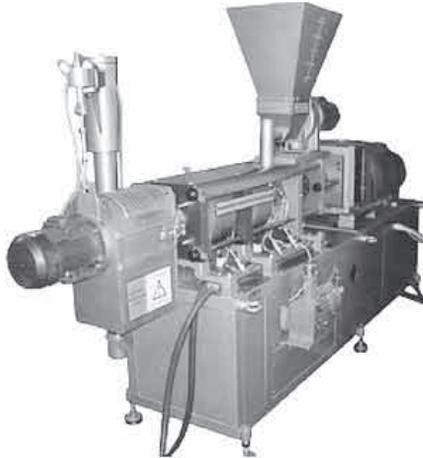
Setelah produk dikeringkan, maka produk membutuhkan penurunan temperatur yang kemudian dilakukan pada alat kombinasi *dryer-cooler*, sehingga pendinginan dilakukan pada *slow conveyor* dalam *multiphase dryer*. Waktu yang dibutuhkan untuk *drying* dan *cooling* produk *extruder* adalah 15 menit untuk *drying* dan 7 menit untuk *cooling* (Hauck *et al.* 1994).

Penggunaan sistem ekstrusi untuk pakan ternak dalam jangka panjang (Pfof 1976), di antaranya.

- (a) pengeringan protein daun,
- (b) produksi susu untuk *starter* dan *replacers* secara keseluruhan atau sebagian dari ekstrusi bungkil kedelai lemak penuh,

Proses Industri Pakan

- (c) peningkatan efisiensi pakan sereal,
- (e) produksi ekstrusi pakan untuk krustasea, serta
- (f) produksi pakan ternak yang halus yang mengandung kadar gula rendah.



Gambar 15 Ekstruder

http://1.bp.blogspot.com/E12s8KDHvgE/UQSf5faUHR1/AAAAAAAAADH0/z14gj8HK8yk/s1600/300px-Extruder_VES-EU2.jpg

Expander merupakan jenis mesin *extruder* dengan *single screw*, dengan dinding *conditioning* yang tebal, yang berfungsi sebagai penangkap uap (Fellows 2000). *Expander* digunakan pada proses *conditioning* campuran bahan baku dengan temperatur tinggi, uap ditambahkan jika temperatur mencapai 250°F (121°C) dan untuk stabilisasi campuran adonan sebelum proses *pelleting*. *Expander* ditempatkan segera setelah bahan baku mengalami proses *conditioning* sebelum *pelleting* (Fairfield 1994), ataupun proses *crumbling* pakan, dan juga dapat dilakukan proses *expanding* pada salah satu jenis bahan baku pakan (Fairfield 1994).

Keuntungan penggunaan mesin *expander* menurut Fairfield (1994) adalah 1) sedikit terbentuk debu, 2) kualitas pelet yang dihasilkan menjadi lebih baik, 3) meningkatkan kapasitas *pellet mill*, 4) meningkatkan kemampuan penambahan bahan cairan, 5) meningkatkan kemampuan merekat antar bahan baku dengan penggunaan perekat dalam jumlah sedikit, sehingga menurunkan biaya formulasi, 6) meningkatkan aktivasi kemampuan merekat bahan baku secara alami, 7) menurunkan kandungan/serangan bakteri, 8) menurunkan

Bab IV

Teknik dan Proses Produksi Industri Pakan

kandungan substansi penghambat pertumbuhan, 9) meningkatkan pencernaan kandungan nutrisi bahan baku. Kerugian dari penggunaan mesin *expander* adalah investasi modal tinggi, penggunaan temperatur, dan tekanan tinggi, sehingga mengurangi kandungan vitamin dan obat-obatan.



Bab V

Produk Industri Pakan

Produk pakan ternak yang dihasilkan oleh pabrik pakan adalah pakan ayam (DOC, *starter*, *grower*, *finisher*, dan *layer*), pakan ruminansia (sapi, kambing, dan domba), pakan babi, pakan burung, pakan ikan-udang, pakan kelinci, pakan hamster, pakan kucing, dan anjing (*petfood*).



Gambar 16 Sebaran pemasaran produksi ternak di Indonesia

Sumber: Direktorat Jenderal Peternakan (2010)

Bentuk pakan ternak yang diproduksi juga berbeda-beda, yaitu pakan berbentuk tepung (*mash*), pelet (silinder), butiran atau granula atau pecahan (*crumble*), dan *wafer* pakan. Menurut North dan Bell (1990), bentuk ransum ayam ada tiga macam, yaitu *mash*, *crumble*, dan pelet. Pakan berbentuk tepung umumnya untuk ayam DOC broiler dan petelur (*layer*). Pakan bentuk pelet dan *crumble* biasa digunakan untuk ayam broiler dan petelur fase *grower* dan *finisher*. Pakan berbentuk wafer dan biskuit bisa digunakan untuk ternak sapi, kambing, dan domba (Retnani *et al.* 2009c)

Proses Industri Pakan



Gambar 17 Produk pakan di laboratorium industri pakan

Produk Pakan Bentuk *Mash*

Produk pakan berbentuk tepung (*mash*) adalah ransum dengan bentuk halus yang mengandung zat-zat makanan seimbang dan dihasilkan dari penggilingan bahan-bahan seimbang dan dihasilkan dari penggilingan bahan-bahan makanan penyusun ransum yang dicampur bersama-sama (Titus dan Fritz 1971). Ransum bentuk mash lebih ekonomis untuk skala kecil (Patrick dan Scaible 1980). Pakan berbentuk tepung umumnya untuk ayam DOC dan petelur (layer). Pakan berbentuk tepung harganya relatif lebih murah dibandingkan dengan pakan bentuk lain karena tidak ada penambahan biaya untuk proses produksi lebih lanjut.

Pembuatan tepung ini dilakukan secara mekanis, yaitu dengan cara dihancurkan dengan alat penghancur. Ukuran partikel dapat disesuaikan dengan menggunakan saringan. Pembuatan pakan dalam bentuk *mash* (bentuk tepung) untuk kepentingan sendiri, seperti pembuatan pakan konsentrat untuk sapi perah, potong maupun unggas tidak memerlukan peralatan yang komplit, bisa menggunakan mesin penghancur (*hammer mill*).

Bab V Produk Industri Pakan



Gambar 18 Produk pakan bentuk mash

Alat-alat teknologi pakan yang digunakan untuk mengolah bahan baku adalah *grinder* dan *mixer*. *Grinder* adalah mesin giling yang digunakan untuk menggiling atau menghaluskan bahan dari partikel yang besar menjadi partikel yang lebih kecil yang biasanya digunakan dalam kegiatan processing selanjutnya. Manfaat penggilingan (Pfof 1976) adalah menghaluskan bahan baku biji-bijian dan bahan baku lainnya, mempermudah penanganan bahan-bahan baku pakan, membantu proses pencampuran bahan baku yang berbeda, mengefisienkan proses *pelleting* karena ukuran partikel bahan baku lebih kecil, konsumen lebih memilih bahan dasar pakan yang berkualitas, meningkatkan palatabilitas terhadap pakan, sehingga akan mempertinggi efisiensi penggunaan pakan, meningkatkan daya cerna pakan, sehingga diharapkan performa ternak akan lebih baik.

Dampak penggilingan terhadap bahan baku akan menyebabkan faktor-faktor ukuran partikel dalam proses reduksi menjadi ukuran yang lebih kecil (Pfof 1976) yaitu luas permukaan bahan baku, diameter produk sebelum dan setelah penggilingan, volume partikel sebelum dan sesudah reduksi, pecahan yang terbentuk selama reduksi.

Proses Industri Pakan



Gambar 19 *Hammer mill*

Sumber: <http://images-en.busytrade.com/67978300/Swsp63-Series-Tear-circle-Hammer-mill-SWSP63-35--SWSP63-45.jpg>

Bahan-bahan baku produksi pakan yang telah mengalami proses penggilingan dicampur ke dalam mesin *mixer* agar menjadi produk pakan bentuk mash yang homogen. Karakteristik ransum jenis mash (Anonim 2011) adalah ransum mudah berdebu, pakan penyusunan tidak tercampur merata, ransum tidak efisien, ayam memilih pakan berbentuk butiran, seperti jagung dalam ransumnya, harga ransum relatif murah bila dibandingkan dengan bentuk *crumble* ataupun pelet, dan pembuatan ransum sangat mudah.



Gambar 20 *Mixer*

Sumber: <http://pakanternak.com/images/mixer-pelet.jpg>

Bab V Produk Industri Pakan

Aplikasi pada Ternak

Penyusunan pakan yang baik mempunyai suatu tujuan untuk memperoleh bobot badan serta produksi telur yang optimum, dengan tetap memerhatikan tingkan protein, energi, pertumbuhan, dan harganya. Jumlah pakan yang dikonsumsi sangat beragam tergantung pada beberapa faktor, antara lain seperti kualitas pakan, keadaan lingkungan, jenis kelamin, *strain*, kondisi kesehatan, besar, umur, aktivitas, dan tingkat produksi telur khususnya pada tipe petelur (Yunianto 2001).

Pakan berbentuk mash (tepung) lebih cocok diberikan kepada ternak unggas. Ada beberapa ketentuan pemberian mash yang diberikan kepada unggas sesuai dengan fase dari unggas tersebut di antaranya sebagai berikut.

- a) *Chick Mash* atau *starter mash*, yaitu pakan yang diberikan pada ayam petelur mulai saat menetas sampai sekitar 8 minggu. Biasanya berbentuk tepung.
- b) *Grower Mash*, yaitu pakan yang diberikan pada ayam petelur berumur antara 9–20 minggu dan biasanya berbentuk tepung.
- c) *Layer Mash* atau *complete layer*, yaitu pakan yang diberikan pada ayam petelur berumur produksi dan biasanya berbentuk tepung.
- d) *Broiler starter*, yaitu pakan yang diberikan pada ayam pedaging berumur muda 4 minggu dan biasanya berbentuk tepung atau butiran.
- e) *Broiler finisher*, yaitu pakan yang diberikan pada ayam pedaging berumur 5 minggu atau 42 hari (saat dipanen) dan biasanya berbentuk tepung dan butiran.
- f) *Breeder mash*, yaitu pakan untuk ayam bibit berbentuk tepung dan biasanya dibedakan *starter*, *grower*, dan *layer* (Yunianto 2001).

Waktu pemberian pakan pada tingkat pemula (*starter*), tidak boleh dilakukan sebelum ayam diberi minum. Pemberian air minum ini dilakukan dengan menggunakan air yang tidak terlalu dingin ($\pm 16\text{--}20^{\circ}\text{C}$). untuk menghindari adanya rasa stres pada anak-anak ayam, selama 12 jam pertama pemberian air minum sebaiknya ditambahkan sebanyak 50 gram gula dan 2 gram vitamin C dalam setiap liter air minum. Selama beberapa hari pemberian pakan dalam bentuk *mash* dapat dilakukan dengan menaburkan pada tempat (*box*) kandangnya, tetapi sisa pakan harus diambil setiap pagi dan jangan ditaburkan pada alas kandang (liter) karena sangat berbahaya bagi kesehatan anak ayam tersebut (Yunianto 2001).

Proses Industri Pakan

Kebutuhan pakan unggas berbeda-beda sesuai dengan strainnya dan kebutuhan nutrisinya.

- a) Ayam Pedaging (Broiler). Ayam broiler dalam masa pemeliharaan sesuai dengan tujuannya, ayam dapat mencocokkan konsumsi pakannya dalam mendapatkan energi yang cocok untuk mencapai pertumbuhan maksimum dengan jarak kebutuhan energi metabolis 2800–3400 kkal/kg ransum. Kebutuhan proteinnya untuk *prestarter* (0–2 minggu) antara 23,2–26,5%, *starter* (2–6 minggu) antara 19,5–22,7%, *finisher* (6 minggu dipasarkan) antara 18,1–21,2%. Jumlah pemberian pakan umumnya tidak dibatasi (*ad libitum*), untuk mendapatkan produksi daging yang banyak dalam waktu yang relatif singkat (Yunianto 2001).
- b) Ayam Petelur (*Commercial layer*). Ayam petelur dalam masa pemeliharaan sesuai dengan tujuannya, berbeda dengan ayam broiler dalam konsumsi pakannya agar mendapatkan energi yang cukup untuk mencapai produksi maksimum. Istilah *ad libitum* pada ayam petelur (*layer-growing* dan *laying*) sangat jarang dilakukan, umumnya kebutuhan energi metabolisnya pada tingkat paling rendah (2.600 kkal/kg ransum) lebih rendah daripada kebutuhan energi pada ayam broiler. Hal ini disebabkan kecepatan pertumbuhan pada ayam muda petelur berkaitan dengan penimbunan lemak, tidak dirasakan sangat penting. Kebutuhan proteinnya untuk umur 0–6 minggu (*layer-growing*) antara 18–21%, umur 6–14 minggu berkisar 15,5, umur 14–20 minggu berkisar 13–14%. Selama masa berproduksi (*laying*) apabila pakan yang diberikan kurang dari prosinya, kondisi ayam akan cepat menurun. Iklim yang berbeda, yaitu iklim dingin dan iklim panas, sangat memengaruhi tingkat kebutuhan terhadap protein dan energi. Kondisi iklim dingin dengan tingkat energi metabolis 2.600–3.350 kkal/kg ransum. Kebutuhan protein yang disarankan antara 15–19%. Sebaiknya pada iklim panas dengan tingkat energi metabolis 2.600–3.350 kkal/kg ransum, kebutuhan proteinnya adalah 16,5–21% (Yunianto 2001).
- c) Ayam bibit (*Breeding hens*). Seperti halnya pada ayam petelur muda dan ayam dara (*pullet*) pada ayam petelur komersial (*commercial layer*), perlakuan masa sebelum berproduksi pada ayam bibit (*breeding hens*) pada prinsipnya sama. Selama masa periode ini, perlakuan yang tepat akan sangat membantu kesuksesan langkah berikutnya. Sesuai dengan tujuan utamanya menghasilkan telur tetas berkualitas tinggi, kadang pula pada masa periode ini terjadi apa yang dikenal dengan nama *prolapse*, yaitu

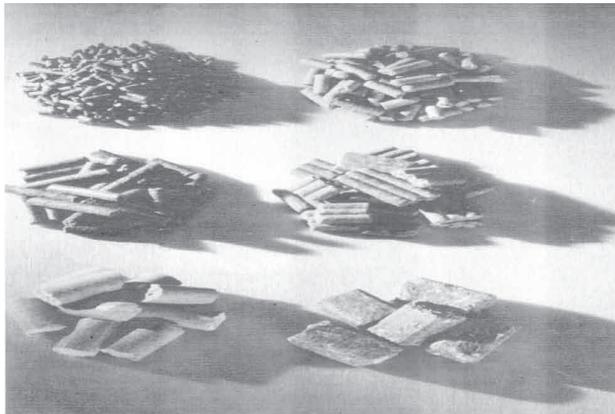
Bab V Produk Industri Pakan

keadaan berubahnya letak suatu organ atau struktur, contohnya rektum atau organ reproduksi betina yang berubah letak, sehingga ada tampak dari luar. Keadaan seperti ini biasanya mempercepat ayam bertelur lebih awal (*too early maturity*), sehingga produksi telur dibawah standar yaitu relatif kecil. Hal ini sering terjadi pada ayam betina yang menghasilkan telur. Sementara pada masa berproduksi, pemberian pakannya sama dengan ayam petelur komersial kecuali pada tingkat kandungan energi yang lebih rendah (Yunianto 2001).

Produk Pakan Bentuk Pelet

Pelet adalah pakan berbentuk silinder yang berasal dari pencetakan bahan-bahan baku pakan dengan menggunakan mesin *die*, sehingga menjadi bentuk silinder atau potongan kecil dengan diameter, panjang, dan derajat kekerasan yang berbeda. Pelet yang berukuran besar umumnya mengandung serat yang berasal dari hijauan. Pakan pelet untuk kuda bisa berupa pelet konsentrat, *pellet hay*, dan pakan pelet komplit (Ensminger *et al.* 1990). Pakan dalam bentuk pelet merupakan salah satu bentuk pengawetan bahan pakan dalam bentuk yang lebih terjamin tingkat pengadaan dan kontinuitas penyediaannya untuk memertahankan kualitas pakan (Mathius *et al.* 2006).

Pakan berbentuk pelet biasanya digunakan untuk ternak, yaitu ayam broiler dan petelur fase *grower* dan *finisher*, burung, hamster, kelinci, sedangkan untuk hewan akuatik, pelet juga diberikan untuk ikan dan udang. Pelet untuk hewan kesayangan kucing dan anjing disebut *pet food*.



Gambar 21 Pelet pakan ternak (Khal 2000)

Proses Industri Pakan

Pada umumnya bentuk pakan broiler yang diterima peternak berbentuk butiran pelet. Bentuk ini lebih disukai dan tidak banyak terbuang dibandingkan dengan pakan yang berbentuk tepung (*mash*). Dalam mempersiapkan pakan untuk broiler perlu menguasai terlebih dahulu bahan pakan yang akan digunakan, kebutuhan zat makanan, dan kandungan zat makanan agar mendapati kualitas ransum yang baik (Amrullah 2003b).

Ayam secara umum lebih menyukai pakan berbentuk pelet dibandingkan dengan pakan bentuk yang lain. Pakan bentuk pelet dapat memacu laju pertumbuhan dan memperbaiki efisiensi pakan. Penelitian di Universitas *Illinois* menunjukkan bahwa pakan bentuk pelet dapat dikonsumsi dalam jangka waktu lebih singkat dibandingkan dengan pakan bentuk *mash* (Ewing 1963). Anak ayam yang sudah berumur 2 atau 3 minggu akan lebih menyukai pakan berbentuk pelet.

Persyaratan mutu ransum broiler finisher berdasarkan standar SNI No. 01-3931-1995 (Direktorat Bina Produksi 1997) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Persyaratan mutu ransum broiler *finisher* berdasarkan SNI No. 01-3931-1995

Karakteristik	Jumlah (%)
Kadar Air (maksimum)	14
Protein Kasar	18,0–22,0
Lemak Kasar	2,0–7,0
Serat Kasar (maksimum)	5,5
Abu	5,0–8,0
Calcium (Ca)	0,9–1,2
Phosphor (P)	0,7–1,0
Aflatoxin (maksimum)	60 ppb
Lysine (minimum)	0,90
Methionine (minimum)	0,10

Sumber: Direktorat Bina Produksi (1997)

Alat proses produksi yang digunakan untuk mengolah bahan baku pabrik pakan menjadi pakan bentuk pelet adalah *grinder*, *mixer*, *pelleter*, *ekstruder*, dan ekspander serta *cooler*. Keuntungan pakan berbentuk pelet adalah meningkatkan densitas pakan, mempermudah *handling* produk, mengurangi

Bab V Produk Industri Pakan

terbentuknya debu, mengurangi penyusutan akibat tercecer, lebih tahan terjadinya kerusakan pada saat penyimpanan, tidak memberikan kesempatan kepada ternak untuk memilih jenis bahan makanan yang disukai, meningkatkan jumlah konsumsi pakan, meningkatkan palatabilitas, meningkatkan konversi ransum, menurunkan ongkos pemberian pakan, serta ternak ruminansia dapat memanfaatkan jumlah dan jenis hijauan yang lebih besar.



Gambar 22 *Pelleter*

Sumber: <http://rumahmesin.com/wp-content/uploads/2011/01/Mesin-Pelet1.jpg>

Pembuatan pelet terdiri dari proses pencetakan, pendinginan, dan pengeringan. Menurut Pfof (1964), proses penting dalam pembuatan pelet adalah pencampuran (*mixing*), pengaliran uap (*conditioning*), pencetakan (*extruding*), dan pendinginan (*cooling*). Proses *conditioning* adalah proses pemanasan dengan uap air pada bahan yang ditujukan untuk gelatinisasi agar terjadi perekatan antar partikel bahan penyusun sehingga penampakan pelet menjadi kompak, durasinya mantap, tekstur, dan kekerasannya bagus (Pujaningsih 2006).

Penentuan ukuran pelet disesuaikan dengan jenis ternak. Pujaningsih (2006) melaporkan bahwa diameter pelet untuk sapi perah dan sapi pedaging adalah 1,9 cm (0,75 inci), untuk anak babi 1,5 cm (0,59 inci) dan babi masa pertumbuhan 1,6 cm (0,62 inci), untuk ayam pedaging periode *starter* dan

Proses Industri Pakan

finisher 1,2 cm (0,48 inci). Garis tengah pelet untuk pakan dengan konsentrasi protein tinggi adalah 1,7 cm (0,67 inci) dan 0,97 cm (0,38 inci) untuk pakan yang mengandung urea.

Penentuan kualitas pelet dapat dilakukan dengan pengujian kualitas fisik pelet, biasanya di pabrik pakan pengujian tersebut meliputi uji kekerasan, uji durabilitas pelet dan ketahanan benturan. Uji ketahanan benturan pelet (Balagopalan 1988) diukur dengan cara pelet dijatuhkan dari ketinggian 1 meter pada lempengan besi setebal 2 mm, sedangkan menurut Thomas dan van der Poel (1996), pengujian kualitas fisik pellet meliputi uji kekerasan dan durabilitas pelet, sebagai akibat guncangan yang dialami pelet selama transportasi. Kedua parameter tersebut, dapat dipergunakan untuk mengevaluasi pengaruh formulasi ransum, *conditioning*, perlakuan *expander*, penggunaan perekat, pemilihan *die*, dan sebagainya.

Kekerasan pelet adalah kekuatan (gaya) yang dibutuhkan untuk menekan pelet sampai pecah pada saat tertentu (Thomas dan van der Poel 1996).

Cara pengujian menurut Melcion dan Delort-Laval (1981) *dalam* Thomas dan van der Poel (1996):

- pelet ditempatkan pada tempat pelet,
- pelet ditekan sampai pecah pada titik potongan melintang dengan gaya dinamis *compression* (*axial tension*), pecahan akibat *fragmentation*,
- pemecahan pelet dilakukan sampai 10 ulangan perlakuan, serta
- tekanan pemecahan dinyatakan dalam satuan kg.

