

## Desain Sistem Pakar untuk Kontrol Kualitas Pakan

E. Trisyulianti<sup>a</sup>, H. Hardjomidjojo<sup>b</sup>, Y. Arkeman<sup>b</sup> & A. Saefuddin<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan IPB  
Jl. Agatis Kampus IPB Darmaga, Fakultas Peternakan, IPB Bogor 16680

<sup>b</sup>Departemen Manajemen, Fakultas Ekonomi dan Manajemen IPB

<sup>c</sup>Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian IPB

<sup>d</sup>Departemen Statistik, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam IPB

(Diterima 22-07-2005; disetujui 24-11-2005)

### ABSTRACT

The objective of feed production process is to generate high quality of feed with parameters, such as good physical, nutrition characteristics, continuous, palatability and safety. It is needed to support the optimum performance of production process. The general objective of this research was to study quality control system and application of quality management in feed production industry. The objective in this research was to design an expert system for feed quality control based on basic knowledge through knowledge acquisition. Model was designed through two steps, i.e. (1) preparation, and (2) development. System development consisted of (a) basic knowledge development in knowledge acquisition, knowledge conceptualization, and knowledge representation, (b) development of inference mechanism, (c) coding, and (d) verification. The Expert System showed that if data out of control, then process was on uncontrollable condition. The Expert System would interpret the causes and recommend the solution that should be done by supervisors/operators.

*Key words : expert system, feed, quality, process*

### PENDAHULUAN

Pabrik pakan menjalankan suatu rangkaian aktivitas untuk memproduksi pakan sesuai spesifikasi yang diharapkan konsumen baik komposisi nutrisi, disukai ternak, serta bebas dari kontaminasi. Menurut Herrman (2000) pakan berkualitas dapat diwujudkan dengan dukungan beberapa faktor diantaranya : (1) pemilihan bahan baku, (2) nutrisi, (3) laboratorium lapang, (4) peralatan operasi, (5) perawatan, dan (6) sistem suplai udara dan uap air.

Menurut Heizer & Render (1999), pengembangan kualitas akan menyebabkan peningkatan respon pelanggan, harga jual yang meningkat dan mengembangkannya reputasi sehingga akan mendobrak nilai penjualan. Pengawasan mutu merupakan upaya yang dilakukan perusahaan pakan untuk menjamin kualitas pakan secara berkesinambungan. Pengawasan mutu dilakukan mulai pemilihan bahan baku, ketika proses produksi berlangsung, pada saat penyimpanan serta pendistribusian. Ketika proses produksi sedang

berlangsung penyimpangan proses seringkali terjadi, pada saat itulah diperlukan pengambilan keputusan secara cepat. Pengambilan keputusan di industri biasanya dilakukan oleh tim manajemen atau pakar. Kelemahannya dengan cara ini pakar atau ahli tidak selalu ada di tempat sehingga keputusan lambat sehingga kerugian tidak dapat di-hindari. Selain itu, penggunaan pakar relatif mahal.

Pelibatan manajemen mutu partisipatif, anggota kelompok kerja seperti operator atau supervisor memegang peranan penting dalam pengambilan keputusan. Pengambilan keputusan oleh supervisor atau operator akan sangat terbantu jika menggunakan sistem pakar. Sistem pakar mampu membantu untuk mempercepat pengambilan keputusan dengan kualitas yang hampir sama dengan pakar.

Penelitian ini bertujuan mendesain sistem pakar berdasarkan basis pengetahuan untuk kontrol kualitas pakan di industri pakan (studi kasus Perusahaan X). Desain sistem pakar tersebut kemudian diimplementasikan dalam bentuk perangkat lunak komputer dengan program *visual basic*.

## METODE

### Kerangka Pemikiran

Kualitas produk pakan ditentukan oleh beberapa faktor, yaitu: (1) kualitas bahan baku, (2) kualitas proses, (3) kualitas kemasan dan (4) kualitas penyimpanan. Konsep pengawasan mutu *on line* proses dihadapkan pada keharusan mengambil keputusan secara cepat pada waktu proses berlangsung tidak ideal. Sistem pakar diharapkan dapat membantu para operator untuk dapat memutuskan apakah suatu proses dalam kondisi ideal atau tidak ideal.