Durabilitas adalah salah satu sifat fisik pelet yang lain, pengujian ini memperhitungkan jumlah bagian partikel halus yang terbentuk saat pembuatan pelet dan akan digunakan sebagai ukuran efisiensi siklus produksi pelet (Thomas dan van der Poel 1996). Pada kenyataan di lapang, pelet mengalami *abrasing* dan *shearing* selama transportasi dan distribusi ke lokasi peternakan. Pelet sangat sensitif terhadap perlakuan lanjutan setelah keluar dari lubang *die*, sehingga penanganan pelet harus sangat teliti dan hati-hati, terutama pada saat *cooling* karena saat air dilepaskan ke udara dari permukaan pelet, sejumlah besar air dan udara akan menempel lagi pada permukaan pelet, sehingga menyebabkan penggumpalan.

Cara pengujian menurut Pfof (1976) *dalam* Thomas dan van der Poel (1996):

Bab V Produk Industri Pakan

- sampel pelet sebanyak 500 gram dimasukkan ke dalam sebuah kotak yang dilengkapi alat pemutar (*tumbling*) yang diputar selama sepuluh menit dengan kecepatan 50 rpm,
- lalu dilakukan penyaringan dengan menggunakan *mash* no. 8 (German sieve number 8),
- pelet yang tertinggal disaringan ditimbang kemudian dibandingkan dengan berat pelet sebelum diputar (berat pelet awal).

$$\text{Nilai PDI} = \frac{\text{Berat pelet setelah diputar}}{\text{Berat pelet sebelum diputar}} \times 100\%$$

Proses *conditioning* juga berpengaruh terhadap nilai PDI pelet dalam hal ini terjadi pada pabrik pakan yang menggunakan *Pellet Mill*, yaitu dengan penambahan uap air (proses *steam*) yang dialirkan melalui sistem boiler di mana uap air (*steam*) akan dialirkan sesuai dengan jumlah pakan yang akan diproduksi. Pemberian uap panas (*steam*) pada proses pembuatan pelet adalah pada suhu 80–90°C. Proses pembuatan pelet akan terhambat apabila suhu campuran bahan baku lebih atau kurang dari suhu normal. Jika pemberian suhu pada proses pembuatan pelet kurang dari 80°C maka akan menyebabkan pelet kurang matang dan pelet yang dihasilkan cepat rapuh. Sementara jika pemberian suhu di atas 90°C dapat berakibat pecahnya protein pada bahan baku sehingga proses gelatinisasi tidak sempurna yang akan menyebabkan pelet mengembang dan mudah hancur. Rendahnya kualitas steam dapat terjadi akibat kehilangan panas dalam saluran *steam* atau akibat masuknya buih-buih ke dalam saluran *steam*. Apabila *steam* menjadi masalah maka dapat digunakan *steam trap*. *Steam trap* berfungsi untuk membuang tetesan-tetesan air (*steam* basah) yang akan dialirkan oleh steam balik sehingga pelet yang dihasilkan tidak cepat hancur.

Ketahanan benturan pelet diukur dengan cara pelet dijatuhkan dari ketinggian 1 meter pada lempengan besi setebal 2 mm. Pelet dijatuhkan secara bersamaan dengan berat 500 gram, lalu dilakukan penyaringan dengan menggunakan *vibrator ball mill mesh* 8 dan dilakukan penimbangan. Ketahanan benturan diukur dengan rumus:

$$\% \text{ Ketahanan Benturan} = \frac{\text{Berat pelet setelah dijatuhkan}}{\text{Berat pelet utuh sebelum dijatuhkan}} \times 100\%$$

Proses Industri Pakan

Karakteristik ransum jenis pelet (Anonim 2011):

1. Harga lebih mahal dibandingkan dengan *crumble* dan *mash*
2. Tidak cocok digunakan pada kandang yang memakai tempat pakan otomatis (*chain feeder*) karena ransum akan menjadi partikel-partikel kecil, sehingga ayam akan mengalami kesulitan dalam mengonsumsinya.
3. Meningkatkan konsumsi air minum.
4. Dapat menumbuhkan sifat kanibalisme.
5. Menyebabkan kotoran menjadi basah (*wet droppings*).

Bahan baku yang telah tercetak menjadi pelet kemudian dikeringkan. Pengeringan ini bertujuan untuk menurunkan kadar air yang terkandung di dalam pakan atau pellet, sehingga menjadi minimal dan stabil (sekitar 10%). Dengan demikian, pakan yang telah dibuat tidak mudah ditumbuhi jamur atau mikroba. Pengeringan dapat dilakukan secara alami dengan bantuan sinar matahari dan secara mekanik dengan bantuan alat (*oven*) pengering. Kedua cara tersebut tentu mempunyai kelebihan dan kelemahan. Pengeringan secara alami misalnya tidak memerlukan biaya investasi dan operasional alat, tetapi sangat bergantung kepada terik sinar matahari dan diperlukan lahan untuk penjemuran. Sebaliknya, jika digunakan alat pengeringan, maka diperlukan biaya investasi dan operasional alat, tetapi pengeringan dapat dikerjakan di setiap waktu tanpa terikat musim, luas lahan yang dibutuhkan untuk pengeringan dapat ditekan, suhu lebih mudah diatur sesuai keinginan. Pengeringan secara alami dengan bantuan sinar matahari merupakan alternatif untuk menghemat biaya operasional, terutama jika lahan penjemuran cukup tersedia. Untuk mengatasi biaya investasi yang besar bagi pengadaan alat pengering maka dibuat alat pengering sederhana yang menggunakan tenaga kompor minyak tanah yang sangat cocok dikembangkan di pedesaan.

Aplikasi pada Ternak

Salah satu ternak yang diberi pakan komersil bentuk pelet adalah kelinci. Pemilihan jenis bahan konsentrat berupa pelet tergantung kepada tujuan, sistem pemeliharaan, dan ketersediaan bahan pakan di masing-masing daerah. Untuk mendukung kecukupan gizi yang seimbang pemberian hijauan perlu diimbangi dengan konsentrat berupa pelet. Bentuk pakan yang diberikan pada kelinci bergantung pada tujuan dan sistem pemeliharaan. Pada beberapa

Bab V Produk Industri Pakan

peternakan intensif memformulasikan hijauan dan konsentrat dalam bentuk “pelet”, sehingga komposisi bahan keringnya lebih akurat dan peternak tidak perlu lagi memberikan hijauan dalam bentuk segar atau tambahan pakan lain. Walaupun pakan kelinci diberikan secara tak terbatas (*ad libitum*), tetapi pemberian secara berangsur-angsur dengan pengaturan waktu yang tepat akan lebih mengefisienkan dan mengefektifkan jumlah pakan yang diberikan (Muslih 2005).

Tabel 2 Kebutuhan bahan kering pakan berdasarkan periode pemeliharaan

Status	Bobot (kg)	Bahan kering (%)	Kebutuhan bahan kering (g/ekor/hari)
Muda	1,8–3,2	6,2–5,4	112–173
Dewasa	2,3–6,8	4,0–3,0	92–204
Bunting	2,3–6,8	5,0–3,7	115–251
Menyusui dengan anak 7 ekor	4,5	11,5	520

Sumber: NRC (1977) dalam Ensminger (1991)

Pemberian pakan dilakukan 3 kali sehari. Konsentrat diberikan pada pagi hari sekitar pukul 10:00 setelah pembersihan kandang dan 1/3 bagian hijauan diberikan pada siang hari sekitar pukul 13:00 dan 2/3 bagian hijauan diberikan pada sore hari sekitar pukul 18:00. Mengingat kelinci termasuk binatang malam (*nocturnal*), di mana aktivitasnya lebih banyak dilakukan pada malam hari, maka pemberian volume pakan terbanyak pada sore hari sampai malam hari. Harsojo (1988) melaporkan kelinci yang diberi pakan dari pukul 18:00–06:00 bobot badannya lebih tinggi dibandingkan dengan kelinci yang diberi pakan dari pukul 06:00–18:00 (Muslih 2005).

Pada peternakan kelinci intensif hijauan diberikan 60–80%, sisanya konsentrat. Ada juga yang memberikan 60% konsentrat berupa pelet dan sisanya hijauan (Sarwono 2002). Pakan komersial bentuk pelet yang merupakan campuran hijauan dan konsentrat pada peternakan intensif dibuat dengan imbang 50–60% hijauan, 50–40% konsentrat (Ensminger 1991). Dalam kaitannya dengan pemberian konsentrat, Rahardjo *et al.* (2004) melaporkan hasil penelitiannya pada ternak kelinci Rex yang diberi rumput lapang *ad libitum* (100%) dan rumput lapang *ad libitum* ditambah konsentrat, hasil penelitian menunjukkan bahwa performa produksi terbaik ditunjukkan oleh pemberian rumput lapang *ad libitum* + 60 g konsentrat dengan pertambahan bobot badan sebesar 1.191 g/ekor, selama 12 minggu, sedangkan pada ternak kelinci yang

Proses Industri Pakan

diberikan rumput lapang *ad libitum* tanpa konsentrat, penambahan bobot badannya hanya sebesar 610 g/ekor dalam waktu yang sama.

Tabel 3 Kebutuhan zat gizi pakan pada kelinci

Status	Kebutuhan gizi (%)			Sumber
	Protein	Lemak	Serat Kasar	
Bunting	18	3	14	
	15	2	10–12	Lebas (1980) <i>dalam</i> Cheke (1987)
	15–17 (16)	3–6	12–16	Cheke (1987)
Menyusui	18	5	12	Ensminger (1991)
	17	2	10–12	Lebas (1980) <i>dalam</i> Cheke (1987)
	24–26 (25)	3–6	12–16	Cheke (1987)
Dewasa	13	3	16–16	Ensminger (1991)
	12	2	14	Lebas (1980) <i>dalam</i> Cheke (1987)
	12–15 (13)	2–4	16–22	Cheke (1987)
Muda	15	3	14	Ensminger (1991)
	16	2	10–12	Lebas (1980) <i>dalam</i> Cheke (1987)
	16–18 (17)	3–6	12–16	Cheke (1987) Ensminger (1991)

Pemberian air minum untuk kelinci dapat diberikan secara *adlibitum*. Pemberian dapat dilakukan dengan menyediakan tempat minum pada masing-masing kandang. Pada beberapa peternakan intensif air minum diberikan dengan sistem *nipple* yang diinstalasikan pada masing-masing kandang. Air sangat diperlukan untuk melancarkan makanan dalam saluran pencernaan, terlebih lagi terkait dengan produksi susu bagi induk yang sedang menyusui (Sanford 1979).

Selain kelinci ternak yang diberi pakan komersil dalam bentuk pelet adalah ruminansia. Pada ternak ruminansia ini biasanya diberikan pakan bentuk pelet yang dibuat dari hijauan. Hijauan dalam bentuk pelet adalah hijauan atau beberapa jenis hijauan yang telah dipadatkan melalui proses penggilingan dan pemanasan *clan* penekanan. Bentuknya ada yang bulat, ada pula yang berbentuk lain (Basya 2000).

Bab V **Produk Industri Pakan**

Pelet yang berbentuk bulat mempunyai diameter bervariasi antara 0,4–1,8 cm. Namun, menurut pengalaman selama ini, pelet yang paling disukai ternak ruminansia adalah yang berdiameter antara 0,94–1,25 cm (5). Hijauan pakan ternak dalam bentuk pelet mempunyai kandungan air antara 15–18%. Namun, bila pelet itu disimpan agar dapat tahan lama, kandungan airnya tidak boleh lebih dari 12%. Kandungan zat-zat makanan lainnya, tergantung pada jenis hijauan yang digunakan (Basya 2000).

Manfaat dari pemberian hijauan dalam bentuk pelet pada ternak ruminansia akan menurunkan daya cerna bahan organik dan selulosa. Terjadinya penurunan daya cerna ini adalah sebagai akibat dari semakin cepatnya gerak laju pakan dalam saluran pencernaan, sehingga waktu fermentasi dalam rumen menjadi berkurang. Penurunan daya cerna ini sebenarnya masih dapat diimbangi dengan adanya efisiensi penggunaan energi. Pemberian hijauan dalam bentuk pelet telah dicobakan pada ternak ruminansia, antara lain pada domba, sapi potong, dan sapi perah. Anak domba yang diberi alfalfa dalam bentuk pelet, dapat mencapai pertambahan bobot badan rata-rata 170 g/hari; sedangkan pemberian alfalfa dalam bentuk nonpelet, hanya mencapai pertambahan bobot badan rata-rata 100 g/hari. Anak sapi jantan yang diberi hijauan dalam bentuk pelet, menunjukkan pertambahan bobot badan rata-rata 780 g/hari; sedangkan pemberian hijauan dalam bentuk nonpelet, hanya mencapai pertambahan bobot badan rata-rata 280 g/hari. Pada proses penggemukan ternak ruminansia, banyak dipergunakan ransum berbentuk pelet, yang terdiri dari campuran konsentrat dengan hijauan kering. Pelet yang demikian ini tidak akan memungkinkan ternak untuk memilih bahan pakan mana yang disukainya dan mana yang tidak disukainya, sehingga konsumsi pakan secara keseluruhan akan meningkat dan pertambahan bobot badan yang lebih besar akan dapat dicapai (Basya 2000).

Sebagaimana telah diuraikan di atas, pemberian hijauan dalam bentuk pellet akan mempercepat gerak laju pakan dalam saluran pencernaan, sehingga waktu fermentasi dalam rumen berkurang. Keadaan ini dapat berakibat menurunnya produksi asam asetat dan meningkatkan produksi asam propionate dalam rumen. Pada ternak perah, asam asetat sangat dibutuhkan dalam produksi lemak susu (Basya 2000).

Pemberian hijauan dalam bentuk pelet pada ternak perah dengan akan menurunkan kadar lemak susu. Oleh karena itu, pemberian pelet pada ternak perah memerlukan beberapa pertimbangan dalam pemberiannya (Basya 2000).

Produk Pakan Bentuk *Crumble*

Crumble adalah pakan berbentuk butiran yang dibuat melalui proses penghancuran *pellet* ke bentuk butiran kasar atau granula. Berbeda dengan pelet, *crumble* lebih disukai oleh ternak unggas dan lebih baik disesuaikan dengan tempat pakan mekanik. *Crumble* kadang-kadang mengurangi kerugian dari pelet yang sulit dikunyah, ditelan, dan dicerna. Perbedaannya dengan pakan hasil gilingan, *crumble* memiliki keuntungan, yaitu mengurangi debu pakan, bentuk tidak harus beraturan, dan granula (Ensminger *et al.* 1990).

Pemberian makanan dalam bentuk *crumble* dapat meningkatkan berat badan serta memperbaiki konversi makanan dibandingkan dengan makanan bentuk halus. Hal ini mempunyai arti ekonomis bagi peternakan ayam broiler karena menurut perkiraan makanan berbentuk *crumble* mampu menghasilkan bobot tubuh sekitar 25% dari ayam yang diberi makan bentuk halus (Schaible 1976).

Hal tersebut juga didukung oleh Ewing (1963) dan North (1978) yang mengemukakan bahwa keuntungan yang diperoleh dari pemberian makanan berbentuk *crumble* atau *pellet* adalah ayam lebih banyak makan dibandingkan dengan pakan *mash*, dapat meningkatkan kecepatan pertumbuhan dan efisiensi dalam penggunaan makanan, mengurangi sisa makanan, dan memperbaiki palatabilitas. Selanjutnya Tabib *et al.* (1984) menyatakan bahwa makanan unggas dalam bentuk *crumble* dan pelet lebih praktis karena keseragaman dalam mengonsumsi makanan dan dapat memperbaiki daya cerna makanan, sehingga hasilnya dapat menambah kecepatan pertumbuhan dan konversi makanan yang baik.

Alat-alat teknologi pakan yang digunakan untuk mengolah bahan baku adalah *crumbler*. *Crumbler* atau mesin pemecah pelet biasanya digunakan untuk memecah pelet menjadi bongkahan partikel yang lebih kecil baik ukuran panjang dan diameternya. Mesin tersebut digunakan untuk memecah pelet menjadi bentuk butiran atau granula atau pecahan (*crumble*) dan biasanya diberikan pada ternak seperti ayam broiler, benur ikan, dan udang. *Crumbling* adalah proses penggilingan atau pemecahan pelet menjadi partikel yang kasar atau berbentuk granular.

Proses sederhana pembuatan pakan berbentuk *crumble* adalah semua bahan di giling jadi tepung, kemudian di aduk hingga rata, setelah itu mengalami penguapan dengan panas antara 80–90°C. Kemudian pakan tersebut

Bab V Produk Industri Pakan

dimasukkan ke dalam mesin *crumble* sambil di tekan-tekan, sehingga butiran berbentuk *crumble* berjatuhan.

Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kualitas produk pelet dan *crumble* adalah uji kadar air, aktivitas air, tingkat kehalusan, dan rata-rata ukuran partikel, serta uji sifat fisik meliputi berat jenis, kerapatan tumpukan, kerapatan pemadatan tumpukan, sudut tumpukan, dan laju alir.

Pengukuran kadar air dengan menggunakan *Infrared Moisture Meter* model F-IA Kett (Gambar 21) dengan meletakkan alat pada bidang datar, jarum skala digeser pada titik nol dan diperhatikan jarum *balance*, kemudian putar salah satu kaki penyangganya, sehingga jarum *balance* mengarah ke posisi nol. Lima gram sampel diletakkan pada piringan sampel kemudian disinari oleh lampu *Infrared*, jarak penyinaran dapat diatur dengan memutar kaki penopangnya. Penyinaran dapat dilakukan selama 15 menit, dengan menekan tombol sampai lampu menyala. Setelah 15 menit lampu dimatikan, jarum skala digeser, sehingga jarum *balance* menunjukkan angka nol. Pengukuran tersebut diulangi sampai sampel mencapai berat konstan dan berat sampel dihitung sebagai berat akhir. Perhitungan kadar air menggunakan rumus:

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{Berat awal} - \text{Berat akhir}}{\text{Berat awal}} \times 100\%$$



Gambar 23 *Infrared Moisture Meter* model F-IA Kett

Aktivitas air (*Aw*) merupakan kondisi air bebas yang terkandung dalam suatu bahan yang dapat digunakan oleh mikroorganisme untuk pertumbuhan dan reaksi biologis maupun kimiawi. Besarnya nilai *Aw* dalam bahan dapat diukur dengan menggunakan *Aw* meter (Gambar 22).

Proses Industri Pakan

Aw meter dikalibrasi terlebih dahulu sebelum digunakan dengan menggunakan $BaCl_2$ kemudian dibiarkan selama 3 jam sampai jarum Aw meter menunjukkan angka 0,9 (Syarief dan Halid 1993) karena larutan garam $BaCl_2$ mempunyai kelembaban garam jenuh sebesar 90%. Aktivitas air diukur dengan cara memasukkan bahan/produk ke dalam Aw meter kemudian ditutup dan dibiarkan selama 3 jam, setelah itu pembacaan dilakukan dengan melihat jarum Aw meter dan suhu sebagai faktor koreksi.



Gambar 24 Aw Meter

Alat yang dipakai untuk menentukan tingkat kehalusan, keseragaman, dan ukuran partikel pelet adalah dengan menggunakan *vibrator ball mill german the sieve* analisis nomor *mesh* 4, 8, 16, 30, 50, 100, dan 400. Menurut Henderson dan Perry (1976) tingkat kehalusan diukur dengan cara menimbang bahan sebanyak 500 gram dan diletakkan pada bagian paling atas dari *sieve* kemudian dilakukan penyaringan. Bahan yang tertinggal pada setiap saringan ditimbang dengan menggunakan timbangan digital. Tingkat kehalusan dapat diukur seperti pada Tabel 4.

Tabel 4 Cara pengukuran tingkat kehalusan

Nomor perjanjian	German Sieve Number	Jumlah Bahan yang Tertinggal	% Bahan Tiap Saringan
7	4	....	....
6	8	....	....
5	16	....	....
4	30	....	....
3	50	....	....
2	100	....	....

Bab V Produk Industri Pakan

Tabel 4 Cara pengukuran tingkat kehalusan (lanjutan)

Nomor perjanjian	German Sieve Number	Jumlah Bahan yang Tertinggal	% Bahan Tiap Saringan
1	400	....	....
0	Penampung	....	....
Total		....	....

Tingkat kehalusan bahan diketahui setelah didapatkan dan diperhitungkan dengan nomor perjanjian besar sampel (%) pada tiap mesh dengan rumus:

$$\text{Tingkat kehalusan} = \frac{\Sigma(\% \text{ bahan yang tertinggal} \times \text{ nomor perjanjian pada tiap mesh})}{100}$$

Besarnya ukuran partikel *mash* dan pelet dapat dikategorikan ke dalam nilai Tingkat Kehalusan (TK) dengan ketentuan sebagai berikut.

1. Nilai tingkat kehalusan $4,1 \leq x \leq 7,0$: kategori bahan kasar.
2. Nilai tingkat kehalusan $2,9 \leq x < 4,1$: kategori bahan sedang.
3. Nilai tingkat kehalusan $x < 2,9$: kategori bahan halus.

Ukuran partikel berpengaruh terhadap kualitas pelet yang dihasilkan, agar diperoleh nilai PDI yang sesuai standar. Sebelum proses *pelleting*, bahan baku digiling terlebih dahulu hingga mencapai ukuran partikel dan tekstur bahan yang halus dengan kerapatan yang tinggi, sehingga pelet yang dihasilkan akan kuat dan tidak mudah rapuh, salah satu pabrik pakan terbesar di Indonesia memiliki standar persentase ukuran partikel bahan baku penyusun adonan pakan untuk dibentuk menjadi produk pelet dan *crumble*, yaitu jumlah partikel halus (*fine*) minimal 70% dan optimal 75%, sehingga akan didapatkan kerapatan pelet yang baik. Pengukuran ukuran partikel tersebut diukur dengan melakukan uji kehalusan (*modulus of finenes*), sehingga diperoleh persentase yang sesuai standar. Ukuran partikel rata-rata dihitung sesuai dengan Henderon dan Perry (1976), yaitu menggunakan rumus $= (0,0041) \times 2^{TK} \times 2,54 \text{ cm}$.

Berat jenis diukur menggunakan prinsip hukum Archimedes, yaitu dengan melihat perubahan volume aquades pada gelas ukur (100 ml) setelah memasukkan bahan-bahan yang massanya telah diketahui ke dalam gelas ukur tersebut. Di dalam gelas ukur dilakukan pengadukkan untuk mempercepat hilangnya udara antarpartikel ransum selama pengukuran. Pembacaan volume akhir dilakukan setelah volume menjadi konstan. Perubahan volume aquades merupakan volume bahan yang sesungguhnya.

Proses Industri Pakan

BJ dinyatakan dalam satuan S1 (g/cm^3), dihitung dengan rumus:

$$BJ = \frac{\text{Bobot Bahan}}{\text{Perubahan Volume Aquades}} = \frac{M}{V}$$

Kerapatan bahan akan dihitung dengan mencurahkan bahan dengan bobot tertentu ke dalam gelas ukur (100 ml). Metode pemasukan bahan ke dalam gelas ukur sama untuk setiap pengamatan, baik cara maupun ketinggian pencurahan. Pencurahan ransum dibantu corong plastik dan sendok teh, guna meminimumkan penyusutan volume curah ransum akibat pengaruh gaya berat ransum itu sendiri saat dicurahkan dan perlu dihindari terjadinya guncangan pada gelas ukur. Kerapatan bahan dinyatakan dalam satuan S1 yaitu g/cm^3 dan dihitung dengan cara membagi berat dengan volume yang ditempatinya.

$$KB = \frac{\text{Berat bahan}}{\text{Volume ruang yang ditempati}} = \frac{M}{V}$$

Kerapatan pemadatan bahan ditentukan dengan cara yang sama dengan penentuan kerapatan, tetapi volume bahan dibaca setelah dilakukan proses pemadatan dengan cara menggetarkan gelas ukur dengan alat *shaker* selama lima menit sampai volume tidak berubah lagi. Besarnya nilai kerapatan pemadatan bahan sangat tergantung pada intensitas proses pemadatan bahan. Sementara volume yang dibaca merupakan volume terkecil yang diperoleh selama penggetaran. Kerapatan pemadatan bahan dinyatakan dalam satuan S1, yaitu g/cm^3 . Dihitung dengan cara membagi berat ransum (gram) dengan volume ruang ransum setelah pemadatan (cm^3).

$$KPB = \frac{\text{Bobot bahan}}{\text{Volume ruang ransum setelah pemadatan}} = \frac{M}{V}$$

Pengukuran sudut tumpukan bahan (ST) dilakukan dengan menjatuhkan bahan pada ketinggian tertentu melalui corong pada bidang datar. Sebagai alas bidang datar akan digunakan kertas berwarna putih. Ketinggian bahan harus berada dibawah corong. Pengukuran diameter dilakukan pada sisi yang sama pada semua pengamatan dengan bantuan mistar dan segitiga siku-siku.

Sudut tumpukan bahan dinyatakan dengan satuan derajat ($^\circ$) dan dapat ditentukan dengan mengukur diameter dasar (d) dan tinggi (t) bahan, sedangkan (n) adalah ketinggian tertentu untuk menjatuhkan bahan. Besarnya sudut tumpukan dapat dihitung dengan rumus:

Bab V Produk Industri Pakan

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{t}{0,5 d}$$

Laju alir pelet (w) merupakan fungsi dari diameter lubang (D) dan sudut tumpukan (α). Orr (1966) dalam Sing dan Heldman (1984) menyatakan bahwa koefisien pembuangan (C_c) berkisar antara 0,5–0,7. Laju alir dihitung menggunakan rumus:

$$w = C_c (\pi/4) \rho B \left[\frac{gD^5}{2\operatorname{tg}\alpha} \right]^{0,5}$$

Keterangan:

W = laju alir pelet (kg/dtk)

C_c = koefisien pembuangan (0,6)

π = nilai *phi* (3,14)

ρB = besar kerapatan tumpukan (kg/m³)

α = besar sudut tumpukan (°)

g = gravitasi bumi (9,815 m/dtk²)

D = diameter lubang pembuangan / *bin cooler* (0,145 m)

Aplikasi pada Ternak

Pakan komersil bentuk *crumble* ini dapat diberikan kepada ternak ayam broiler. Broiler merupakan hasil rekayasa teknologi yang memiliki karakteristik ekonomi dan ciri khas pertumbuhan cepat sebagai penghasil daging, konversi ransum rendah, siap dipotong pada usia relatif muda, dan menghasilkan kualitas daging berserat lunak (North dan Bell 1990).

Budi daya ayam broiler telah dikembangkan sejak lama, sehingga kemajuan penampilan ayam broiler pada saat ini semakin baik (Amrullah 2003). Menurut Didinkaem (2006), ayam broiler mampu membentuk 1 kg daging atau lebih hanya dalam waktu 30 hari dan bisa mencapai 1,5 kg dalam waktu 40 hari. Biasanya ayam broiler dipanen setelah umurnya mencapai 45 hari dengan bobot badan berkisar 1,5–2,5 kg. Pertumbuhan broiler dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain genetik, nutrisi ransum, kontrol penyakit, kandang, dan manajemen produksi (Pond *et al.* 1995).

Proses Industri Pakan

Menurut Ditjenak (2007) ayam broiler dapat tumbuh cepat dan bisa dipotong dalam waktu 35 hari atau lebih karena broiler merupakan hasil seleksi bibit unggul. Poultry Indonesia (2003) menyebutkan bahwa saat ini ada beberapa *strain* ayam pedaging yang banyak terdapat di pasar Indonesia, di antaranya *Cobb*, *Hubbard*, *New Lohmann*, *Ross*, dan *Hybro*. *Strain Cobb* merupakan bibit broiler yang paling populer di dunia saat ini. *Strain* ini adalah produk hasil riset dalam jangka waktu yang cukup lama dengan menggunakan teknologi modern yang telah dikembangkan lebih dari 15 tahun. Mulyantono (2003) mengungkapkan keunggulan dan kelemahan yang dimiliki oleh *strain Cobb*. Keunggulan yang dimiliki oleh *strain Cobb* adalah daya hidup mencapai 98%, bobot badan (38 hari) mencapai 1,7 kg, konversi pakan mencapai 1,8, manajemen pemeliharaan relatif mudah, kualitas sepanjang tahun relatif stabil, dan manajemen transportasi DOC bagus. Kelemahan *strain Cobb* adalah jumlah produksi masih terbatas, penambahan bobot badan sampai umur empat minggu cenderung lambat, sedangkan keunggulan *strain Cobb* menurut Cobb-Vantress (2007) antara lain tingkat pertumbuhan yang cukup tinggi, kualitas daging yang baik, nilai konversi pakan yang rendah dan dapat meminimalkan biaya produksi, sehingga meningkatkan pendapatan peternak.

Keunggulan ini tidak hanya berlaku di wilayah beriklim sedang, tetapi juga di wilayah iklim tropis. Secara umum ransum didefinisikan sebagai campuran dari berbagai bahan makanan yang diberikan kepada ternak untuk mencukupi kebutuhannya dalam waktu tertentu (Pond *et al.* 1995). Ransum yang diberikan kepada ternak ayam broiler harus mengandung nutrisi yang cukup dan disesuaikan dengan kebutuhannya. Menurut Wahju (1997) ransum ayam broiler harus mengandung energi yang cukup untuk membantu reaksi-reaksi metabolik, menyokong pertumbuhan, dan mempertahankan suhu tubuh. Selain itu, ayam membutuhkan protein yang seimbang, fosfor, kalsium, dan *trace mineral* serta vitamin yang sangat penting selama tahap permulaan hidupnya. Ransum *starter* merupakan ransum yang diberikan pada saat ayam broiler berumur 1–4 minggu (Direktorat Bina Produksi 1997).

Pemberian ransum pada ayam broiler hendaknya benar-benar dapat dikonsumsi atau dimanfaatkan oleh tubuh ternak, sehingga penggunaan ransum lebih efisien. North dan Bell (1990) menyatakan bahwa bentuk ransum ayam ada tiga macam, yaitu *mash*, *crumble*, dan pelet. Pemberian ransum dalam bentuk *mash* biasanya kurang efisien karena banyak yang tercecer. Oleh karena itu, pada umumnya ransum ayam broiler diberikan dalam bentuk *crumble* atau

Bab V Produk Industri Pakan

pelet agar penggunaannya lebih efisien. Cara yang umum untuk meningkatkan nutrisi suatu bahan pakan ternak adalah mengurangi ukuran partikel bahan tersebut dengan memotong, menggiling, dan memadatkan atau disebut juga pelet (Ensminger *et al.* 1990).

Menurut North dan Bell (1990), ransum bentuk *crumble* dibuat dari *pellet* yang digiling kembali dan merupakan tipe bentuk pertengahan antara ransum *mash* dan *pellet* yang pemberiannya dimulai dari ayam umur sehari sampai dipasarkan. Ransum dalam bentuk *crumble* dapat mengurangi ransum yang terbuang atau tercecer dan ayam dapat mengonsumsi lebih baik dibandingkan dengan ransum bentuk *mash* (Gillespie 2004). Butcher dan Nilipour (2007) menambahkan bahwa ransum bentuk *crumble* juga dapat meningkatkan konsumsi dan mengurangi jumlah ransum yang terbuang. *Crumble* adalah ransum bentuk pelet yang dipecah menjadi bentuk butiran dengan tujuan untuk memperkecil ukuran agar dapat dikonsumsi oleh ternak. Salah satu sifat fisik *crumble* yang digunakan sebagai standar kualitas pada beberapa pabrik pakan adalah nilai *durability*-nya. *Durability* merupakan salah satu uji yang digunakan untuk menentukan daya tahan pelet terhadap kikisan. Secara umum standar nilai *durability crumble* pada pabrik pakan berkisar minimal 80–90% dan menurut Doizer (2001), nilai *durability* ransum broiler berbentuk pelet yang baik minimal sebesar 80%.

Persyaratan mutu standar untuk ayam ras pedaging (broiler *starter*) menurut SNI No. 01-3930-1995 dapat dilihat pada Tabel 5 berikut ini.

Tabel 5 Persyaratan mutu standar ransum ayam broiler *starter*

Kandungan Nutrisi	Jumlah
Kadar air (maksimum) (%)	14,0
Protein kasar (%)	18,0–23,0
Lemak kasar (%)	2,5–7,0
Serat kasar (maksimum) (%)	5,0
Abu (%)	5,0–8,0
Calcium (%)	0,9–1,2
Fosfor tota (%)	0,7–1,0
Aflatoxin (maksimum) (ppb)	50
Lisin (minimum) (%)	1,1
Methionin (minimum) (%)	0,5

Sumber: Direktorat Bina Produksi (1997)

Proses Industri Pakan

Menurut Behnke dan Beyer (2007) klasifikasi ukuran partikel pakan bentuk *crumble* terdiri dari *crumble* kasar ($> 4,0$ mm), *crumble* sedang ($> 1,5$ sampai $\leq 4,0$ mm), dan *crumble* halus ($\leq 1,5$ mm), pemberian *crumble* kasar dan sedang tidak memberikan pengaruh terhadap penambahan bobot badan, tetapi pemberian *crumble* kasar dan sedang berbeda nyata terhadap penambahan bobot badan bila dibandingkan dengan *crumble* halus.

Produk Pakan Bentuk *Wafer*

Wafer merupakan suatu bahan yang mempunyai dimensi (panjang, lebar, dan tinggi) dengan komposisi terdiri dari beberapa serat yang sama atau seragam (ASAE 1994). Pembuatan wafer merupakan salah satu alternatif bentuk penyimpanan yang efektif dan diharapkan dapat menjaga keseimbangan ketersediaan bahan hijauan pakan karena dapat mengumpulkan hijauan makanan ternak pada musim hujan dan menyimpannya untuk persediaan di musim kemarau.

Bentuk *wafer* yang padat dan cukup ringkas diharapkan dapat (1) meningkatkan palatabilitas ternak karena bentuknya yang padat, (2) memudahkan dalam penanganan, pengawetan, penyimpanan, transportasi, dan penanganan hijauan lainnya, (3) memberikan nilai tambah karena selain memanfaatkan limbah pertanian dan perkebunan, dan (4) menggunakan teknologi sederhana dengan energi yang relatif rendah.

Teknologi proses pengolahan yang mudah, murah, dan meningkatkan daya simpan bahan-bahan baku pakan adalah pengepresan dengan mesin kempa, sehingga menjadi produk *wafer*. Pakan *wafer* yang terdiri dari bahan-bahan penguat, sumber mineral, vitamin, dan protein merupakan suplemen pakan lengkap yang sangat dibutuhkan ternak untuk meningkatkan produktivitasnya.

Bahan yang digunakan untuk pembuatan pakan ternak berbentuk *wafer* ini bisa berasal dari hijauan pakan berupa rumput, limbah pertanian, dan perkebunan serta konsentrat yang berasal dari biji-bijian. *Wafer* pakan komplit yang telah dikembangkan sejak tahun 2000 di Laboratorium Industri Pakan, Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan IPB adalah *wafer* rumput lapang, *wafer* pakan limbah sayuran pasar, *wafer* pakan komplit limbah sayuran pasar untuk ternak domba, *wafer* pakan komplit untuk sapi pedet. *Wafer* pakan limbah sayuran pasar sedang

Bab V Produk Industri Pakan

dalam proses pendaftaran hak paten di MENHUNKAM dengan No paten **P00201201127** dan menjadi inovasi dalam 105 inovasi di Indonesia tahun 2013. *Wafer* pakan limbah sayuran pasar terdiri dari sisa-sisa sayuran pasar, yaitu kelobot jagung, limbah kecambah kacang hijau, dan daun kembang kol serta bahan perekat, yaitu molases/tetes. Kandungan *nutrien* dari *wafer* pakan dapat dilihat pada Tabel 5.



Gambar 25 Limbah sayuran pasar bernilai gizi tinggi untuk pakan ternak

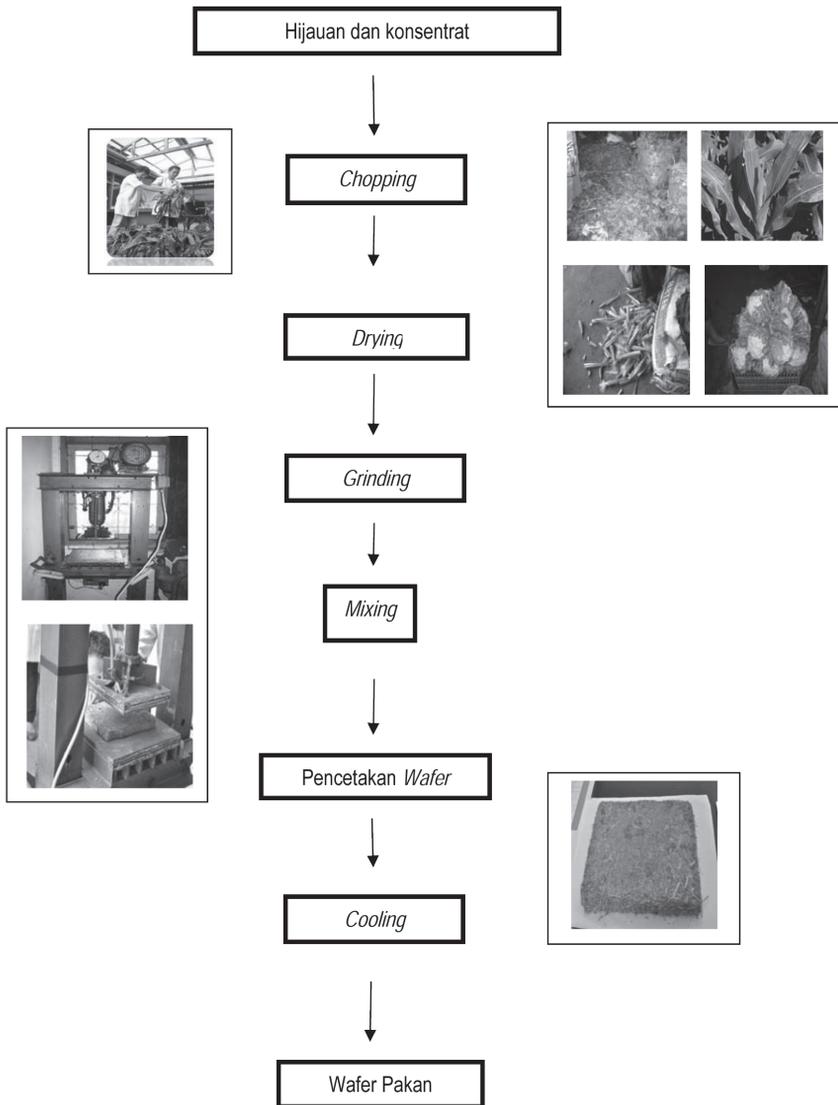
Proses pembuatan *wafer* limbah sayuran pasar untuk pakan ruminansia (sapi, domba, dan kambing) berukuran $20 \times 20 \times 1,5 \text{ cm}^3$ yang sebelumnya diawali dengan formulasi ransum bahan-bahan baku pengeringan kadar air bahan sampai mencapai 15–17%. Bahan-bahan baku pakan dicampur dengan *mixer* dan dilakukan pencetakan dengan mesin *wafer* dan dilakukan pengempaan panas selama 10 menit. Pengondisian lembaran *wafer* dilakukan dengan cara membiarkan pada udara terbuka (suhu kamar) sampai kadar air dan beratnya konstan. Proses pembuatan *wafer* pakan, yaitu sebagai berikut.

- Pengumpulan limbah sayuran pasar yang akan digunakan sebagai bahan baku *wafer*.
- Limbah sayuran dipotong-potong menggunakan mesin *forage chopper* dengan ukuran 2–3 cm.
- Limbah sayuran dikeringkan hingga kadar airnya mencapai 15–17%.

Proses Industri Pakan

- d. Limbah sayuran yang telah kering digiling kasar dengan mesin *hammer mill*.
- e. Kemudian hasil gilingan limbah sayuran ditimbang sebanyak 400 g dan dicampur dengan tetes sebanyak 5% (20 g) dari bahan baku yang dipergunakan hingga bahan-bahan tersebut tercampur dengan rata (homogen).
- f. Pencetakan *wafer* dengan menggunakan mesin *wafer* yang memiliki ukuran *wafer* sebesar 20 x 20 x 1,5 cm dan dilakukan pengempaan panas selama 10 menit dengan suhu 120°C.
- g. Pengondisian wafer dilakukan dengan cara membiarkan pada udara terbuka (suhu kamar) sampai kadar air dan beratnya konstan.

Bab V Produk Industri Pakan



Gambar 26 Diagram alur proses pembuatan dan *wafer* pakan

Wafer Tanaman Tebu

Botani dan Morfologi Tebu

Tanaman tebu (*Saccharum officinarum*) merupakan tanaman perkebunan semusim yang di dalam batangnya terdapat gula dan merupakan keluarga rumput-rumputan (*graminae*) seperti halnya padi, jagung dan bamboo. Jenis tanaman tebu yang telah dikenal, seperti POJ-3016, POJ-2878 dan POJ-2976, pada umumnya merupakan hasil pemuliaan antara tebu liar (*Saccharum spontaneum* atau glagah) dan tebu tanam (*Saccharum officinarum*) atau hasil berbagai jenis tebu tanam

Klasifikasi botani tanaman tebu, yaitu sebagai berikut.

Divisio	: <i>Spermatophyta</i>
Subdivision	: <i>Angiospermae</i>
Kelas	: <i>Monocotyledonae</i>
Famili	: <i>Poeccae</i>
Genus	: <i>Saccharum</i>
Spesies	: <i>Saccharum officinarum</i>

Tebu dapat ditanam di dataran rendah sampai di dataran tinggi yang tidak lebih dari 1.400 meter di atas permukaan laut. Tanaman tebu membutuhkan curah hujan yang tinggi pada fase pertumbuhan vegetatif. Curah hujan yang tinggi setelah fase vegetatif akan menurunkan rendemen gula. Batang tebu mengandung serat dan kulit batang (12,5%), dan nira yang terdiri dari air, gula, mineral, dan bahan-bahan non-gula lainnya (87,5%) (Purnama 2006).

Purwono (2003) menjelaskan bahwa tujuan utama penanaman tebu adalah untuk memperoleh hablur yang tinggi. Hablur adalah gula sukrosa yang dikristalisasikan. Dalam sistem produksi gula, pembentukan gula terjadi di dalam proses metabolisme tanaman dan proses ini terjadi di lapangan (*on farm*). Pabrik gula berfungsi sebagai alat ekstraksi untuk mengeluarkan nira dari batang tebu dan mengolahnya menjadi gula krisal.

Hablur yang dihasilkan mencerminkan rendemen tebu. Dalam prosesnya, ternyata rendemen yang dihasilkan oleh tanaman dipengaruhi oleh keadaan tanaman dan proses penggilingan di pabrik. Untuk mendapatkan rendemen yang tinggi, tanaman harus bermutu baik dan ditebang pada saat yang tepat.

Bab V

Produk Industri Pakan

Namun sebaik apa pun mutu tebu, jika pabrik sebagai sarana pengolahan tidak baik, hablur yang didapat akan berbeda dengan kandungan sukrosa yang ada di batang (Purwono 2003).

Tebu yang telah ditebang harus secepat mungkin dibawa ke pabrik untuk digiling dalam waktu 24 jam. Apabila lebih lama ditahan, kualitas nira akan turun karena proses respirasi berjalan terus atau terjadi penguraian sukrosa yang dapat menurunkan kandungan gulanya. Nira merupakan cairan yang keluar dari batang tebu (Moerdokusumo 1993). Nira tebu merupakan campuran dari berbagai komponen, yaitu (1) air (77–88 %), (2) sukrosa (8–21 %), (3) gula reduksi (0,3–3 %), (4) zat anorganik (0,2–0,6%) (Purnama 2006).

Pucuk Tebu

Limbah perkebunan termasuk pucuk tebu mudah rusak dan kering, sehingga kurang disukai oleh ternak (terutama pucuk tebu). Oleh karena itu perlu usaha pengawetan (Musofie *et al.* 1983). Pada waktu panen pucuk tebu tersedia cukup banyak dalam waktu yang singkat melebihi kebutuhan ternak. Untuk diperhatikan perlu mengolah pucuk tebu sebagai hijauan awetan tanpa menyebabkan turunnya kualitas dan masih tetap *palatable*, yaitu sebagai hijauan *wafer* atau pelet (Rahman 1991). Pucuk tebu yang dimaksud di sini adalah ujung atas batang tebu berikut 5–7 helai daun yang dipotong dari tebu yang dipanen untuk tebu bibit atau tebu giling (Musofie dan Wardhani 1987).