Sistem pakar adalah sistem perangkat lunak komputer yang menggunakan ilmu, fakta dan teknik berpikir dalam pengambilan keputusan untuk menyelesaikan masalah-masalah yang hanya bisa

diselesaikan oleh tenaga pakar dalam bidang yang bersangkutan (Kandel, 1991; Marimin, 1992).

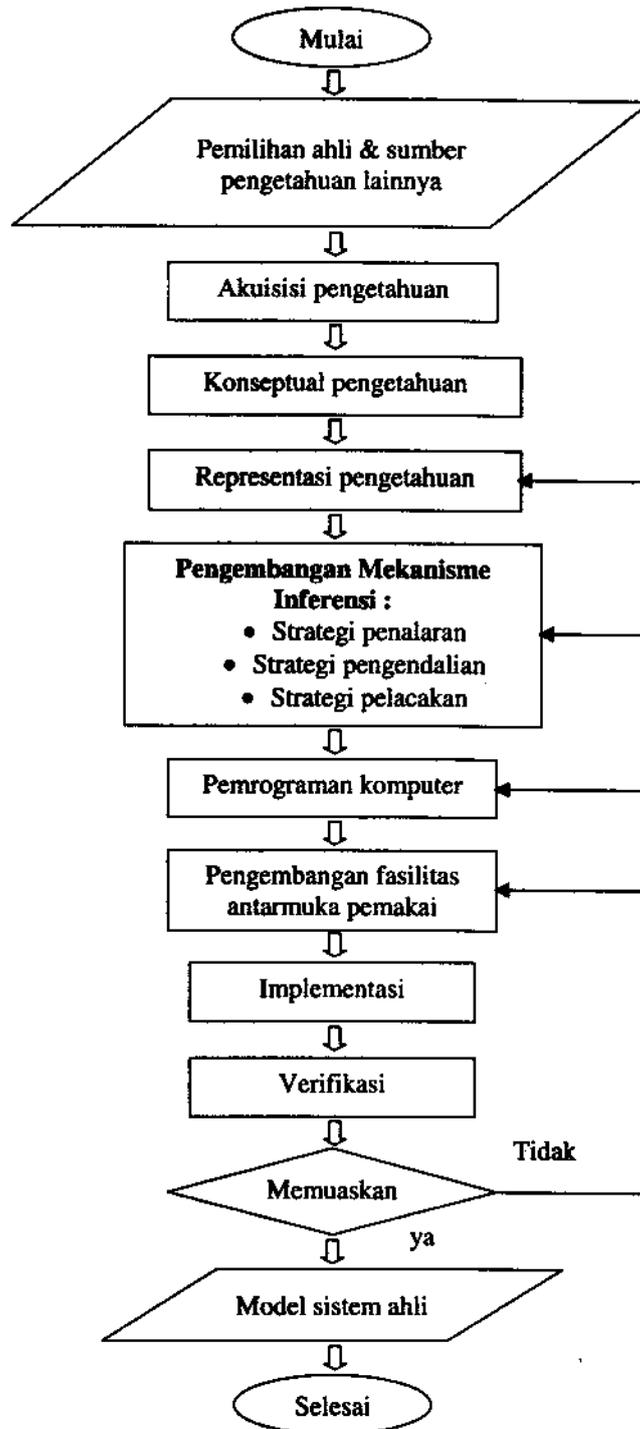
Sistem pakar merupakan pengembangan basis pengetahuan berupa akuisisi pengetahuan, konseptualisasi pengetahuan, dan representasi pengetahuan. Pada penelitian ini sistem pakar untuk kontrol kualitas mutu pakan dapat menunjukkan apakah proses dalam keadaan ideal atau tidak, selain itu memberikan rekomendasi perbaikan proses.

### Perancangan Model Sistem Pakar

Perancangan model dilakukan dengan dua tahapan yaitu: tahap persiapan dan tahap pengembangan. Tahap persiapan meliputi: identifikasi permasalahan, penetapan tujuan, ruang lingkup dan tujuan sistem pakar, studi pustaka, pemilihan pakar, dan pemilihan bahasa komputer yang digunakan. Tahap studi pustaka perlu dilakukan untuk memperoleh pengetahuan mengenai kontrol kualitas pakan dan faktor-faktor yang mempengaruhinya.