Limbah perkebunan pucuk tebu dihasilkan jauh dari daerah ternak merupakan permasalahan pemanfaatan pucuk tebu. Hal ini dapat dimengerti karena limbah yang berserat kasar tinggi bersifat *bulky*, sehingga membutuhkan tempat yang lebih banyak untuk satuan berat tertentu dibandingkan dengan bahan berserat kasar rendah (Tohamat *dkk.* 1993).

Pucuk tebu adalah limbah perkebunan yang mempunyai kadar protein dan pencernaan yang rendah, sehingga tidak cocok untuk makanan tunggal (Huitema 1985). Menurut Lebdosukoyo (1983) penggunaan pucuk tebu hanya mungkin apabila diberikan suplemen dan disusun menjadi ransum yang serasi. Suplemen ini berasal dari limbah industri pertanian, leguminosa atau urea, tetapi bila pucuk tebu digunakan sebagai bahan baku pakan akan memberikan keuntungan. Keuntungan yang dapat diperoleh adalah (1) pucuk tebu sebagai hasil sampingan akan memiliki nilai ekonomis karena dapat menghasilkan berbagai produk yang berguna bagi masyarakat, (2)

Proses Industri Pakan

keuntungan petani dan produsen berbagai produk akan lebih besar, dan (3) membantu mengurangi masalah pencemaran lingkungan akibat hasil sampingan (Judoamidjojo *et al.* 1989). Pucuk tebu dapat dipergunakan sebagai hijauan pakan ternak dalam bentuk segar, silase, *wafer* atau pelet (Tedjowahjono 1985).

Beberapa penelitian telah dilakukan di Indonesia dengan tujuan mencari cara untuk memanfaatkan limbah perkebunan sebagai pakan. Upaya ini meliputi penggunaan langsung dalam pakan, pengolahan untuk mempertinggi nilai pakannya, dan pengawetan agar dapat mengatasi fluktuasi penyediaan (Lebdosukoyo 1993)

Selama ini pucuk tebu dibuat dalam bentuk *cubing*, yaitu pucuk tebu dikeringkan dan dibuat dalam bentuk balok pada saat ketersediaan pucuk tebu melimpah pada waktu musim panen (Parakkasi 1995). Salah satu bentuk pengolahan limbah pucuk tebu pada penelitian ini adalah memanfaatkan pucuk tebu sebagai sumber serat dalam ransum komplit yang dibuat dalam bentuk wafer. Adapun keuntungan *wafer* ransum komplit menurut Trisyulianti (1998) adalah (1) kualitas nitrasi lengkap, (2) mempunyai bahan baku bukan hanya dari hijauan makanan ternak seperti rumput dan legum, tetapi juga dapat memanfaatkan limbah pertanian, perkebunan, atau limbah pabrik pangan, (3) tidak mudah rusak oleh faktor biologis karena mempunyai kadar air kurang dari 14%, (4) ketersediaannya berkesinambungan karena sifatnya yang awet dapat bertahan cukup lama, sehingga dapat mengantisipasi ketersediaan pakan pada musim kemarau serta dapat dibuat pada saat musim hujan di mana hasil hijauan makanan ternak dan produk pertanian melimpah, (5) memudahkan dalam penanganan karena bentuknya padat kompak, sehingga memudahkan dalam penyimpanan dan transportasi.

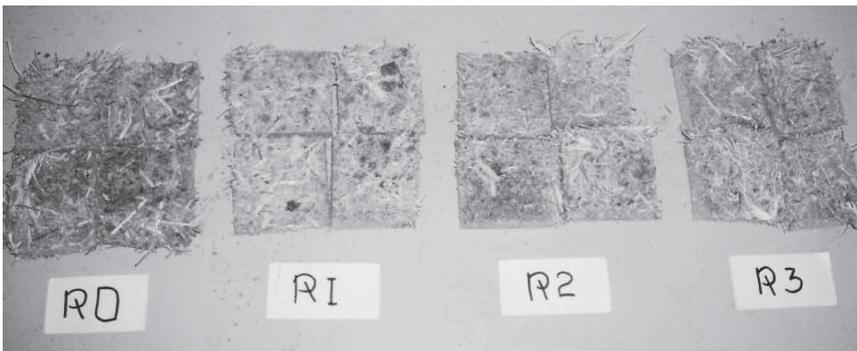
Ampas Tebu

Salah satu limbah berserat hasil tanaman pangan yang potensial, tetapi belum maksimal dimanfaatkan sebagai pakan ternak ruminansia adalah limbah industri pengolahan tebu. Limbah yang dihasilkan dalam industri pengolahan tebu yang potensial sebagai pakan ternak ruminansia adalah pucuk tebu, ampas tebu, dan tetes. Menurut Preston (1991) ada beberapa keuntungan jika limbah tebu menjadi pilihan sumber pakan bagi pengembangan ternak ruminansia, yakni merupakan salah satu tanaman yang efisien dalam menangkap CO₂ (karbon dioksida) dan mentransformasikan menjadi

Bab V Produk Industri Pakan

biomassa, mudah membedakan hasilnya mana sebagai pangan dan pakan, sangat toleran terhadap musim panas dan tahan terhadap hama dan penyakit, teknologi kultivasi serta *processing* menjadi gula telah dikuasai di negeri ini, mudah tersedia di musim kemarau saat pakan hijauan yang lain kurang tersedia.

Proses pembuatan gula, batang tebu yang sudah dipanen dan diperas dengan mesin pemeras (mesin *press*) di pabrik gula. Sesudah itu, nira atau air perasan tebu tersebut disaring, dimasak, lalu diputihkan, sehingga menjadi gula pasir yang kita kenal. Dari proses pembuatan tebu tersebut akan dihasilkan gula 5%, ampas tebu 90% dan sisanya berupa tetes (molase) dan air. Menurut Ensminger *et al.* (1990), ampas tebu mempunyai kadar serat kasar dan kadar lignin sangat tinggi, yaitu masing-masing sebesar 46,5% dan 14% dengan kadar protein kasar rendah (28%). Ampas tebu di Negara Indonesia digunakan untuk bahan bakar pembangkit ketel uap pada pabrik gula dan bahan dasar pembuatan kertas. Ampas tebu belum memiliki nilai ekonomi yang tinggi, sehingga sangat berpotensi digunakan untuk bahan pakan ternak (Prihandana 2005).



Gambar 27 Bentuk fisik produk pakan komersil wafer pucuk dan ampas tebu

Wafer Rumput Lapang

Rumput lapang merupakan campuran dari berbagai jenis rumput lokal yang umumnya tumbuh secara alami dengan daya produksi dan kualitas nutrisinya yang rendah. Walaupun demikian rumput lapang merupakan hijauan yang mudah didapat dan jumlah pengeluaran untuk pengolahannya sangat minim (Wiradarya 1989). Kualitas rumput lapang sangat beragam karena tergantung

Proses Industri Pakan

pada kesuburan tanah, iklim, komposisi spesies, waktu pemotongan, dan cara pemberiannya, tetapi secara umum kualitasnya dapat dikatakan rendah (Pulungan 1988).

Tabel 6 Komposisi nutrisi rumput lapang

Kandungan Nutrisi	Komposisi
Bahan Kering (%)	24,48
Abu (%)	14,5
Protein Kasar (%)	8,2
Lemak (%)	1,44
Serat Kasar (%)	31,7
BETN (%)	44,2
TDN (%)	51,00
DE (Mkal/kg)	1,82
NEM (Mkal/kg)	1,00
NEG (Mkal/kg)	0,45
HEL (Mkal/kg)	1,13
Selulosa (%)	31,03
Lignin (%)	7,80
ADF (%)	40,32
NDF (%)	63,61
Kalsium (%)	0,366
Fosfor (%)	0,230

Sumber: Suharto (2004)

Wafer Limbah Sayuran Pasar

Apriadji (1990) menyatakan limbah atau sampah merupakan zat-zat atau bahan-bahan yang sudah tidak terpakai lagi. Hadiwiyoto (1983) mengelompokkan sampah atau limbah berdasarkan beberapa faktor, yaitu menurut bentuk dan sifatnya. Berdasarkan bentuknya, sampah dibedakan menjadi sampah padat, sampah cair, dan sampah gas, sedangkan berdasarkan sifatnya, sampah dibedakan menjadi sampah yang mengandung senyawa organik yang berasal dari tanaman, hewan, dan mikroba serta sampah anorganik, yaitu *garbage* (bahan yang mudah membusuk) dan *rubbish* (bahan yang tidak mudah membusuk).

Bab V Produk Industri Pakan

Salah satu sampah atau limbah yang banyak terdapat disekitar kita adalah limbah pasar. Limbah pasar merupakan bahan-bahan hasil sampingan dari kegiatan manusia dari pasar dan banyak mengandung bahan organik. Sampah pasar yang banyak mengandung bahan organik adalah sampah-sampah hasil pertanian seperti sayuran, buah-buahan, daun-daunan serta dari hasil perikanan dan peternakan. Limbah sayuran adalah bagian dari sayuran atau sayuran yang sudah tidak digunakan atau dibuang (Hadiwiyoto 1983). Gambaran mengenai penumpukan limbah sayuran pada salah satu pasar dapat dilihat pada Gambar 26.



Gambar 28 Limbah sayuran pasar

Sumber: <http://bandarsampah.blogdetik.com/files/2009>

Limbah sayuran dikategorikan sebagai sampah, tetapi karena termasuk sampah organik maka di dalamnya masih mengandung zat-zat makanan yang dapat dimanfaatkan oleh ternak. Limbah sayuran mempunyai kandungan gizi protein kasar sebesar 1–15% dan serat kasar sebesar 5–38%. Limbah sayuran rentan oleh pembusukan, sehingga perlu dilakukan pengolahan ke dalam bentuk lain agar dapat dimanfaatkan secara optimal dalam susunan ransum (Susangka *et al.* 2005).

Menurut Rusmana *et al.* (2007) limbah sayuran perlu diolah secara mekanis baik melalui penggilingan dan penjemuran secara langsung maupun melalui pemasakan terlebih dahulu, untuk kemudian dibuat tepung. Pengolahan limbah sayuran secara mekanis melalui pengukusan selama 10 menit dengan suhu 100°C, meningkatkan nilai pencernaan ransum sebesar 74,91%, dan efisiensi penggunaan protein sebesar 63,88% pada ayam kampung *super*. Susangka *et al.* (2005) telah melakukan penelitian mengenai penggunaan limbah sayuran pasar sebagai pakan ikan nila dalam bentuk tepung dan mendapatkan hasil penggunaan tepung limbah sayuran sampai dengan tingkat 20% pada ransum ikan nila akan meningkatkan pertumbuhan bobot badan individu.

Proses Industri Pakan

Balai Penelitian Teknologi Pertanian Jakarta telah melakukan penelitian mengenai pembuatan limbah sayuran pasar sebagai pakan untuk ternak unggas dan ruminansia, limbah sayuran ini diolah melalui beberapa proses sehingga menjadi tepung. Tepung limbah sayuran ini memiliki kandungan protein kasar 11,79 %, lemak kasar 2,15%, dan serat kasar 9,41% (Litbang Deptan 2009). Syananta (2009) telah melakukan penelitian sebelumnya mengenai *wafér* limbah sayuran pasar dan diberikan kepada 9 ternak domba ekor gemuk. Berdasarkan lima perlakuan didapatkan hasil pengujian palatibilitas yang berbeda nyata ($P < 0,05$) dan yang tertinggi adalah R4 (25% klobot jagung + 50% limbah kecambah kacang hijau + 25% daun kembang kol) sebesar $69,27 \pm 11,20$ g/ekor/jam, tingginya palatabilitas disebabkan R4 memiliki komposisi limbah kecambah taoge paling banyak memiliki ukuran yang lebih kecil, sehingga memudahkan untuk dikonsumsi oleh ternak domba.

Setiap hari Pasar Induk Kramat Jati rata-rata menerima pasokan sayuran sebanyak 1.200–1.350 ton, pasokan buah-buahan sebanyak 1.100–1.400 ton, dan umbi-umbian sebanyak 110–120 ton yang kemudian akan didistribusikan ke seluruh daerah Jabodetabek. Dilihat dari banyaknya jumlah pasokan sayuran tersebut maka akan tercipta limbah sayuran pasar yang banyak pula (Kantor Dinas PD Pasar Jaya 2009). Rincian jumlah pasokan sayuran dan limbah sayuran pada Pasar Induk Kramat Jati dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Komoditas sayuran dan limbah sayuran pasar

Komoditas Sayuran	Jumlah Pasokan (Ton/Minggu)	Perkiraan Penyusutan	Potensi Limbah Sayuran (Ton/Minggu)
Kol Bulat	757,50	20	151,5
Kembang Kol	29,50	25	7,37
Bawang Merah	805,25	12	96,63
Bawang Putih	216,25	4	8,65
Sawi	268,25	11	29,50
Buncis	9,75	3	0,29
Wortel	269,50	8	21,56
Tomat	574,50	10	34,47
Daun Bawang	86,75	6	5,20
Daun Sledri	38,25	6	2,29
Kelapa	133,25	8	10,66
Jagung	216,50	20	433
Tauge	41,75	15	6,26

Sumber: Data kantor Pasar Induk Kramat Jati Bulan Maret 2009

Wafer Suplemen Pakan

Wafer suplemen pakan adalah suplemen yang diberikan kepada ternak sebagai bahan penambah dalam pakan. Tujuan pemberian suplemen pakan adalah untuk meningkatkan produktivitas ternak. Bahan pakan yang digunakan untuk wafer suplemen pakan adalah limbah pertanian yang mengandung zat aktif dan konsentrat lain yang aman dikonsumsi oleh ternak. Bahan penyusun wafer suplemen pakan adalah daun lamtoro, daun kaliandra, daun gamal, daun jagung, dan jagung.

Lamtoro (*Leucaena leucocephala*) merupakan legum pohon yang produktif menghasilkan hijauan, tahan pemotongan, dan pengembalaan berat, serta sebagai pakan tambahan yang berkualitas tinggi. Lamtoro merupakan tanaman alternatif yang dapat digunakan untuk menutup kekurangan jumlah ataupun kualitas hijauan pada musim paceklik. Tanaman lamtoro dapat diberikan kepada ternak berupa hijauan segar, kering, tepung, silase, dan pelet. Hijauan lamtoro sangat baik sebagai pakan ternak, disebabkan daun lamtoro kaya akan protein, karoten, vitamin, dan mineral (Soeseno dan Soedaharodjian 1992). Menurut Mtenga dan Laswai (1994), lamtoro memiliki kandungan protein yang tinggi (21%), kandungan NDF sebesar 4,28%, sedangkan kandungan asam aminonya cukup tinggi dan juga memiliki antinutrisi seperti mimosin dan tanin. Hal ini juga ditegaskan oleh Winugroho dan Widiawati (2009) yang melaporkan bahwa senyawa sekunder utama yang ditemukan dalam daun lamtoro adalah mimosin, tetapi jumlahnya relatif kecil yaitu sekitar 3–4%. Mimosin merupakan senyawa asam amino heterosiklik yang mempunyai gugus keton pada inti pirimidinnya yang bersifat racun. Mimosin sebagai faktor pembatas ini dapat mengakibatkan pertumbuhan terhambat, konsumsi rendah, dan kerontokan bulu (Moulen *et al.* 1979). Oleh karena itu, penggunaan daun lamtoro dalam ransum direkomendasikan tidak lebih dari 50% total ransum yang diberikan (Rohmatin 2010). Kandungan mineral pada daun lamtoro adalah nitrogen (N), fosfor (P), potasium (K), sulfur (S), kalsium (Ca), dan mangan (Mn) yang masing-masing 2, 0,24, 0,49% dan 325 ppm (Jones 1979). Wood *et al.* (2003) menyatakan bahwa terjadi penurunan kadar mimosin daun lamtoro akibat pemanasan pada suhu 60°C dan 145°C yaitu sebesar 43%.

Bentuk fisik wafer suplemen pakan adalah kubus dengan ukuran 5x5x5 cm³. Memiliki tekstur kasar dengan ukuran partikel kasar. Kandungan nutrisi wafer suplemen pakan (% Bahan Kering) disajikan pada Tabel

Proses Industri Pakan

10. Wafer pakan suplemen memiliki kandungan protein kasar yang tinggi. Rata-rata kandungan protein kasar wafer suplemen pakan adalah sekitar 29,85–32,34%. Wafer yang mengandung daun lamtoro memiliki kandungan protein kasar yang terbaik (T1) adalah 32,34%.

Sementara penerapan pemberian wafer pakan di peternakan rakyat Banyu Mulek, NTB pada sapi pedet Bali yang diberi wafer daun lamtoro 15% dapat meningkatkan konsumsi pakan, rataan pertambahan bobot badan harian dan rataam bobot badan selama penelitian. Rataan bobot badan sapi pedet Bali dengan pemberian wafer daun lamtoro pada taraf 15% mencapai 27,75% lebih tinggi dibandingkan dengan rataan bobot sapi pedet Bali tanpa pemberian wafer. Wafer daun lamtoro yang diberikan pada sapi pedet Bali tersebut terdiri dari limbah pertanian di daerah Mataram yaitu lamtoro, turi, dan kaliandra (Retnani *et al.* 2013).

Uji Kualitas Fisik Produk Pakan Bentuk *Wafer*

Pengujian sifat fisik merupakan bagian dari karakteristik mutu yang berhubungan dengan nilai kepuasan konsumen terhadap bahan. Sifat-sifat bahan serta perubahan-perubahan yang terjadi pada pakan dapat digunakan untuk menilai dan menentukan mutu pakan. Disamping itu pengetahuan tentang sifat fisik digunakan juga untuk menentukan koefisienan suatu proses penanganan, pengolahan, dan penyimpanan (Muchtadi dan Sugiono 1989). Sifat fisik berguna sebagai homogenitas pengadukan ransum, cara penyimpanan dan pengangkutan bahan. Faktor yang memengaruhi sifat fisik bahan, antara lain aktivitas air, kadar air, daya serap air, dan ketebalan (Tabel 8).

Tabel 8 Kandungan *nutrien wafer*

Kandungan <i>Nutrien</i>	<i>Wafer</i> Limbah Sayuran	<i>Wafer</i> Rumput Lapang	<i>Wafer</i> Pakan Komplit
BK (%)	90,58	85,63	87,00
Abu	7,01	9,54	5,13
PK	15,58	10,47	17,26
SK	31,55	35,21	14,39
LK	0,96	1,68	4,07
Beta-N	35,48	-	59,15

Keterangan: Hasil analisis Laboratorium Pengetahuan Bahan Makanan Ternak (2009)

Bab V Produk Industri Pakan

Berdasarkan hasil penelitian Retnani *et al.* (2009^a) dan Retnani *et al.* (2009^b) kualitas nutrisi *wafer* pakan adalah untuk mengetahui perubahan zat makanan yang terjadi akibat proses wafering. Perubahan zat makanan dalam pembuatan *wafer* ransum komplit sangat mungkin terjadi. Namun, proses pembuatan *wafer* pakan tidak mengalami perubahan yang signifikan terhadap kadar *nutrien wafer*. Berdasarkan hasil penelitian Retnani *et al.* (2013a) kadar protein *wafer* pakan sebelum *processing* adalah 20,81%, sedangkan setelah *processing* adalah 20,32%. Kandungan nutrisi *wafer* pakan limbah sayuran untuk domba dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9 Hasil uji sifat fisik

Jenis Wafer		Aktivitas Air	Kerapatan (gr/cm ³)	Daya Serap Air (%)
1.	Wafer pakan komplit*	0,78	0,62	-
2.	Wafer klobot jagung 75% + daun kembang kol 25%	0,91	0,53	525,2
3.	Wafer klobot jagung 75% + limbah taugé 25%	0,91	0,71	170,36
4.	Wafer klobot jagung 50% + limbah taugé 25% + daun kembang kol 25%	0,93	0,88	115,19
5.	Wafer klobot jagung 25% + limbah taugé 50% + daun kembang kol 25%	0,91	0,56	181,71
6.	Wafer klobot jagung 25% + limbah taugé 25% + daun kembang kol 50%	0,82	0,78	49,11
7.	Wafer suplemen	0,70	0,92	98,45

Sumber : *Retnani *et al.* (2010^b); ** Retnani *et al.* (2009^b);

Wafer yang mengandung klobot jagung memiliki daya serap air yang lebih tinggi dibandingkan dengan wafer yang lainnya. Tingginya daya serap air pada wafer yang mengandung klobot jagung disebabkan karena klobot jagung merupakan pakan sumber serat, pakan sumber serat memiliki rongga udara lebih banyak, sehingga mampu menyerap air lebih banyak. Wafer suplemen pakan memiliki bentuk yang lebih padat dibandingkan dengan wafer komplit limbah sayuran pasar. Aktivitas air wafer pakan berkisar 0,70–0,93.

Proses Industri Pakan

Menurut Syarief dan Halid (1993) aktivitas air bahan pakan adalah jumlah air bebas yang terkandung dalam bahan pakan yang dapat digunakan oleh mikroba untuk pertumbuhannya. Selain itu, aktivitas air dapat dikatakan sebagai kebutuhan mikroba akan air. Kandungan air suatu bahan tidak dapat digunakan sebagai indikator nyata dalam menentukan ketahanan simpan. Aktivitas air digunakan sebagai istilah untuk menjabarkan air yang tidak terikat atau bebas dalam sistem yang dapat menunjang reaksi biologis dan kimiawi.

Sebagian besar bakteri membutuhkan nilai a_w 0,75–1,00 untuk tumbuh, beberapa ragi dan kapang tumbuh lambat pada nilai a_w 0,62. Bahan pangan yang mempunyai a_w sekitar 0,70 biasanya sudah dianggap cukup baik dan tahan dalam penyimpanan. Mikroorganisme menghendaki a_w minimum agar dapat tumbuh dengan baik, yaitu bakteri 0,90, kamir 0,80–0,90, dan kapang 0,60–0,70 (Winarno 1992).

Kandungan mikroba, selain memengaruhi mutu produk pangan juga menentukan keamanan produk tersebut dikonsumsi. Pertumbuhan mikroba pada produk pangan dipengaruhi oleh faktor intrinsik dan ekstrinsik. Faktor intrinsik mencakup keasaman (pH), aktivitas air (a_w), *equilibrium humidity* (Eh), kandungan *nutrien*, struktur biologis, dan kandungan antimikroba. Faktor ekstrinsik meliputi suhu penyimpanan, kelembapan relatif, serta jenis dan jumlah gas pada lingkungan (Herawati 2008).

Berdasarkan hasil uji kualitas fisik, *wafer* pakan dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama. Menurut Retnani *et al.* (2009^c) kualitas *wafer* masih dapat dipertahankan hingga penyimpanan sampai dengan minggu ke-4.

Berdasarkan hasil penelitian Retnani *et al.* (2009^a) dan Retnani *et al.* (2009^b) kualitas nutrisi wafer pakan adalah untuk mengetahui perubahan zat makanan yang terjadi akibat proses *wafering*. Perubahan zat makanan dalam pembuatan wafer ransum komplit sangat mungkin terjadi. Namun proses pembuatan wafer pakan tidak mengalami perubahan yang signifikan terhadap kadar nutrisi wafer. Berdasarkan hasil penelitian Retnani *et al.* (2013a) kadar protein wafer pakan sebelum prosesing adalah 20,81%, sedangkan setelah prosesing adalah 20,32%. Pemanasan pada proses pembuatan wafer tidak menyebabkan kerusakan pada protein, penurunan protein hanya sekitar 0,49%. Proses pemanasan pada proses pembuatan wafer dapat meningkatkan Beta-N. Kandungan Beta-N meningkat sebesar 10,37% pada wafer setelah dicetak. Kandungan nutrisi wafer pakan limbah sayuran untuk domba dapat dilihat pada Tabel 8.

Bab V
Produk Industri Pakan

Tabel 10 Kandungan nutrisi Wafer

Jenis Wafer		Abu	Protein	Serat	Lemak
			Kasar	Kasar	Kasar
1.	Wafer klobot jagung 75% + daun kembang kol 25%	3,07	7,87	35,71	0,63
2.	Wafer klobot jagung 75% + limbah tauge 25%	2,97	8,79	36,25	0,66
3.	Wafer klobot jagung 50% + limbah tauge 25% + daun kembang kol 25%	6,97	12,69	28,84	1,12
4.	Wafer klobot jagung 25% + limbah tauge 50% + daun kembang kol 25%	7,01	15,58	31,55	0,96
5.	Wafer klobot jagung 25% + limbah tauge 25% + daun kembang kol 50%	9,2	18,97	24,88	1,01
6.	Wafer pakan (rumput lapang) + konsentrat	9,54	10,47	35,21	1,68
7.	Wafer pakan (50% rumput lapang + 50% limbah sayuran pasar) + konsentrat	7,4	15,03	32,37	1,66
8.	Wafer pakan (100% limbah sayuran pasar) + konsentrat	7,01	15,58	31,55	0,96
9.	Wafer suplemen daun lamtoro	7,24	32,34	16,85	4,52
10.	Wafer suplemen daun lamtoro dan daun pepaya	7,91	29,85	16,52	4,69
11.	Wafer suplemen daun kelor	6,24	31,24	14,98	3,89
12.	Wafer suplemen daun gamal	6,12	31,48	15,26	3,56
13.	Wafer suplemen daun jagung dan jagung	6,49	31,19	17,27	3,63

Aplikasi pada Ternak

Pada penelitian Widiarti (2008) pengujian palatabilitas *wafer* yang menggunakan pedet sapi Fries Holland dengan bobot badan awal 72–96 kg berjumlah 4 ekor mengalami peningkatan bobot badan. Pakan diberikan sebanyak 3% bobot badan (Kg/ekor/hari). Tingkat palatabilitasnya dapat diketahui dengan menghitung selisih antara jumlah pakan yang diberikan dengan sisa pakan yang dikonsumsi oleh pedet sapi Fries Holland selama 7 hari *prelime* dan 3 hari uji palatabilitas dengan sistem *cafeteria feeding*. Masing-masing ternak, diberi empat macam ransum perlakuan, sehingga ternak dapat memilih dengan bebas keempat macam ransum tersebut.

Proses Industri Pakan

Wafer yang diberikan kepada pedet tersebut diformulasikan dari rumput lapang dan tanaman tebu (ampas tebu dan pucuk tebu).

R0 = ransum (20% rumput lapang + 80% konsentrat)

R1 = ransum (20% ampas tebu + 80% konsentrat)

R2 = ransum (10% pucuk tebu + 10% ampas tebu + 80% konsentrat)

R3 = ransum (20% pucuk tebu + 80% konsentrat)

Sumber: Widiarti (2008)

Selama penelitian kondisi ternak secara umum mengalami peningkatan bobot badan seperti yang tercantum pada Tabel 11. Bobot awal ternak percobaan 72–96 kg, sedangkan bobot akhir adalah 96–120 kg. Hal ini menunjukkan bahwa pada kisaran bobot awal tersebut adaptasi rumen lebih siap, sehingga terjadi peningkatan bobot badan (selama 10 hari penelitian) sekitar 17–24 kg atau 1,70–2,40 kg/e/h (Widiarti 2008). PBB yang terjadi jauh lebih tinggi dari rekomendasi NRC (1989) PBB 1,1–1,3 kg/hari. PBB yang tinggi kemungkinan disebabkan adanya pertumbuhan kompensasi dan kelebihan konsumsi PK dan TDN yang melebihi standar NRC (1989).

Tabel 11 Rataan bobot badan pedet selama penelitian

Hal yang diamati	Pedet			
	A	B	C	D
Bobot awal (hari ke-1), (kg)	92,00	93,00	96,00	72,00
Bobot akhir (hari ke-10), (kg)	112,00	120,00	114,00	96,00
PBB Total (kg)	20,00	17,00	18,00	24,00
PBB (kg/hari)	2,00	1,70	1,80	2,40

Sumber: Widiarti (2008)

Pada tabel tersebut terlihat bahwa pedet yang diberi produk pakan komersil bentuk *wafer* mengalami peningkatan bobot badan. Hal ini menunjukkan bahwa *wafer* tersebut dapat meningkatkan produktivitas dari pedet tersebut.

Sementara pada penelitian Syananta (2009) tentang *wafer* limbah sayuran pasar ternak domba Ekor Gemuk, *wafer* yang mengandung 25% klobot jagung + 50% limbah kecambah kacang hijau + 25%. Daun kembang kol merupakan *wafer* yang terbaik karena wafer tersebut memiliki nilai palatabilitas tertinggi jika dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Hasil uji palatabilitas wafer limbah sayuran pasar dapat dilihat pada Tabel 12.

Bab V
Produk Industri Pakan

Tabel 12 Hasil uji palatabilitas *wafer* limbah sayuran pasar (g/ekor/jam)

Ulangan	Perlakuan				
	R1	R2	R3	R4	R5
1	14,90	56,60	6,50	58,10	3,50
2	46,10	49,20	44,80	80,50	8,00
3	79,20	34,50	37,90	69,0	5,20
Rataan	46,73 ±	46,77 ±	29,73 ±	69,27 ±	5,57 ±
	32,15 ^{ab}	11,25 ^{ab}	20,41 ^{bc}	11,20 ^a	2,27 ^c

Keterangan: *Superscript* huruf kecil yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$)

Sumber: Syananta (2009)

Penelitian Kamesworo (2010) menyatakan bahwa pemberian *wafer* limbah sayuran tidak berpengaruh nyata terhadap penambahan bobot badan dan konversi pakan. Dapat disimpulkan bahwa penggunaan *wafer* limbah sayuran dapat menjadi pengganti rumput lapang sebagai sumber hijauan utama pada peternakan domba. Hal ini dapat dilihat dari hasil peubah konsumsi, penambahan bobot badan, konversi pakan dan nilai IOFC dari ternak yang mengonsumsi wafer limbah sayuran.

Tabel 13 Pertambahan bobot badan harian domba

Perlakuan	Rataan
	-----g/ekor/hari-----
R1	110,71 ± 5,45 ^a
R2	137,30 ± 6,92 ^a
R3	126,98 ± 34,55 ^a

Keterangan: *Superscript* a dan b pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$)

R1: *Wafer* (100% rumput lapang) + konsentrat

R2: *Wafer* (50% rumput lapang + 50% limbah sayuran pasar) + konsentrat

R3: *Wafer* (100% limbah sayuran pasar) + konsentrat

Sumber: Kamesworo (2010)

Ransum yang diberikan pada penelitian Kamesworo (2010) terdiri dari tiga jenis, perlakuan R1 = wafer (100% rumput lapang) + konsentrat, perlakuan R2 = wafer (50% rumput lapang + 50% limbah sayuran pasar) + konsentrat dan perlakuan R3 = wafer (100% limbah sayuran pasar) + konsentrat.

Produk Pakan Bentuk Biskuit

Biskuit merupakan produk kering yang mempunyai daya awet yang relatif tinggi, sehingga dapat disimpan dalam waktu yang lama dan mudah dibawa dalam perjalanan karena volume dan beratnya proses pengeringan (Whiteley 1971). Menurut Retnani *et al.* (2009) biskuit pakan dibuat menggunakan bantuan panas dan tekanan. Almond (1989) mengatakan bahwa secara umum pembuatan biskuit dapat dibagi menjadi empat tahap, yaitu pencampuran bahan, pembentukan adonan dan pencetakan, pembakaran, dan pendinginan.

Biskuit pakan sumber serat merupakan pakan alternatif untuk mengganti hijauan pakan pada saat musim kemarau. Bentuk pakan tersebut dibuat dengan memanfaatkan limbah pertanian sehingga harganya murah, salah satu di antaranya pemanfaatan limbah tanaman jagung.

Biskuit pakan adalah produk pengolahan pakan yang dibuat dengan menggunakan bantuan panas dan tekanan, sehingga menghasilkan produk pengolahan pakan yang berbentuk tipis, rata, dan kompak. Biskuit pakan dibuat dengan pemanasan pada suhu 90°C selama 5 menit dan menggunakan tekanan sebesar 200–300 kg/cm². Pembuatan biskuit pakan merupakan proses *cooking* yang melibatkan aplikasi panas pada bahan makanan. Teknik pemanasan bahan makanan dapat dibagi menjadi tiga golongan, yaitu *dry heating*, *moist heating*, serta *microwave heating* (Winarno 2007).

Biskuit pakan menggunakan teknik pemanasan *dry heating* yang disebut *baking*. Menurut Winarno (2007) *baking* adalah teknik pemasakan dengan cara meletakkan bahan makanan ke dalam oven yang biasanya telah dilengkapi dengan elemen panas yang terletak di bagian bawah dari oven. Pemindahan panas yang terjadi dalam *baking* tersebut terdiri dari tiga mekanisme, yaitu konduksi, konveksi, dan radiasi. Pada awalnya udara bagian bawah oven dipanaskan, kemudian udara yang hangat dan panas bergerak ke atas, terjadilah perpindahan konveksi. Udara panas yang bergerak ke atas dan kemana-mana tersebut akhirnya menyentuh bahan makanan, terjadilah perambatan panas secara konduksi. Radiasi panas yang dipancarkan oleh dasar oven membentur ke seluruh permukaan dinding oven, kemudian dipantulkan dan diserap, akhirnya membentur bahan makanan, sehingga bahan makanan menjadi panas.

Bentuk biskuit pakan yang tipis dan kompak diharapkan dapat (1) meningkatkan palatabilitas ternak karena bentuknya yang kompak, (2)

Bab V Produk Industri Pakan

memudahkan dalam penanganan, penyimpanan, dan transportasi, (3) memberikan nilai tambah karena dapat memanfaatkan limbah pertanian dan perkebunan, serta (4) menggunakan teknologi yang sederhana dengan proses operasi yang mudah. Biskuit limbah tanaman jagung adalah suatu produk pengolahan pakan ternak yang berbahan dasar limbah tanaman jagung yang dapat digunakan sebagai pakan alternatif pengganti hijauan pada musim kemarau atau saat panen jagung melimpah.

Biskuit termasuk produk yang mudah menyerap air dan oksigen. Oleh karena itu, bahan pengemasnya harus memenuhi beberapa syarat antara lain kedap air, kedap terhadap komponen volatile terutama bau-bauan, kedap terhadap sinar, dan mampu melindungi produk dari kerusakan mekanis (Manley 1983).

Warna biskuit pakan berbeda sesuai dengan bahan atau hijauan yang digunakan, tetapi pada umumnya biskuit pakan berwarna cokelat. Hal ini disebabkan adanya reaksi *browning* karena pemanasan mesin biskuit pakan.

Pembuatan biskuit pakan memiliki proses yang sama dengan *wafer* pakan, tetapi ukuran keduanya berbeda. Biskuit pakan memiliki diameter 7 cm dengan tebal 1 cm dibandingkan dengan wafer pakan yang berukuran 30 x 30 x 1 cm³. Waktu yang dibutuhkan untuk sekali cetak sekitar 5–10 menit dengan produksi 42 biskuit pakan (Retnani *et al.* 2010a)

Saat pembuatan biskuit pakan, tercium aroma yang ditimbulkan biskuit, yaitu aroma gula terbakar, tetapi aroma tersebut tidak timbul karena adanya reaksi Maillard karena suhu pemanasan mesin biskuit pakan yaitu hanya 91°C. Sementara suhu terjadinya reaksi Maillard berkisar antara 160–170°C. Aroma yang ditimbulkan disebabkan adanya molases dalam campuran formula biskuit pakan.

Pemanfaatan biskuit dalam bidang pakan ternak ini digunakan atas dasar prinsip bentuk menyerupai biskuit pangan yang dibuat dari bahan serat terutama hijauan sebagai pengganti hijauan segar agar ruminansia dapat memanfaatkan serat ketika jumlah dan kualitas hijauan menurun. Bahan yang digunakan untuk pembuatan pakan ternak berbentuk biskuit ini bisa berasal dari hijauan pakan berupa rumput, limbah pertanian, dan perkebunan serta konsentrat yang berasal dari biji-bijian. Biskuit pakan yang telah dikembangkan sejak tahun 2009 di Laboratorium Industri Pakan Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan IPB adalah biskuit pakan untuk pakan ternak kambing dan domba. Biskuit pakan terdiri dari hijauan sebagai sumber serat dan molases sebagai sumber karbohidrat dan perekat. Biskuit hijauan

Proses Industri Pakan

pakan yang telah dikembangkan adalah biskuit pakan limbah tanaman jagung. Kandungan nutrisi dari biskuit pakan dapat dilihat pada Tabel 13.

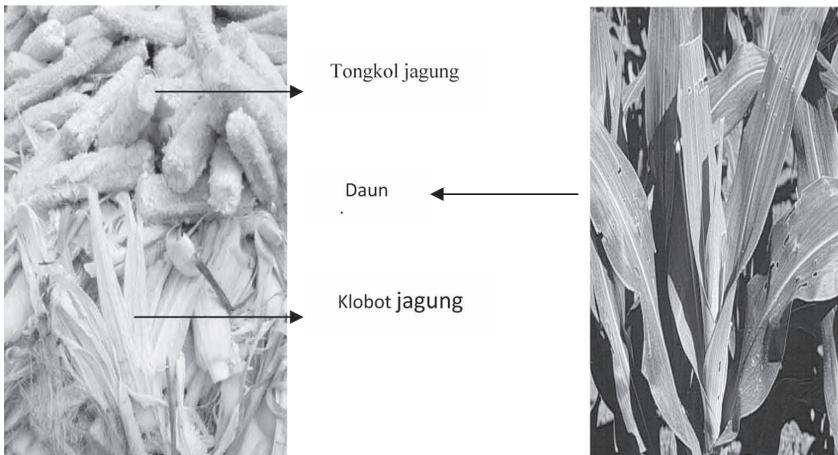
Tabel 14 Kandungan *nutrien* biskuit pakan

Kandungan <i>Nutrien</i>	Biskuit Pakan
BK (%)	86,90
Abu	11,73
PK	17,97
SK	28,20
LK	1,09
Beta-N	40,99

Keterangan: Hasil analisis Laboratorium Pengetahuan Bahan Makanan Ternak (2009)

Biskuit Limbah Tanaman Jagung

Biskuit limbah tanaman jagung merupakan produk pakan dari laboratorium Industri Pakan Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor yang telah mendapatkan 102 inovasi di Indonesia pada tahun 2010 dan sudah didaftarkan paten tahun 2012 dengan nomor paten **P00201201063**.



Sumber: <http://plantandsoil.com/files/2010>

Gambar 29 Limbah tanaman jagung

Daun jagung memiliki palatabilitas yang baik sebagai pakan ternak, sehingga sering digunakan sebagai hijauan pakan untuk ternak ruminansia. Daun

Bab V Produk Industri Pakan

jagung memiliki nilai pencernaan bahan kering *invitro* sebesar 58% dengan kandungan protein kasar sekitar 10%. (Umiyasih dan Wina 2008).

Biskuit Daun Pepaya

Biskuit daun pepaya merupakan biskuit biosuplemen yang diperkaya dengan vitamin serta mineral sebagai suplemen yang kaya protein, energi, vitamin dan mineral, serta mengandung zat bioaktif daun pepaya. Tanaman pepaya (*Carica papaya* L.) dari Familia Caricaceae terbukti kemampuannya dalam menginduksi peningkatan sekresi air susu pada sekelompok ibu-ibu yang sedang menyusui (Tjahjadi 1989). Sebanyak 100 gram daun pepaya segar terdapat 90 kalori; 75,4 g air; 8,0 g protein; 2,0 g lemak; 11,9 g karbohidrat; 2,7 g berbagai mineral; 333 mg kalsium; 63,0 mg fosfor; 0,8 mg besi; 5.475 mcg Retinol aktif; 0,15 mg thiamin; dan 140mg vitamin C (Oei KamNio 1987 dalam Thajadi 1989).



Gambar 30 Daun pepaya

Biskuit Daun Katuk

Biskuit daun katuk merupakan biskuit biosuplemen yang diperkaya dengan vitamin serta mineral sebagai suplemen yang kaya protein, energi, vitamin dan mineral, serta mengandung zat bioaktif daun katuk. Tanaman katuk (*Sauropus androgynus* L. Merr) yang termasuk dalam Familia Euphorbiaceae telah terbukti mampu menginduksi peningkatan sekresi air susu baik pada hewan coba maupun pada sekelompok ibu-ibu yang sedang menyusui anaknya (Agil 1987; Tjahjadi 1989; dan Pidada 1999). Daun katuk segar seberat 100 gram mengandung 72 kalori; 70 g air; 4,8 g protein; 1,0 g lemak; 11,0 g karbohidrat; 2,2 g berbagai mineral; 204 mg kalsium; 83 mg fosfor; 2,7 mg besi; 3 I I I mcg retinol aktif; 0,10 mg thiamin; dan 200 mg Vitamin C (Oei KamNio 1987 dalam Thajadi 1989). Dari sumber lain dijelaskan bahwa daun katuk mengandung steroid, protein, berbagai mineral dan vitamin A, B, dan C (Mardiswojo 1968, Suswini 1989).



Gambar 31 Daun katuk

Biskuit *Indigofera* sp.

Biskuit daun *Indigofera* sp merupakan biskuit biosuplemen yang diperkaya dengan vitamin serta mineral sebagai suplemen yang kaya protein, energi, vitamin, dan mineral. *Indigofera* sp. merupakan tanaman dari kelompok kacang (family *Fabaceae*) dengan genus *Indigofera* dan memiliki 700 spesies yang tersebar di Benua Afrika, Asia, Australia, dan Amerika Utara, sekitar

Bab V Produk Industri Pakan

tahun 1900 *Indigofera sp.* Dibawa ke Indonesia oleh kolonial Eropa serta terus berkembang secara luas (Tjelele 2006). Tanaman ini dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak yang kaya akan nitrogen, fosfor, dan kalsium.

Menurut Hassen *et al.* (2006) sekitar 50% dari spesies indigofera beracun dan hanya 30% yang *palatable* dapat digunakan sebagai pakan ternak. Jenis yang dapat digunakan sebagai pakan ternak tersebut memiliki potensi yang sangat baik sebagai sumber hijauan. Spesies *Indigofera* yang telah ditemukan dapat digunakan sebagai bahan obat-obatan, hijauan pakan ternak, dan pewarna tekstil untuk tujuan komersil (Nwachukwu dan Mbagwu 2007). *Indigofera sp.* Toleran terhadap musim kering, genangan air, dan tahan terhadap salinitas, seperti yang disajikan pada Gambar 54.



Gambar 32 *Indigofera sp.*

Beberapa jenis *Indigofera* memiliki zat anti nutrisi. Salah satunya adalah *Indigofera spicata* memiliki zat anti nutrisi berupa *hepatotoxic amino acid*, yaitu *indospicine* yang mengganggu sistem metabolisme. Keracunan akibat *indospicine* pada ternak dapat menurunkan fungsi hati pada sapi dan domba terutama pada kuda bahkan dapat mengakibatkan keguguran pada ternak bunting.

Skerman (1982) menyebutkan bahwa *Indigofera* memiliki kandungan protein yang tinggi dan toleran terhadap kekeringan, genangan, dan salinitas, sehingga menyebabkan sifat agronominya sangat diinginkan. Kandungan protein kasar *Indigofera* umumnya lebih tinggi dibandingkan dengan spesies legume lainnya,

Proses Industri Pakan

begitu juga kandungan fosfor. Menurut Hassen *et al.* (2007) komposisi *Indigofera* sp. Terdiri dari bahan kering 21,97%; lemak kasar 6,15%; protein kasar 24,17%; abu 6,14%; NDF 54,24%; ADF 44,69%; serat kasar 15,25%; kalsium 0,22%; fosfor 0,18%; dan data produksi tanaman 2,595 kg/ha; produksi daun 967,75 g/ha (36,43%); produksi batang 1.627,24 g/ha; serta tinggi tanaman 418 cm.