Pemilihan pakar sangat penting dilakukan untuk memperoleh basis pengetahuan yang akurat dan tepat. Pakar yang dipilih adalah pakar manajemen kualitas industri pakan, pakar *quality control* industri pakan, pakar nutrisi pakan, dan pakar industri makanan ternak.

Pengembangan Sistem pakar terdiri atas beberapa tahap, yaitu: (a) pengembangan basis pengetahuan berupa akuisisi pengetahuan, konseptualisasi pengetahuan, dan representasi pengetahuan, (b) pengembangan mekanisme inferensi, (c) pemrograman komputer dan (d) verifikasi. Tahapan permodelan dapat dilihat pada Gambar 1. Pengembangan sistem pakar ini diimplementasikan dalam bahasa *visual basic*. Sistem pakar akan merekomendasikan berdasarkan input yang masuk apakah proses produksi pakan dalam keadaan ideal atau tidak ideal. Jika tidak ideal maka akan ada rekomendasi tindakan yang harus dilakukan operator pabrik.



Gambar 1. Tahapan permodelan sistem pakar untuk pengawasan mutu pakan

## HASIL DAN PEMBAHASAN

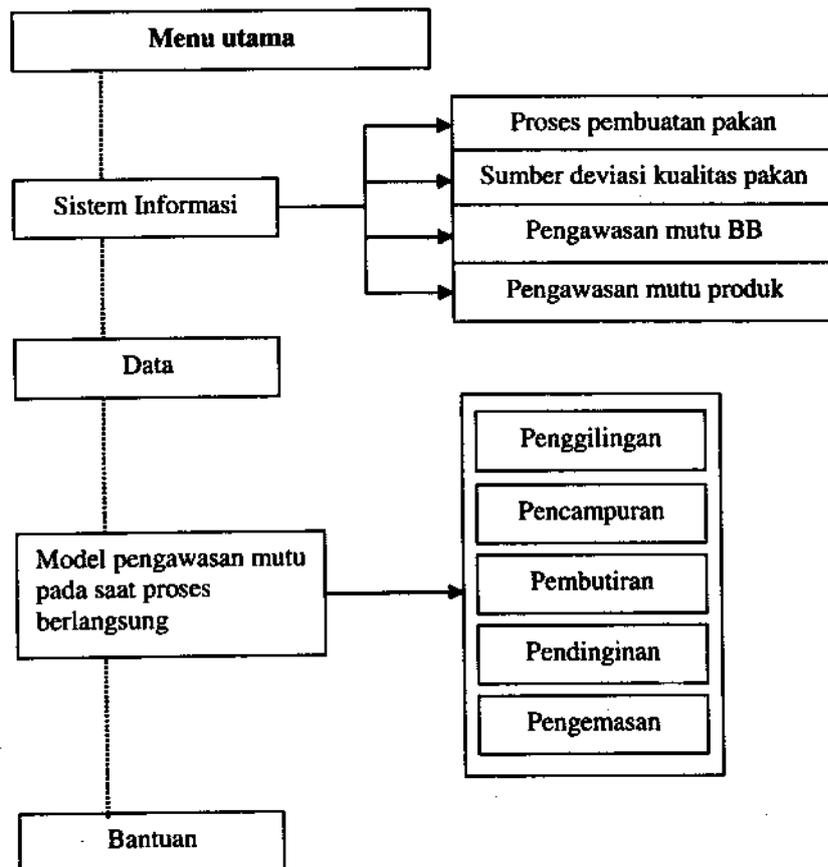
### Permodelan

Pada penelitian ini model dirancang untuk memuat sistem pengawasan mutu di industri pakan. Struktur model pengawasan mutu pakan (Gambar 2) menginformasikan enam hal : (1) tahapan proses pembuatan pakan, (2) sumber deviasi kualitas pakan, (3) pengawasan mutu pakan, yang terbagi menjadi 3 hal; (a) parameter kualitas bahan baku, (b) pengawasan mutu proses, (c) pengawasan mutu produk, (4) file data yang terdiri dari data proses, (5) model pengawasan mutu proses dan (6)