Tabel 15 Analisis fisik biskuit pakan

No.	Keterangan	Kadar Air (%)	Aktivitas Air (%)	Kerapatan (g/cm ³)	Daya Serap Air (%)
1.	Biskuit daun Jagung (100%)	13,10	0,866	0,529	78,58
2.	Biskuit klobot Jagung 100%	12,26	0,816	0,66	148,62
3.	Biskuit daun Jagung 75%+ klobot Jagung 25%	11,4	0,816	0,508	89,18
4.	Biskuit daun Jagung 50%+ klobot Jagung 50%	11,93	0,812	0,583	93,59
5.	Biskuit daun Jagung 25%+ klobot Jagung 75%	11,25	0,823	0,608	101,56
6.	Biskuit rumput lapang 100%	12,08	0,824	0,684	35,13

Uji Kualitas Produk Pakan Bentuk Biskuit

Aktivitas Air

Aktivitas air diperoleh dari hasil pengukuran biskuit pakan dengan menggunakan *Aw meter* selama satu jam pengamatan yang sebelumnya telah dikalibrasi terlebih dahulu dengan menggunakan larutan Barium Klorida (BaCl₂). Larutan dibiarkan selama tiga jam setelah jarum *Aw meter* ditera sampai menunjukkan angka 0,9 karena BaCl₂ mempunyai kelembaban garam jenuh sebesar 90%. Nilai aktivitas air dihitung dengan rumus:

$$Aw = \text{Skala} \pm \{|suhu - 20| \times 0,002\}$$

Kadar Air

Kadar air bahan merupakan pengukuran jumlah air total yang terkandung dalam bahan pakan, tanpa memperlihatkan kondisi atau derajat keterikatan air (Syarief, Halid 1993). Pengukuran sifat kadar air biskuit pakan diperlukan

Bab V Produk Industri Pakan

untuk mengetahui jumlah air total yang terkandung dalam biskuit. Kadar air sangat berpengaruh terhadap mutu bahan pangan dan hal ini merupakan salah satu alasan pengolahan pangan air tersebut sering dikeluarkan atau dikurangi dengan cara penguapan atau pengentalan dan pengeringan. Selain untuk mengawetkan pakan, pengurangan air juga bertujuan untuk mengurangi besar dan berat bahan pangan, sehingga memudahkan dan menghemat pengepakan. Kadar air suatu bahan pangan dapat dinyatakan dalam dua cara, yaitu berdasarkan bahan kering (*dry basis*) dan berdasarkan bahan basah (*wet basis*). Kadar air secara bahan kering adalah perbandingan antara berat air di dalam bahan tersebut dengan berat bahan keringnya. Kadar air secara bahan basah adalah perbandingan antara berat air di dalam bahan tersebut dengan berat bahan mentah. Berat bahan kering adalah berat bahan setelah mengalami pemanasan beberapa waktu tertentu sehingga beratnya tetap atau konstan (Wirakartakusumah *et al.* 1989).

Kadar air adalah kandungan air yang terdapat dalam partisi sewaktu digunakan atau diletakkan dalam lingkungan udara terbuka. Uap air yang berusaha masuk ke setiap benda yang ada di sekelilingnya dan akan mencapai kesetimbangan dengan kadar air di udara, tetapi kadar air akan sulit masuk melalui pori-pori partisi bilamana bahan tersebut sangat kedap air (Haroen *et al.* 2007).

Dasar pengeringan adalah adanya proses pemindahan atau pengeluaran kandungan air bahan hingga mencapai kandungan tertentu agar kecepatan kerusakan bahan dapat diperlambat, sehingga bahan yang dikeringkan mempunyai waktu simpan lebih lama (Suharto 1991). Kadar air selama penyimpanan harus dijaga serendah mungkin (kurang dari 10%) untuk menghindari terjadinya kebusukan, nilai kadar air kritis untuk sereal adalah 14%. Bila kadar air di atas 14% maka kerusakan akan terjadi sangat cepat (Supriyati *et al.* 1996). Pengeringan yang terlalu cepat dapat merusak bahan karena permukaan bahan terlalu cepat kering, sehingga kurang bisa diimbangi dengan kecepatan gerakan air bahan menuju permukaan. Pada akhirnya menyebabkan pengerasan pada bahan yang selanjutnya air dalam bahan tidak dapat lagi menguap karena terhambat.

Makanan yang dikeringkan mempunyai nilai gizi yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan segarnya. Selama pengeringan juga terjadi perubahan antara lain warna, tekstur, dan aroma walaupun perubahan tersebut dapat dibatasi seminimal mungkin dengan jalan memberikan perlakuan pendahuluan terhadap bahan pangan yang akan dikeringkan. Perubahan warna umumnya berubah menjadi cokelat. Perubahan tersebut dikarenakan reaksi *browning*. Reaksi *browning* nonenzimatis yang sering terjadi, yaitu reaksi antara asam

Proses Industri Pakan

organik dengan gula pereduksi, serta asam-asam amino dengan gula pereduksi disebut dengan reaksi Maillard. Reaksi antara asam-asam amino dengan gula pereduksi dapat menurunkan nilai gizi protein yang terkandung di dalamnya (Adawyah 2007).

Daya Serap Air

Daya serap air biskuit hijauan pakan merupakan kemampuan biskuit untuk menyerap air di sekelilingnya agar berikatan dengan partikel bahan atau tertahan pada pori antarpartikel bahan. Daya serap air merupakan parameter yang menunjukkan kemampuan untuk menyerap air di sekelilingnya untuk berikatan dengan partikel bahan atau tertahan pada pori antara partikel bahan (Jayusmar 2000). Trisyulianti *et al.* (2003) menyatakan bahwa daya serap air merupakan parameter yang menunjukkan besarnya kemampuan biskuit pakan menarik air di sekelilingnya (kelembaban udara) untuk berikatan dengan partikel bahan atau tertahan pada pori antara partikel bahan. Daya serap air adalah kemampuan bahan ransum untuk menyerap air kembali setelah bahan atau ransum kering yang menyebabkan partikel bahan kering tidak terlarut menjadi jenuh, kemudian partikel tersebut mengembang dan akan lebih mudah didegradasi oleh mikroba rumen, sehingga meningkatkan laju pengosongan rumen (Siregar 2005).

Perbedaan daya mengikat air pada berbagai bahan pakan dapat memengaruhi volume dan laju aliran digesta dalam rumen (Siregar 2005). Pakan kaya serat mempunyai daya ikat air yang bervariasi (Toharmat *et al.* 2006). Menurut Haroen *et al.* (2007) daya serap air oleh partisi yang terbuat dari limbah padat berserat memiliki kecenderungan semakin tinggi dengan meningkatnya persentase limbah padat yang ditambahkan. Daya serap air yang rendah pada lumpur kelapa sawit disebabkan tingginya kandungan lemak atau minyak, sehingga air sulit masuk (meresap) ke dalam bahan tersebut karena permukaan partikel bahan ini diselaputi oleh minyak (Siregar 2005).

Nilai daya serap air dihitung dengan rumus:

$$\text{DSA (\%)} = \frac{\text{BB} - \text{BA}}{\text{BA}} \times 100\%$$

Keterangan:

DSA = daya serap air biskuit (%)

BA = berat awal (g)

BB = berat akhir (g)

Bab V Produk Industri Pakan

Kerapatan

Kerapatan adalah suatu ukuran kekompakan ukuran partikel dalam lembaran dan sangat tergantung pada kerapatan bahan baku yang digunakan dan besarnya tekanan kempa yang diberikan selama proses pembuatan lembaran (Retnani *et al.* 2009a). Kerapatan bahan baku sangat tergantung pada besarnya kempa yang diberikan selama proses pembuatan. Semakin tinggi tekanan yang diberikan akan memberikan kecenderungan menghasilkan arang briket dengan kerapatan dan keteguhan tekan yang semakin tinggi pula. Tekanan pengempaan dilakukan untuk menciptakan ikatan antara permukaan bahan perekat dan bahan yang direkat dengan bantuan alat pengepres.

Kerapatan adalah salah satu faktor penting pada sifat fisik biskuit pakan dan merupakan pedoman untuk memperoleh gambaran tentang kekuatan biskuit yang diinginkan. Nilai kerapatan biskuit pakan dihitung dengan rumus:

$$K = \frac{W}{(PxTxL)} \times 100\%$$

Keterangan:

- K = kerapatan (g/cm^3)
- W = berat uji contoh (g)
- P = panjang contoh uji (cm)
- L = lebar contoh uji (cm)
- T = tebal contoh uji (cm)

Nilai kerapatan (Widarmana 1977) biskuit pakan dapat diperoleh dengan menggunakan rumus:

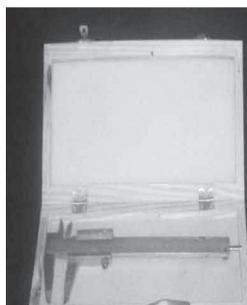
$$K (\text{g}.\text{cm}^3) = \frac{W}{\pi r^2 \times T}$$

Keterangan:

- K = kerapatan (g/cm^3)
- W = berat uji contoh (g)
- P = panjang contoh uji (cm)
- L = lebar contoh uji (cm)
- T = tebal contoh uji (cm)

Proses Industri Pakan

Peralatan yang digunakan pada pengujian fisik biskuit pakan ini terdiri dari jangka sorong, timbangan kapasitas 1; 2,25; dan 5 kg, timbangan digital, timbangan *Electronic Crane Scale* untuk menimbang domba, mesin *chopper*, *Hammer mill*, A_w meter, gelas piala, saringan plastik, oven 105°C, eksikator, cawan, karung plastik, bak plastik, serta baki plastik.



(a)



(b)

Keterangan:

(a) Jangka Sorong

(b) Timbangan Digital

(c) Timbangan 2,25 kg

(d) A_w Meter



(c)



(d)

Gambar 33 Peralatan uji sifat fisik

Aplikasi pada Ternak

Introduksi teknologi biskuit pakan pada skala lapang di peternakan domba rakyat. Introduksi yang dilakukan di peternakan domba rakyat di Ciampea menggunakan adaptasi pakan yang sesuai dengan kondisi sebelumnya, yaitu pakan hijau berupa rumput lapang dan konsentrat. Biskuit daun jagung digunakan sebagai pengganti rumput lapang karena mengacu pada penelitian tahap sebelumnya yang menunjukkan hasil bahwa daun jagung memiliki komposisi nutrisi terbaik. Selain itu hal ini juga mengacu pada tujuan penelitian untuk mendapatkan hijauan pengganti rumput pada musim kemarau (Retnani *et al.* 2010a).

Bab V
Produk Industri Pakan

Tabel 16 Rataan konsumsi bk biskuit, penambahan bobot badan harian domba, dan konversi pakan

Peubah	Perlakuan		
	R1	R2	R3
Konsumsi BK Biskuit (g/e/hari)*	156,49 ± 19,81	190,58 ± 81,70	263,18 ± 14,19
PBB (g/ekor/hari)**)	34,29 ± 19,88	52,38 ± 7,22	61,90 ± 14,10
Konversi Pakan**)	32,09 ± 23,56	17,57 ± 3,32	16,53 ± 4,47

Keterangan:

*) menunjukkan berbeda nyata ($p < 0,05$)

**): menunjukkan tidak berbeda nyata ($p < 0,05$),

R1: Biskuit (100% rumput lapang) + konsentrat; R2: Biskuit (50% rumput lapang + 50% daun jagung) + konsentrat; R3: Biskuit (100% daun jagung) + konsentrat

Sumber: Retnani *et al.* (2010a)

Ketiga biskuit perlakuan memberikan pengaruh yang berbeda terhadap konsumsi bahan kering. Biskuit daun jagung pada perlakuan ketiga memiliki rata-rata konsumsi bahan kering tertinggi bila dibandingkan dengan perlakuan lainnya, yaitu sebesar 263,18 g/ekor/hari, sedangkan ransum konvensional sebesar 156,49 g/ekor/hari (biskuit rumput lapang). Hasil konsumsi bahan kering biskuit daun jagung dalam penelitian ini lebih tinggi dari pada konsumsi bahan kering biskuit perlakuan lainnya yang disebabkan oleh beberapa hal, yaitu kandungan nutrisi terutama protein yang tinggi dalam kandungan biskuit limbah tanaman jagung daripada rumput lapang serta tekstur biskuit yang halus.

Menurut NRC (1985), penambahan bobot badan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain konsumsi total protein yang diperoleh setiap hari, jenis kelamin, umur, keadaan genetik, lingkungan, kondisi fisiologis ternak, dan tata laksana. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan terhadap rata-rata penambahan bobot badan tidak berbeda nyata ($p < 0,05$). Rataan penambahan bobot badan harian domba yang diberi biskuit daun jagung memberikan hasil yang lebih tinggi 61,90 g/ekor/hari daripada ransum konvensional (biskuit rumput lapang) 34,29 g/ekor/hari. Hal ini disebabkan karena biskuit daun jagung memiliki kandungan nutrisi, terutama protein kasar yang lebih tinggi daripada biskuit pada perlakuan lainnya. Pertambahan bobot badan yang tinggi pada penelitian ini disebabkan oleh beberapa hal, yaitu tingginya konsumsi bahan kering harian domba. Semakin banyak pakan

Proses Industri Pakan

yang masuk ke dalam saluran pencernaan untuk dicerna oleh tubuh domba, maka akan terjadi pertumbuhan jaringan sel baru. Selain itu, penambahan bobot badan juga berhubungan dengan kandungan nutrisi dari ransum domba, yaitu biskuit limbah tanaman jagung memiliki kualitas baik, sehingga dapat menyediakan berbagai zat nutrisi yang dibutuhkan oleh ternak agar dapat berkembang secara optimal (Retnani *et al.* 2010a).

Konversi pakan khususnya ternak ruminansia kecil dipengaruhi oleh kualitas pakan, nilai pencernaan, dan efisiensi pemanfaatan zat gizi dalam proses metabolisme di dalam jaringan tubuh ternak. Semakin baik kualitas pakan yang dikonsumsi ternak, diikuti dengan penambahan bobot badan yang tinggi maka nilai konversi pakan akan semakin rendah dan akan semakin efisien pakan yang digunakan (Pond *et al.* 1995). Konversi pakan bergantung pada konsumsi bahan kering dan penambahan bobot hidup harian. Retnani *et al.* (2010a) melaporkan bahwa hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan terhadap konversi pakan tidak berbeda nyata ($p < 0,05$), kisaran konversi pakan penelitian ini adalah $16,53 \pm 4,47$ hingga $32,09 \pm 23,56$. Konversi pakan yang tidak berbeda nyata pada penelitian ini dipengaruhi oleh penambahan bobot badan domba yang tidak berbeda nyata. Bintang *et al.* (1999) dan Sinaga (2002) turut menyatakan hal serupa, yaitu salah satu faktor yang memengaruhi nilai konversi pakan adalah penambahan bobot badan harian ternak tersebut.

Tabel 17 Demonstrasi plot biskuit pakan

Perlakuan	Biskuit Pakan	Rumput Lapang
Bobot Awal rata-rata (kg/ekor)	15,25	13,5
Bobot Akhir rata-rata (kg/ekor)	18,5	17,5
Konsumsi Pakan (kg/ekor) *	17,3	233,73
IOFC (Rp)	92.300	76.568

Keterangan:

Harga rumput lapang Rp250/kg di tingkat peternak

Harga biskuit pakan Rp1.500/kg

Sumber: Retnani *et al.* (2010a)

Hasil demonstrasi plot (demplot) biskuit pakan (limbah daun jagung) yang telah dibandingkan dengan pakan konvensional (rumput lapang) yang telah diterapkan oleh kelompok ternak rakyat Subur Jaya Kampung Rawa Kalong Desa Ciherang Darmaga menunjukkan hasil tidak berbeda nyata. Biskuit

Bab V Produk Industri Pakan

pakan dapat menggantikan pakan konvensional, sehingga pada saat musim kemarau atau pada situasi yang sulit untuk mendapatkan hijauan maka biskuit dapat diberikan pada ternak untuk menggantikan hijauan. Selain itu, biskuit mudah saat pemberian karena bentuknya kecil, mudah dibawa saat transportasi (Retnani *et al.* 2010a).

Selain biskuit limbah tanaman jagung, pemberian biskuit biosuplemen pakan dapat diaplikasikan kepada ternak. Berdasarkan hasil penelitian Retnani *et al.* (2013b) biskuit biosuplemen daun pepaya dan daun *indigofera* lebih disukai oleh ternak kambing perah. Rasa pahit dalam daun pepaya dapat meningkatkan nafsu makan, sedangkan bau khas dari *indigofera* juga disukai kambing perah. Daun katuk mempunyai tekstur lebih kasar dibandingkan dengan perlakuan yang lain dan kandungan SK paling tinggi, sehingga palatabilitas daun katuk lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan yang lain.

Tabel 18 Palatabilitas biskuit biosuplemen pakan

Perlakuan	Periode Uji Palatabilitas	
	Bahan Segar	Bahan Kering
	-----g/ekor/-----	
R1	85,24 ± 8,83 ^c	76,38 ± 7,92 ^c
R2	25,27 ± 6,61 ^a	23,81 ± 6,08 ^a
R3	44,05 ± 3,96 ^a	40,25 ± 3,54 ^a
R4	31,32 ± 5,33 ^b	29,56 ± 4,77 ^b
R5	102,91 ± 8,12 ^d	95,63 ± 7,36 ^d

Keterangan: R1=biskuit biosuplemen daun *Indigofera sp*, R2=biskuit biosuplemen daun katuk, R3=biskuit biosuplemen daun pepaya, R4= biskuit biosuplemen daun katuk dan *Indigofera sp*, R5=biskuit biosuplemen daun pepaya dan *Indigofera sp*



Bab VI

Teknik Pengemasan Produk Industri Pakan

Pengemasan atau pengepakan pakan buatan merupakan tahap akhir dari proses pembuatan pakan sebelum didistribusikan kepada konsumen. Pengemasan pakan buatan dapat dilakukan secara langsung dari proses pembuatan pakan. Dengan pengemasan yang benar akan sangat menentukan daya simpan pakan buatan. Pengemasan yang baik dapat meningkatkan daya simpan pakan buat semakin lama sebelum dijual dan tetap mempertahankan kualitas pakan buatan. Oleh karena itu, agar pakan buatan yang sudah kering sampai kadar airnya berkisar antara 10–12% sebelum dijual atau digunakan oleh konsumen dan tetap terjaga kadar airnya di dalam kemasan, sehingga pakan buatan dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama dengan kualitas tetap terjaga, maka pakan buatan harus dikemas dengan rapi dan terisolasi dengan udara bebas, sehingga tidak mudah terkontaminasi (Hanif 2012).

Bahan yang umum digunakan untuk mengemas pakan buatan adalah karung plastik anyaman untuk bagian luar, sedangkan untuk bagian dalam dilapisi kantong plastik tipis, transparan. Bagian kantong plastik itulah yang membuat pelet/pakan buatan terisolasi dari udara bebas, sedangkan karung plastik anyaman merupakan pelindung agar kantong plastik tidak mudah bocor serta memudahkan dalam pengangkutan. Jenis bahan kemasan yang lainnya adalah dari kertas semen yang dibuat seperti kantong dan biasanya digunakan untuk mengemas pakan yang mempunyai berat antara 5–10 kg. Kantong kertas semen ini merupakan bagian luar dari kantong kemasan, sedangkan pada bagian dalamnya merupakan kantong plastik tipis dan transparan. Dalam melakukan pengemasan pakan buatan dibutuhkan alat untuk memasukkan pakan langsung ke dalam kantong kemasan dan dilakukan penjahitan pada

Proses Industri Pakan

kantong bagian dalam dan bagian luar. Pada pengemasan skala pabrik semua alat pengemasan sudah terangkai menjadi satu pada saat pakan buatan masuk ke dalam kantong kemasan langsung dilakukan penjahitan otomatis pada kemasan tersebut. Namun, pada beberapa perusahaan kecil proses pengemasan dilakukan secara manual dengan memasukkan pakan buatan ke dalam kantong dan ditimbang beratnya secara manual, kemudian dilakukan penjahitan kantong kemasan dengan menggunakan mesin jahit *portable* untuk plastik kemasan (Hanif 2012).

Fungsi dan Peranan Kemasan

Fungsi paling mendasar dari kemasan adalah untuk mewedahi dan melindungi produk dari kerusakan-kerusakan, sehingga lebih mudah disimpan, diangkut, dan dipasarkan. Secara umum fungsi pengemasan pada bahan pangan menurut Julianti dan Nurminah (2006), yaitu.

- a. mewedahi produk selama distribusi dari produsen hingga ke konsumen, agar produk tidak tercecer, terutama untuk cairan, pasta atau butiran;
- b. melindungi dan mengawetkan produk, seperti melindungi dari sinar *ultraviolet*, panas, kelembapan udara, oksigen, benturan, kontaminasi dari kotoran, serta mikroba yang dapat merusak dan menurunkan mutu produk;
- c. sebagai identitas produk, dalam hal ini kemasan dapat digunakan sebagai alat komunikasi dan informasi kepada konsumen melalui label yang terdapat pada kemasan;
- d. meningkatkan efisiensi, misalnya memudahkan penghitungan (satu kemasan berisi 10, 1 lusin, 1 gros, dan sebagainya), memudahkan pengiriman dan penyimpanan. Hal ini penting dalam dunia perdagangan;
- e. melindungi pengaruh buruk dari luar, melindungi pengaruh buruk dari produk di dalamnya, misalnya jika produk yang dikemas berupa produk yang berbau tajam atau produk berbahaya seperti air keras, gas beracun, dan produk yang dapat menularkan warna maka dengan mengemas produk ini dapat melindungi produk-produk lain di sekitarnya;
- f. memperluas pemakaian dan pemasaran produk, misalnya penjualan kecap dan sirup mengalami peningkatan sebagai akibat dari penggunaan kemasan botol plastik;

Bab VI

Teknik Pengemasan Produk Industri Pangan

- g. menambah daya tarik calon pembeli;
- h. sarana informasi dan iklan; serta
- i. memberi kenyamanan bagi pemakai.

Fungsi ke-6, ke-7, dan ke-8 merupakan fungsi tambahan dari kemasan, tetapi dengan semakin meningkatnya persaingan dalam industri pangan, fungsi tambahan ini justru lebih ditonjolkan, sehingga penampilan kemasan harus betul-betul menarik bagi calon pembeli, dengan cara membuat:

- a. Cetakan yang multiwarna dan mengilat, sehingga menarik dan berkesan mewah
- b. Dapat mengesankan berisi produk yang bermutu dan mahal
- c. Desain teknik dari wadahnya memudahkan pemakai
- d. Desain teknik wadahnya selalu mengikuti teknik mutakhir, sehingga produk yang dikemasnya terkesan mengikuti perkembangan terakhir (Julianti dan Nurminah 2006).

Klasifikasi Kemasan

Karung Goni

Karung merupakan alat pembungkus yang banyak digunakan untuk menyimpan hasil-hasil pertanian yang akan disimpan dalam jangka waktu lama maupun sementara, tetapi tidak semua komoditi pertanian memerlukan karung baru untuk pengemasannya, ada yang menggunakan karung bekas dan ada pula yang menggunakan karung sintesis. Apabila dibandingkan dengan karung serat sintesis, karung goni mempunyai kualitas yang lebih baik karena sifat-sifat yang dimiliki karung goni tidak sepenuhnya dimiliki oleh karung serat sintesis (Soekartawi 1989).

Karung goni terbuat dari yute atau rami. Kelebihan karung goni dibandingkan dengan karung plastik yaitu (a) dapat dipindah-pindahkan dengan menggunakan alat ganco, (b) dapat ditumpuk sampai tinggi, (c) contoh dapat dengan mudah diambil dengan cara memasukkan alat pengambil contoh ke dalam karung, (d) untuk menyimpan komoditi tertentu (misalnya gula) tidak akan menggumpal sebagaimana jika disimpan dalam karung plastik, dan (e) mudah disimpan dan jika karung goni dibuang, dapat membusuk dengan mudah (Soekartawi 1989). Menurut Retnani *et al.* (2010c) penyimpanan

Proses Industri Pakan

produk pakan dengan menggunakan karung goni yang disimpan selama 9 minggu memiliki kadar air yang lebih rendah (12,17%) dibandingkan dengan penyimpanan tanpa menggunakan karung. Kelemahan karung goni, yaitu mempunyai lubang-lubang yang relatif lebih besar meskipun lubang-lubang ini berguna memudahkan penetrasi gas yang digunakan pada saat fumigasi (Hasjmy 1991).

Karung Plastik

Karung plastik telah banyak digunakan untuk mengganti karung goni, meskipun masih banyak kekurangan, yaitu daya tahannya kurang, sehingga karung lebih mudah pecah serta mudah meluncur kebawah pada tumpukan-tumpukan di gudang. Karung plastik diganco maka akan bocor karena tidak dapat tertutup kembali seperti halnya karung goni (Winarno dan Laksmi 1974).

Keuntungan dari *Polyethylene*, yaitu permeabilitas uap air dan air rendah, mudah dikelim panas, fleksibel, dapat digunakan untuk penyimpanan beku (-50 °C), transparan sampai buram, dapat digunakan sebagai bahan laminasi dengan bahan lain. Kerugian dari *Polyethylene*, yaitu permeabilitas oksigen agak tinggi dan tidak tahan terhadap minyak (Syarief dan Irawati 1988).

Karung plastik mulai pesat dipakai karena mempunyai sifat kuat, tahan air, lembam, transparan, dapat dibentuk, diisi, serta disegel dengan mesin.

Plastik

Plastik merupakan bahan kemasan yang penting di dalam industri pengemasan. Plastik dapat digunakan sebagai bahan kemasan karena dapat melindungi produk dari cahaya, udara, perpindahan panas, kontaminasi dan kontak dengan bahan-bahan kimia. Aliran gas dan uap air yang melalui plastik dipengaruhi oleh pori-pori plastik, tebal plastik, dan ukuran molekul yang berdifusi produk (Syarief dan Irawati 1988).

Plastik umumnya terbuat dari *polyolefin film*, yaitu *polyethylene*. *Polyethylene* (PE) terbuat dari ethylene polimer dan terdiri dari tiga macam, yaitu *Low Density Polyethylene* (LDPE), *Medium Density Polyethylene* (MDPE), dan *High Density Polyethylene* (HDPE). LDPE paling banyak digunakan sebagai kantung, mudah dikelim dan sangat murah. MDPE lebih kaku daripada LDPE dan memiliki suhu leleh lebih tinggi dari LDPE. HDPE paling

Bab VI

Teknik Pengemasan Produk Industri Pakan

kaku di antara ketiganya, tahan terhadap suhu tinggi (120⁰), sehingga dapat digunakan untuk kemasan produk yang harus mengalami sterilisasi (Syarief dan Irawati 1988).

Kemasan Kertas

Kertas adalah bahan kemasan buatan yang dibuat dari *pulp* (bubur kayu). Kertas biasa digunakan untuk mengemas bahan atau produk pangan kering atau untuk kemasan sekunder (tidak langsung kontak dengan bahan pangan yang dikemas) dalam bentuk dus atau boks karton. Kelemahan kertas adalah mudah robek dan terbakar, tidak dapat untuk mengemas cairan, dan tidak dapat dipanaskan, tetapi sampah kertas dapat didegradasi secara alami (Junaedi 2003).

Kertas dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok besar, yaitu kertas kultural atau kertas halus dan kertas industri atau kertas kasar (Junaedi 2003). Menurut macamnya, kertas digolongkan menjadi *glassine*, *parchment paper*, *waxed paper*, karton (kertas manila dan *chipboard*), *tyvek* (kertas dengan kualitas istimewa misalnya warnanya putih, sangat kuat, tidak mengerut, tahan terhadap bahan kimia) dan kertas berlapis *polyethylene* (Syarief dan Irawati 1988). Kertas yang biasa digunakan untuk mengemas, seperti kertas *kraft*, kertas *kraft* karung, kertas manila, yang termasuk dalam kertas industri (Junaedi 2003).

Pakan buatan yang dikemas dalam kemasan yang benar akan mempunyai daya simpan yang relatif lebih panjang daripada pakan yang tidak dikemas dengan benar. Dengan tidak adanya udara bebas dalam kantong kemasan maka mikroorganisme perusak pakan buatan tidak dapat tumbuh, sehingga pakan buatan yang dikemas dengan prosedur yang benar akan mampu disimpan dalam jangka waktu 90–100 hari. Jumlah pakan buatan dalam setiap kantong kemasan berbeda mulai dari ukuran 5 kg perkemasan sampai 50 kg per kemasan. Ukuran kemasan 5–10 kg biasanya digunakan untuk mengemas pakan buatan untuk ikan dalam kelompok larva/benih, sedangkan kemasan 25–50 kg biasanya digunakan untuk mengemas pakan buatan untuk ikan kelompok *grower* atau pembesaran dan induk ikan (Hanif 2012).



Bab VII

Perubahan Fisik dan Nutrisi Selama *Processing*

Indonesia merupakan negara agraris yang sangat subur. Potensi hijauan yang berkualitas tinggi dan mempunyai zat bioaktif untuk memacu produktivitas ternak banyak terdapat di Indonesia, tetapi belum dimanfaatkan secara optimal. Kendala utama yang dihadapi dalam penggunaan hijauan tersebut sebagai pakan ternak yaitu palatabilitas dan kecernaannya yang masih rendah. Selain itu, hijauan pakan ternak mempunyai sifat yang mudah busuk dan *voluminous* menyulitkan dalam penanganan baik pada saat transportasi maupun penyimpanan, sehingga memerlukan teknologi pengolahan dalam pemanfaatannya. Teknologi pengolahan pakan yang mudah dan murah diperlukan untuk membuat bahan menjadi awet, mudah disimpan, dan mudah diberikan. Faktor penting yang harus diperhatikan pada saat pengolahan pakan adalah tidak menurunnya kualitas nutrisi dari pakan tersebut. Pengolahan pakan dapat dilakukan dengan secara biologi di antaranya dengan alkali, asam, oksidasi, penambahan *buffer*, penambahan probiotik, dan penambahan suplementasi mikro. Sementara pengolahan fisik dilakukan *chopping, drying, grinding, soaking, boiling, pressing, pelleting, crumbling*, dan *wafering*.

Perubahan Fisik Selama *Processing*

Perubahan fisik selama *processing* dapat dilakukan dengan analisis fisik pakan dengan cara mengamati pakan secara fisik baik menggunakan alat ataupun tidak. Analisis fisik dilakukan dengan cara makroskopis dan mikroskopis. Analisa makroskopis dengan cara melihat warna, bau, bentuk, tekstur, dan ukuran pakan serta jumlah jamur dan serangan serangga pada saat penyimpanan. Pemeriksaan warna, bau, tekstur biasanya dilakukan dengan

Proses Industri Pakan

uji organoleptik, apakah sudah sesuai dengan keadaan fisik bahan baku standar. Contoh pemeriksaan fisik bahan baku pakan dalam bentuk tepung di antaranya.

1. Bungkil sawit berwarna coklat, tekstur sedang, dan memiliki aroma bau khas bungkil sawit.
2. Bungkil kedelai berwarna kuning, tekstur sedang, dan memiliki aroma bau khas bungkil kedelai.
3. Bungkil kelapa berwarna coklat, tekstur sedang, dan memiliki aroma bau khas bungkil kelapa.
4. Ampas kecap berwarna hitam, tekstur kasar, dan memiliki aroma bau khas ampas kecap.

Untuk bahan baku cair, maka dilakukan penyaringan kotoran dalam bahan baku, kemudian berat kotoran yang dapat dipisah dilakukan penimbangan. Sementara analisa mikroskopis dengan melihat berat jenis, kerapatan tumpukan, sudut tumpukan, kerapatan pemadatan tumpukan, kadar air, aktivitas air, daya serap air pakan, dan serangan jamur. Contoh pengujian fisik setelah proses *grinding* dan *mixing* dilakukan hasil penggilingan bahan (*grinding*) dan pencampuran bahan baku pakan (*mixing*) adalah *sieve*. Pengujian yang dilakukan adalah penentuan kadar kehalusan, keseragaman, dan ukuran partikel. Teknik yang dipakai untuk menentukan kadar kehalusan, keseragaman, dan ukuran partikel bahan pakan adalah dengan *vibrator ball mill* nomor mesh 4, 8, 16, 30, 50, 100, ataupun 400. Bahan ditimbang sebanyak 500 gram dan diletakkan pada bagian paling atas dari *sieve*, lalu dilakukan penyaringan bahan yang tertinggal pada tiap saringan.

Perubahan Nutrisi Selama *Processing*

Pengujian nutrisi setelah *processing* dilakukan dengan pemeriksaan kimia yang meliputi kadar air, protein kasar, serat kasar, kadar lemak, kalsium, fosfor, uji urease, aflatoksin, uji salt, dan VFA. Pemeriksaan kimia biasanya dilakukan dengan menggunakan analisis proksimat. Analisis proksimat ini untuk menggolongkan komponen yang ada pada bahan pakan berdasarkan komposisi kimia dan fungsinya. Perubahan nutrisi yang paling besar adalah pada proses *drying*, *grinding*, dan *pelleting*.

Proses *drying* merupakan salah satu cara untuk memudahkan pengolahan pakan dan umur simpan dari pakan itu agar lebih awet. Efek pengeringan

Bab VII

Perubahan Fisik dan Nutrisi Selama *Processing*

dapat menimbulkan reaksi antara amino grup dari asam amino esensial seperti lisin dengan gula reduksi yang terkandung bersama-sama protein dalam bahan pangan, yang disebut reaksi Maillard. *Drying* lebih lanjut dapat menyebabkan asam amino, arginin, triptofan, dan histidin bereaksi dengan gula reduksi. Kebanyakan protein pakan terdenaturasi jika dipanaskan pada suhu yang moderat (60–90°C) selama satu jam atau kurang. Denaturasi adalah perubahan struktur protein di mana pada keadaan terdenaturasi penuh, hanya struktur primer protein saja yang tersisa, protein tidak lagi memiliki struktur sekunder, tersier, dan quaterner (Fesseden *et al.* 1992). Proses pengeringan akan memengaruhi kualitas fisik maupun kimia, seperti kadar air, aktivitas air, daya serap air, kerapatan tumpukan, dan mikroorganisme yang ada. Proses *grinding* dapat menyebabkan perubahan nutrisi selama proses produksi pakan terutama pada kadar air.

Pembuatan pelet terdiri dari proses pencetakan, pendinginan, dan pengeringan. Menurut Pfof (1964), proses penting dalam pembuatan pelet adalah pencampuran (*mixing*), pengaliran uap (*conditioning*), pencetakan (*extruding*), dan pendinginan (*cooling*). Efek lain dari proses *conditioning*, yaitu menguapnya asam lemak rantai pendek, denaturasi protein, kerusakan vitamin, bahkan terjadi reaksi Maillard. Reaksi Maillard yaitu polimerisasi gula pereduksi dengan asam amino primer membentuk senyawa melanoidin berwarna coklat, proses ini terjadi akibat adanya pemanasan (Muller 1988).



Daftar PUSTAKA

- Adawyah R. 2007. *Pengolahan dan Pengawetan Ikan*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Ahyari A. 1979. *Managemen Produksi*. Yogyakarta: Bagian Penerbitan Fakultas Ekonomi Universitas Gajah Mada.
- Almond N. 1989. *Biscuits, Cookies and Crackers*. London: Elsevier Applied Science.
- Amrullah IK. 2003. *Nutrisi Ayam Petelur*. Bogor: Lembaga Satu Gunungbudi.
- Anderson S. 1994. Large rotor high speed hammermills: beyond screen size. *Feed Management*. 45 (9): 20-22.
- Anonim. 2013. Menggadag Sentra Produksi Jagung. http://www.trobos.com/show_article.php?rid=29&aid=4043
- Apriadi WH. 1990. *Memproses Sampah*. Jakarta: Penebar Swadaya Masyarakat.
- ASAE Standard. 1994. Wafers, pellet, and crumbels-definition and methods for determining specific weight, durability and moisture content In McElhiney, R. R (Eds). *Feed Manufacturing Technology IV. American Feed Indus IV*.
- Assauri S. 1993. *Managemen Produksi*. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Balogopalan CG, Padmaja SK, Nanda, SN Mourthy. 1988. *Cassava in Food, Feed and Industry*. Florida: IRC press.
- Basya S. 2000. *Pemberian Hijauan Dalam Bentuk Pellet Pada ternak Ruminansia*. Bogor: Balai Penelitian Ternak.
- Behnke KC, R Scott Beyer. 2007. Effect of feed processing on broiler performance. <http://www.veterinaria.uchile.cl/publication/VIIIpatologis/SEMINARIOS/semi2>. Pdf.[2 Maret 2012].

Daftar Pustaka

- Briggs JL, DE Maier, BA Watkins, KC Behnke. 1999. Effect of ingredient and processing parameters on pellet quality. *Poult. Sci.* (78): 1464–1467.
- Cheeke PR, NM Patton, SD Lukefar, JI MC Nitt. 1978. *Rabbit Production. 8th Ed.* Danville, Illionis: The Interstate Printers and Publisher.
- Cobb V. 2007. What is the cobb 500 and cobb 700?. <http://www.cobbvantress.com/>. [5 Maret 2012]
- Darakkasu A. 1995. *Ilmu nutrisi dan Makan Ternak*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.
- Data Consult. 2008. *Perkembangan Industri Pakan Ternak di Indonesia*. Mei 2008. <http://www.datacon.co.id/MakananTernak2008.html> (13 januari 2011).
- Defra. 2002. Animal Health and Welfare: Sampling protocol for fishmeal microscopy. Department for Environment, Food and Rural Affair, Uk. <http://www.defra.uk/Animalh/nt-trade/prod-im/cims/2002/02-24.htm>. [14 Maret 2012]
- Didinkaem. 2006. Ayam broiler. <http://www.halalguide.info/content/view/574/38/>. [3 Maret 2012]
- Direktorat Bina Produksi. 1997. Kumpulan SNI Ransum: Ransum Ayam Ras Pedaging (Broiler Starter). SNI 01-3930-1995. Direktorat Jenderal Peternakan. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Peternakan. 2007. <http://www.ditjennak.go.id/t-bank2.asp?id=8&cket=KONSUMSI> (13 Januari 2011).
- Doizer WA. 2001. Pellet quality for most economical poultry meat. *J Feed International*. 52 (2): 40–42.
- Ensminger ME. 1990. *Animal Science. 8th ed.* Danville, Illinois: Interstate Publisher, Inc.
- Ewing WR. 1963. 5th Edition. The Ray Ewing Company. Pasadena, California
- Ensminger, M. E. 1990. *Animal Science. 8th ed.* Interstate Publisher, Inc. Danville, Illinois.
- Fahrenheit C. 1994. Proportioning and mixing cost center. *in Feed Manufacturing Technology IV*. 1994. RR McEllhiney, Technical Editor, American Feed Industry Association, Inc. Arlington, pp 99–102.
- Fairfield D. 1994. Pelleting cost center. Continental Grain Co. *in Feed Manufacturing Technology IV*. 1994. RR McEllhiney, Technical Editor, American Feed Industry Association Inc. Arlington, pp 111–131.

Daftar Pustaka

- FAO Document. 2002. Pelletability and equipment. www.fao.org/docrep/X5738E/x5738eOt.htm#/x5738cOu.htm#.
- Fellows PJ. 2000. *Food Processing Technology, Principle, and Practice*. Second Edition. Cambridge, England: Woodhead Publishing Limited.
- Friedrich F, E Badisch, M Krichgabner. 2009. *Advanced Methods for Characterisation of Abrasion/Erosion Resistance of Wear Protection materials*. Belgrade: Faculty of Mechanical Engineering.
- Gill C. 1995. Continuous mixing systems. *Feed International* May. pp.4–30.
- Gillespie RJ. 2004. *Modern Livestock and Poultry Production*. 7th Edition. United States: Inc. Thomson Learning.
- GIPSA. 2001. *Grain Sampling Procedures*. USDA, GIPSA Technical Service Division. Kansas City.
- Goh LC. 2002. *Mixing*. Finfeeds International. www.eFeedLink. 1/2/02.
- Hanif S. 2012. Pengolahan Pakan pada Ikan. <http://ekasutriana.blog.com/index.php/2010/07/29/199/> [14 Maret 2013]
- Haroen WK, L Santosa, M Supratman. 2007. Pemanfaatan limbah padat berserat industri kertas sebagai bahan pembuatan partisi di IKM. *Berita Selulosa* 42(1): 29–34. <<http://openpdf.com/ebook/uji-daya-serap-air-pdf.html>. [6 Maret 2012].
- Harsojo D, CK Sri Lestari. 1988. Pengaruh bobot badan kelinci persilangan jantan akibat perbedaan waktu pemberian pakan. Pros. Seminar Nasional Peternakan dan Forum Peternak Unggas dan Aneka Ternak II. Balai Penelitian Ternak, Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Badan Litbang Pertanian.
- Harper JM. 1981a. *Extrusion of Food* Vol I, Boca raton, Florida: CRC Press, Inc.
- Hasdai A, D Ben-Ghedalia. 1982. Digestibility of edible domestic waste by sheep. *J Dairy Sci*. 65: 65–71.
- Hasjmy AD. 1991. Pengaruh waktu penyimpanan dan kemasan ransum komersial ayam petelur terhadap kandungan aflatoxin. [Tesis]. Sekolah Pasca Sarjana. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Hasting WH, D Higgs. 2011. Chapter 18 *Feed Milling Processes*. <http://www.fao.org/docrep/x5738e/x5738e0j.htm#1.%20introduction> (6 Januari 2011).

Daftar Pustaka

- Hauck B, G Rokey, O Smith, J Herster, R Sunderland. 1994. Extrusion cooking systems. Wenger Manufacturing in *Feed Manufacturing Technology* IV. 1994. RR McEllhiney, Technical Editor. American Feed Industry Association, Inc. Arlington, pp 131–139.
- Henderson SM, RL Perry. 1976. *Agricultural Processes Engineering*. New York: John Wiley and Sons Inc.
- Herawati H. 2008. Penentuan umur simpan pada produk pangan. *J Litbang Pertanian* 27(4): 124–130. <<http://www.pustaka-deptan.go.id/publikasi/p3274082.pdf>. [7> Maret 2012].
- Herman T. 2001a. *Sampling: Procedure for Feed* MF2036. Manhattam: Kansa State University Research and Extension.
- Herrman TJ, JP Harner III. 1995. Portable grinder-mixer. MF 2054. *Feed Manufacturing*. K. STATE. Manhattan: Department of Grain Science and Industry. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service.
- Herrman TJ, K Behnke. 1994. Testing mixer performance MF 1172. *Feed Manufacturing*. K. STATE. Manhattan: Department of Grain Science and Industry. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service.
- Hesti. 2013. Konsumsi Protein Hewani Perkuat Kualitas Sumber Daya Manusia. www.livestokriview.com [15 Maret 2013]
- Ilham M. 2009. Perancangan Tata Letak Gudang Ekspor PT. Hadi Baru dengan Metode *Shared Storage*. Medan: Fakultas Teknik. Universitas Sumatera Utara,.
- Jayusmar. 2000. Pengaruh suhu dan tekanan pengempaan terhadap sifat fisik wafer ransum komplit dari limbah pertanian sumber serat dan leguminosa untuk ternak ruminansia. [Skripsi]. Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Jones RJ. 1979. The value of *Leucaena leucocephala* as a feed for ruminants in tropics. *World Anim. Rev.* No. 31. Hlm. 13–23.
- Julianti E, M Nurminah. 2006. Teknologi Pengemasan. Departemen Teknologi Pertanian. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara.
- Kamal. 1994. *Nutrisi Ternai I*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Daftar Pustaka

- Kamesworo S. 2010. Pemberian wafer limbah sayuran pasar terhadap konsumsi, penambahan bobot badan dan konversi pakan ternak domba. Skripsi. Fakultas Perternakan. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Khalil, Suryahadi. 1997. Pengemasan Mutu dalam Industri Pakan Ternak. *Majalah Poultry Indonesia*. Edisi 213 (November): 45–62.
- Koch K. 2011. Hammermills and roller mills MF-2048. *Feed Manufacturing*. Manhattan: K. STATE. Department of Grain Science and Industry. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service.. <http://www.ksre.ksu.edu/library/grsci2/mf2048.pdf> (6 januari 2011)
- Lebdosukoyo S. 1983. Pemanfaatan Limbah Pertanian untuk Menunjang Kebutuhan Pakan Ruminansia. *Proc. Pertemuan Ilmiah Ruminansia Besar*. Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Lesmana T. 2003. Penanganan produk pakan ternak di PT JAPFA Comfeed Indonesia Tbk. Unit Tangerang Banten. Laporan Magang. Jurusan Ilmu Nutrisi dan Pakan Ternak, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor.
- Lubis DA. 1963. *Ilmu Makanan Ternak*, edisi II. Jakarta: Penerbit Pembangunan.
- Manley DJR. 1983. *Technology of Biscuits, Crackers and Cookies*. England: Ellies Horwood Ltd. Publishers, Chi Chester.
- Mathius, JW, AP Sinurat, DM Sitompul, BP Manurung, Azmi. 2006. Pengaruh bentuk dan lama penyimpanan terhadap kualitas dan nilai biologis paka komplit. *Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*: 57–66.
- McElhiney RR. 1994a. Batch mixing cycles. *In Feed Manufacturing Technology 1994*. R.R. McElhiney, Technical Editor, American Feed Industry Association Arlington, pp. 102–104.
- Moerdokusumo. 1993. *Pengawasan Kualitas dan Teknologi Pembuatan Gula di Indonesia*. Bandung: ITB.
- Moorhead DF. 1994. Continous Propotioning Systems. Blue Seals Feeds, Inc. *In Feed Manufacturing Technology IV*. 1994. R.R. McElhiney, Technical Editor, American Feed Industry Association Inc. Arlington, pp. 105–108.

Daftar Pustaka

- Moulen UT, Struck S, Schulke, Harith EA. 1979. Toxic aspect of *Leucaena leucocephala*. *Trop. Anim. Prod.* 4: 113–126.
- Mtenga LA, GD Laswai. 1994. *Leucaena leucocephala* as feed for rabbits and pigs; detailed chemical composition and effect of level conclusion on performance. *J Forest Ecology and Mangement* 64: 249–257.
- Mulcahy DE. 1994. *Warehouse And Distribution Operation*. Handbook International Edition. New York: McGraw Hill.
- Muller. 1988. Microscopy : Fast QA to Characteristics Raw Marerials. *Feed International*. October 1988: 28–29.
- Mulyantono, 2003. Sulitnya mencari bibit favorit. *Majalah Poultry Indonesia*. Agustus. 25–27.
- Muslih D, I Wayan P, Rossuartini, B Brahmantiyo. 2005. Tatalaksana Pemberiaan Pakan Untuk Menunjang Agribisnis Kelinci. *Lokakarya Nasional Potensi dan Peluang Pengembangan Usaha Kelinci*.
- Musofie A, KN Wardhani. 1987. Potensi pemanfaatan pucuk tebu sebagai pakan ternak. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. Vol. IV No. 2.
- National Research Council. 1985. *Nutrient Requirement of Sheep. 6th Revised Ed.* Washington: National Academy Press.
- North MO. 1978. *Commercial Chicken Production Manual*. 2nd Ed. The Avi Publishing Company, Inc. Wesport, Connecticut Owens, J.M., and M. Heimann. 1994. Material processing cost center. Hammermill and Roller Mill System, *In Feed Manufacturing Technology IV*. 1994. R.R. McEllhiney, Technical Editor, American Feed Industry Association, Inc. Arlington, pp 81–97.
- North MO, DD Bell. 1990. *Commercial Chicken Production Manual. 4th Edition*. London: Champman and Hall.
- Owens JM, M Heimann. 1994. Material processing cost center. Hammermill and Roller Mill System, *In Feed Manufacturing Technology IV*. 1994. R.R. McEllhiney, Technical Editor, American Feed Industry Association, Inc. Arlington. pp 81–97.
- Patrick,H, Schaible PJ. 1980. *Poultry: Feed and Nutrition. 2nd Ed.* Wesport, Connecticut: The Avi Publishing Co. Inc.

Daftar Pustaka

- Pfost HB. 1976. Grinding dan rolling. Kansas State University. *In Feed Manufacturing Technology*. 1976. H.B. Pfost, Technical Editor and D. Pickering, Production Editor. Feed Production Council, American Feed Manufacturers Association, Inc. pp.71–84.
- Plumstead PW, J Brake. 2003. Sampling for Confidence and Profit. *Feed Management*.
- Pond WG, DC Church, KR Pond. 1995. *Basic Animal Nutrition and Feeding*. New York: John Wiley and Sons.
- Preston TR. 1991. Sugar cane and its derivatives as feed for herbivores. In Ho *et al.* Ed. Recent Advances on The Nutrition of Herbivores. Proceeding of The Third International Symposium on The Nutrition of Herbivores. Publ. By MSAP, Serdang Selangor.
- Pujaningsih RI. 2006. *Pengelolaan Pakan Bijian. Cetakan 1*. Semarang: Penerbit Alif Press.
- Pulungan H. 1988. Peranan Rumput Lapang sebagai Ransum Pokok Ternak Domba. Hasil Temu Tugas Sub Sektor Peternakan 29 Februari 1988. No.4 hlm. 218–228.
- Purnama AA. 2006. Kajian peningkatan kinerja industri gula tebu melalui introduksi pendekatan produksi bersih. [Skripsi]. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Purnomo H. 2004. *Perencanaan dan Perancangan Fasilitas*. Edisi Pertama. Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu.
- Rahardjo YC, T Murtisari, E Juarni. 2004. Peningkatan produktivitas dan mutu produk kelinci eksotis.. Kumpulan Hasil-hasil Penelitian APBN Tahun Anggaran 2003. Buku II. Ternak Non Ruminansia. Balai Penelitian Ternak Ciawi Bogor. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian.
- Rahman J. 1991. Pemanfaatan silase pucuk tebu sebagai sumber hijauan pada ternak domba. [Tesis]. Pendidikan Pascasarjana KPK IPB–UNAND, Bogor.
- Rempe JE. 1976a. Weighing and mixing operation. *in Feed Manufacturing Technology*. 1976. H.B. Pfost, Technical Editor and D. Pickering, Production Editor. Feed Production Council, American Feed Manufacturers Association, Inc. pp. 327–329.

Daftar Pustaka

- Retnani Y, A Saenab, Taryati. 2013a. Vegetable Waste as Wafer Feed for Increasing Productivity of Sheep. *Asian Journal of Animal Science*. p: 1–5.
- Retnani Y, IG Permana, LC Purba. 2013b. Physical Characteristic and Palatability of Biscuit Bio-supplement for Dairy Goat. *Pakistan Journal of Biological Science*. p: 1–5.
- Retnani Y, I Wijayanti, NR Kumalasari. 2010a. Produksi biskuit limbah tanaman jagung sebagai pakan komersil ternak ruminansia. Laporan Hasil Penelitian. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Retnani Y, FP Siananta, L Herawati, W Widiarti, A Saenab. 2010b. Physical and chemical characteristic and palatability of market vegetables waste wafer for sheep. *J. Anim. Production*. 12(1): 29–33.
- Retnani Y, SA Aisyah, L Herawati, A Saenab. 2010c. Uji Kadar Air dan Daya Serap Air Biskuit Limbah Tanaman Jagung dan Rumput Lapang Selama Penyimpanan. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*. ISBN 978-602-8475-32-7. Agustus 2010. Hal. 809–814.
- Retnani Y, L Herawati, W Widiarti. 2009. Pembuatan biskuit pakan limbah tanaman jagung sebagai sumber serat untuk mengatasi kelangkaan hijauan pakan ternak domba. Laporan Hasil Penelitian. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Retnani Y, Y Sastro, A Saenab, A Tarigan. 2009a. Pembuatan wafer limbah sayuran pasar di DKI Jakarta untuk mengatasi kelangkaan hijauan pakan ternak domba. Laporan Hasil Penelitian. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Retnani Y, W Widiarti, I Amiroh, L Herawati, KB Satoto. 2009c. Daya simpan dan palatabilitas wafer ransum komplit pucuk dan ampas tebu untuk sapi pedet. *Med. Pet*. 32(2): 130–136.
- Robinson R. 1976. Pelleting-introduction and general definitions. In *Feed Manufacturing Technology*. 1976. H.B. Pfost, Technical Editor and D. Pickering, Production Editor. Feed Production Council, American Feed Manufacturers Association, Inc. pp. 103–110.
- Rohmatin R. C. 2010. Persentase karkas dan organ dalam kelinci jantan lokal yang diberi ransum komplit mengandung bungkil inti sawit dengan kombinasi hijauan berbeda. [Skripsi]. Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor.

Daftar Pustaka

- Rokey GJ, G Huber. 1994a. Pet foods. Wenger Manufacturing Inc., *In Feed Manufacturing Technology IV*. 1994. R.R. McElhiney, Technical Editor, American Feed Industry Association, Inc. Arlington, pp 479–493.
- Rusmana D, Abun, D Saefulhadjar. 2007. Pengaruh pengolahan limbah sayuran secara mekanis terhadap pencernaan dan efisiensi penggunaan protein pada ayam kampung super. Laporan Penelitian Peneliti Muda. Fakultas Peternakan. Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Sanford JC. 1979. *The Domestic Rabbit. 3rd Ed*. London, Toronto, Sydney, New York: Granada.
- Schaible PJ. 1976. *Poultry Feed and Nutrition. 2nd printing*. Connecticut: The Avi Publishing Company Inc. Weatport
- Simanjutak S. 2013. Diagram Flow Proses Produksi Pakan Pellet di PT. Charoend Indonesia. http://www.academia.edu/4066019/Diagram_Flow_Proses_Produksi_Pakan_Pellet_di_PT._Charoend_Indonesia [29 Agustus 2013].
- Sing RP, DR Heldman. 1984. *Food Process Engineering*. Westpoert, Connecticut: The AVI Publishing Co, Inc.
- Siregar Z. 2005. Evaluasi keambaan, daya serap air, dan kelarutan dari daun sawit, lumpur sawit, bungkil sawit, dan kulit buah coklat sebagai pakan domba. *J. Agripet*. 1(1): 1–6. <http://Agripet%20Vol%201%20No%201%20April%202005%20Normal.pdf>. [6 April 2010].
- Skerman PJ. 1982. *Tropical Forage Legume*. Rome: Food and Agricultural Organization.
- Smith OB. 1976. Extrusion and cooking systems. Wenger Manufacturing Co, *in Feed Manufacturing Technology*. 1976. H.B. Pfost, Technical Editor and D. Pickering, Production Editor. Feed Production Council, American Feed Manufacturers Association, Inc. pp 110–120.
- Soekartawi. 1989. *Komoditi Serat Karung di Indonesia. Cetakan Ke-1*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Standar Nasional Indonesia. SNI 01-4483-1998. Jagung Bahan Baku Pakan.
- Suharto. 1991. *Teknologi Pengawetan Pangan*. Jakarta: PT Rineka Cipta.

Daftar Pustaka

- Suharto M. 2004. Dukungan teknologi pakan dalam usaha sapi potong berbasis sumberdaya lokal. Proc. Pertemuan Ilmiah Ruminansia Besar. Sub Balai Penelitian Ternak Grati.
- Suparjo. 2010. *Pengawasan Mutu pada Pabrik Pakan Ternak*. Fakultas Peternakan. Universitas Jambi. Jambi.
- Supriati, T Haryati, T Purwadaria, IP Kompiang. 1996. Pengaruh jenis kemasan, suhu ruang, dan waktu selama penyimpanan limbah sagu terfermentasi terhadap kualitas nutrien. Temu Ilmiah Hasil-hasil Penelitian Peternakan: 311–318.
- Susangka I. K Haetami, Y Andriani. 2006. Evaluasi nilai gizi limbah sayuran dengan cara pengolahan berbeda dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan ikan nila. Laporan Penelitian. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Syamrilaode. 2010. Sistem Pembelian Bahan Baku. <http://id.shvoong.com/writing-and-speaking/presenting/2061546-sistem-pembelian-bahan-baku/> [14 Maret 2012].
- Syananta FS. 2009. Uji sifat fisik wafer limbah sayuran pasar dan palatabilitasnya terhadap ternak domba. [Skripsi]. Fakultas Peternakan. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Syarief R, A Irawati. 1988. *Pengetahuan Bahan untuk Industri Pertanian*. Jakarta: Media Sarana Perkasa.
- Tabib Z, FT Jones, PB Hamilton. 1984. Effect of pelleting of poultry feed on the activity of molds and mold inhibitors. *Poultry Sci.* 63–70.
- Tangendjaja B, IWR Susana, JB Owry. 1985. Leaf Protein Extraction From Tropical.
- Tedjowahjono S, AYP Musofie, K Achmanto, Ma'sum. 1987. Pengaruh suplementasi konsentrat, daun trembesi (*Samanea Saman Jaca*) dan daun gamal (*Gliricidia Maculata H. B. K*) terhadap performance sapi yang mendapat pakan pucuk tebu. Proc. Seminar. Limbah Pertanian sebagai Pakan dan Manfaat lainnya.
- Tedman P. 2004. Cooling of Extruded, Dry Pet Foods. Feed. Technology. Extru Tech., Sabetha. www.extru-techinc.com.
- Thomas M, T vanVliet, AFB vanderPoel. Physical quality of pelleted animal feed. 3. Contribution of feedstuff components. 1998. Elsevier. *Animal Feed Science Technology* (70): 59–78.

Daftar Pustaka

- Thomas M, AFB van Der Poel. 1996. Physical quality of pelleted animal feed
1. Criteria for pellet quality. *Animal Feed Sci. Tech.* 61: 89–112.
- Toharmat T, E Nursasih, R Nazilah, N Hotimah, TQ Noerzihad, NA. Sigit,
Y Retnani. 2006. Sifat fisik pakan kaya serat dan pengaruhnya terhadap
konsumsi dan pencernaan nutrisi ransum pada kambing. *Med. Pet.*
29(1): 146–154.
- Titus HW, JC Fritz. 1971. *The Scientific Feeding of Chicken. 5th Edition.*
Illinois: The Interstate Publisher Inc. Dannile.
- Trisyulianti E. 1998. Pembuatan wafer rumput gajah untuk pakan ruminansia
besar. Seminar Hasil-hasil Penelitian Institut Pertanian Bogor. Jurusan
Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak. Fakultas Peternakan. Institut
Pertanian Bogor, Bogor.
- Wahju J. 1997. *Ilmu Nutrisi Ternak Unggas. Cetakan ke-4.* Yogyakarta:
Gadjah Mada University Press.
- Wanasuria S. 1996. Akurasi miksing untuk premiks dan pakan. *Poultry
Indonesia* Nopember (201) : 17–20.
- Walker. 1984. *Grain Sampling Procedures.* USDA. Kansan City: GIPSA
Tehcnical Service Division.
- Warren O, Fuller, Paul O Abbe. 2008. Mixing Up A Batch Division of Aaron
Engineered Process Equipment. Munson Machinery Inc.
- Whiteley PR. 1971. *Biscuit Manufacture.* London: Applied Science
Publisher.
- Widiarti W. 2008. Uji sifat fisik palatabilitas ransum komplet wafer pucuk
dan ampas tebu untuk pedet sapi fries Holland. [Skripsi]. Fakultas
Peternakan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Winarno FG, BS Laksmi. 1974. Dasar Pengawetan Sanitasi dan Keracunan.
Departemen Teknologi Hasil Pertanian, Fatemeta. Bogor: Institut
Pertanian Bogor.
- Winarno. 1992. *Kimia Pangan dan Gizi.* Jakarta: PT Gramedia Pustaka
Utama.
- Winarno FG. 1997. *Kimia Pangan dan Gizi.* Jakarta: Gramedia Pustaka
Utama.

Daftar Pustaka

- Wirakartakusumah MA, D Hermanianto, N Andarwulan. 1989. Prinsip Teknik Pangan. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Yunianto, V Dwi. 2001. Nutrisi Pakan Unggas Bibit. Makalah Seminar. Fakultas Peternakan. Semarang: Universitas dipenogoro.

Glosarium

A

- Ad libitum** Pemberian pakan kepada ternak sampai pada saat di mana ternak dalam kondisi kenyang dan enggan lagi makan meski pakan di sekitarnya masih ada.
- Aflatoksin** Aflatoksin adalah toksin jamur yang merupakan karsinogen hati yang kuat. Zat ini dihasilkan oleh *Aspergillus flavus* dan *A. parasiticus*, yang tumbuh dengan mudah pada kacang-kacangan, biji-bijian, dan kacang tanah yang secara salah disimpan dalam kondisi hangat dan lembab.
- Analisis proksimat** Suatu metode analisis kimia untuk mengidentifikasi kandungan zat makanan dari suatu bahan pakan atau pangan. Komponen fraksi yang dianalisis masih mengandung komponen lain dengan jumlah yang sangat kecil.
- Asam pantotenat** (Vitamin B5) merupakan salah satu jenis vitamin golongan vitamin B kompleks yang bersifat larut dalam air.

B

- Bulk** Bersifat kamba atau cepat mengenyangkan.
- Biskuit** Biskuit merupakan produk kering yang mempunyai daya awet yang relatif tinggi, sehingga dapat disimpan dalam waktu yang lama dan mudah dibawa dalam perjalanan karena volume dan beratnya proses pengeringan.
- By Product* Limbah dari produk utama.
- Broken Rice* Pecahan lembaga beras.

Glosarium

C

- Ciplukan Tanaman herbal yang memiliki aktivitas sebagai antihiperqlikemi, antibakteri, antivirus, imunostimulan, dan immunosupresan (immunomodulator), antiinflamasi, antioksidan, dan sitotoksik.
- CPO (*Crude Palm Oil*) Sumber energi yang tinggi kandungan energi metabolisnya sebesar 8.600 kkal/kg
- Crumble* Pakan berbentuk butiran yang dibuat melalui proses penghancuran pelet ke bentuk butiran kasar atau granula.
- Crusher mill* Mesin untuk menghancurkan atau mereduksi ukuran dari suatu jenis material.

D

- Distilasi Suatu cara pemisahan larutan dengan menggunakan panas sebagai pemisah.
- Durability* Daya tahan atau umur produk yang bersangkutan bertahan sebelum produk tersebut harus diganti.

E

- Ekstruder Mesin pembentuk atau deformasi produk melalui lubang *die* yang mengakibatkan pengembangan produk dengan cara *high temperature* dan *short time*.
- Ekstrusi Merupakan proses pembentukan atau deformasi produk melalui proses tekanan tertentu pada suatu lubang pengeluaran.

F

- Feed mill* Perusahaan yang bergerak dalam bidang pakan ternak.
- Feed suplement* Tambahan pakan yang berasal dari zat gizi seperti dari protein, karbohidrat, lemak, vitamin, mineral, asam amino, enzim hormone, dan lain-lain.
- Flavonoid Senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada tanaman hijau, kecuali alga.

Glosarium

G

Grinder Mesin penggiling

H

Hammer mill Penghancur bahan baku ukuran besar, biji-bijian, jagung, kakao, dan lain-lain

K

Kadar Air Pengukuran jumlah air total yang terkandung dalam bahan pakan, tanpa memperlihatkan kondisi atau derajat keterikatan air.

Kemasan Alat mewadahi dan melindungi produk dari kerusakan-kerusakan, sehingga lebih mudah disimpan, diangkut, dan dipasarkan.

M

Mash Pakan dengan bentuk halus yang mengandung zat-zat makanan seimbang dan dihasilkan dari penggilingan bahan-bahan seimbang dan dihasilkan dari penggilingan bahan-bahan makanan penyusun ransum yang dicampur bersama-sama.

Mixer Alat yang digunakan untuk mencampur bahan pakan agar homogeni.

O

Oksidasi Proses untuk mendapatkan oksigen atau transfer oksigen.

P

Pelet Pelet adalah pakan berbentuk silinder yang berasal dari pencetakan bahan-bahan baku pakan dengan menggunakan mesin *die*, sehingga menjadi bentuk silinder atau potongan kecil dengan diameter, panjang, dan derajat kekerasan yang berbeda.

Glosarium

Penyimpanan	Suatu kegiatan yang dilakukan untuk menahan atau menunda suatu barang sebelum barang tersebut dipakai tanpa merubah bentuk barang tersebut.
<i>Pet Food</i>	Pakan hewan kesayangan.
<i>Polishing</i> beras	Hasil ikutan dari pengasahan atau pemutihan beras.
Polifenol	Polifenol (<i>polyphenol</i>) merupakan senyawa kimia yang terkandung di dalam tumbuhan dan bersifat antioksidan kuat. Polifenol adalah kelompok antioksidan yang secara alami ada di dalam sayuran (brokoli, kol, seledri), buah-buahan (apel, delima, melon, ceri, pir, dan stroberi), kacang-kacangan (walnut, kedelai, kacang tanah), minyak zaitun, dan minuman (seperti teh, kopi, cokelat, dan anggur merah/ <i>red wine</i>).

Q

<i>Quality Control</i>	Bagian dari manajemen mutu yang difokuskan pada pemenuhan persyaratan mutu. Mengendalikan, memantau, memeriksa, yang dilakukan untuk memastikan bahwa sistem manajemen melakukan pekerjaannya dengan baik.
------------------------	--

S

Siklus Krebs	Siklus Krebs adalah tahapan selanjutnya dari respirasi seluler. Siklus Krebs adalah reaksi antara asetil ko-A dengan asam oksaloasetat, yang kemudian membentuk asam sitrat. Siklus Krebs disebut juga dengan siklus asam sitrat karena menggambarkan langkah pertama dari siklus tersebut, yaitu penyatuan asetil ko-A dengan asam oksaloasetat untuk membentuk asam sitrat.
<i>Solvent</i>	Cairan (biasanya mudah menguap) yang berperan melarutkan atau mendispersi komponen-komponen pembentuk film.

Glosarium

T

Titration Pengukuran suatu larutan dari suatu reaktan yang dibutuhkan untuk bereaksi sempurna.

W

Wafer Wafer merupakan suatu bahan yang mempunyai dimensi (panjang, lebar, dan tinggi) dengan komposisi terdiri dari beberapa serat yang sama atau seragam.

Waste product Bahan-bahan terbuang dan tidak terpakai.



Profil PENULIS



Yuli Retnani Rachbini, lahir di Mojokerto, Jawa Timur pada tanggal 24 Juli 1964. Penulis adalah dosen di Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan (INTP), Fakultas Peternakan IPB. Gelar sarjana diraihnya pada program studi Ilmu Nutrisi Makanan Ternak, Fakultas Peternakan IPB pada tahun 1996, sedang gelar Magister of Science di bidang Poultry Science di Faculty of Animal SCI, Central Luzon State University Filipina diraih pada tahun 1989, serta Doktor pada program studi Pengolahan Sumber Daya & Lingkungan IPB pada tahun 1999. Gelar Guru Besar dalam bidang ilmu pakan diraih penulis pada tahun 2013.

Sejak tahun 1990 sampai sekarang, penulis mengajar dan membimbing mahasiswa S-1, S-2, dan S-3 Departemen INTP, Fakultas Peternakan IPB. Beberapa mata kuliah yang diajarkan adalah Industri Pakan (S-1), Manajemen Industri Pakan (S-1), Rekayasa Proses Produksi Pakan (S-2), dan Sistem Industri Pakan (S-3).