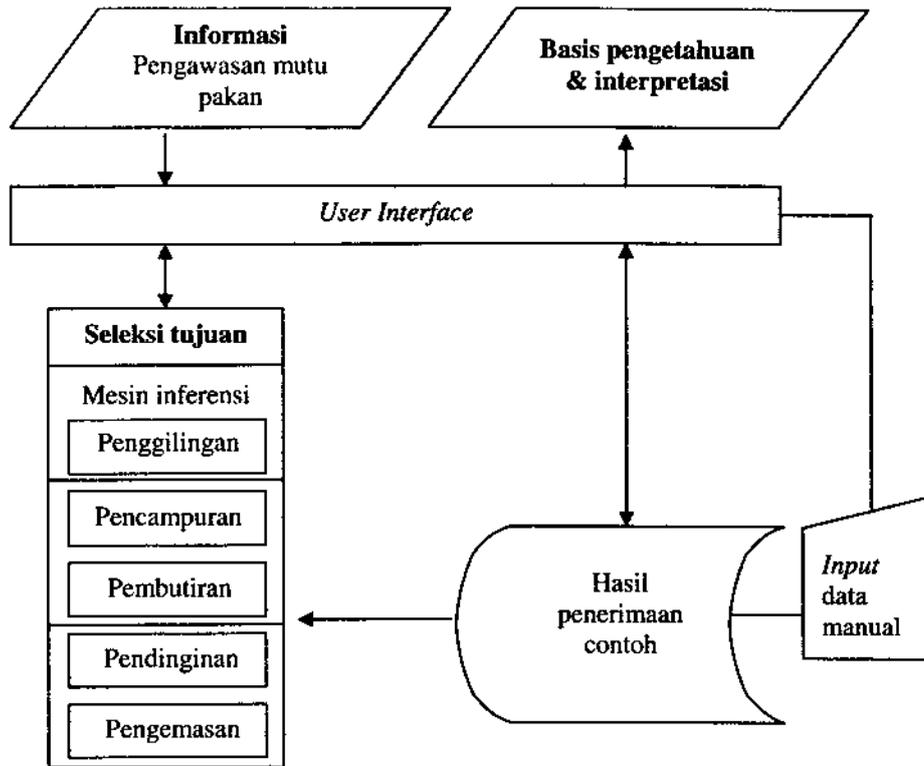
bantuan. Struktur model sistem pengawasan mutu pakan dapat dilihat pada Gambar 2.

Arsitektur sistem pengawasan mutu pakan diperlihatkan pada Gambar 3. Implementasi model meliputi input data manual kemudian sistem pengawasan mutu pakan mengolah berdasarkan basis pengetahuan dan interpretasi sehingga dapat diklasifikasikan apakah proses (penggilingan, pencampuran, pembuatan pelet, pembuatan butiran, pendinginan dan pengemasan) dalam kondisi ideal atau tidak.

Proses yang berlangsung secara ideal adalah proses yang memenuhi syarat-syarat yang ditetapkan. Proses yang tidak memenuhi



Gambar 2. Struktur model sistem pakar pengawasan mutu proses



Gambar 3. Arsitektur sistem pakar untuk pengawasan mutu pakan

persyaratan yang ditetapkan dinyatakan tidak ideal. Jika proses berlangsung pada kondisi tidak ideal maka dapat menyebabkan dampak negatif yang tidak diinginkan, untuk itu diperlukan rekomendasi tindakan pengendalian pada saat terjadi penyimpangan proses.

#### Akuisisi Pengetahuan

Sistem pakar pengawasan mutu proses pakan terdiri atas : proses penggilingan, pencampuran, pembuatan pelet, pembuatan butiran, pendinginan dan pengemasan. Akuisisi pengetahuan untuk pengawasan mutu proses pakan pada Perusahaan X dapat dilihat pada Tabel 1.

#### Model Sistem Ahli Pengawasan Mutu Pakan

Model pengawasan mutu pakan memuat batasan kondisi proses yang dijadikan sebagai parameter pengawasan mutu yang diberlakukan di Industri Pakan. Pengawasan mutu proses pakan meliputi rangkaian proses pakan dari mulai penggilingan, pencampuran, pembuatan pelet, pendinginan, pembuatan butiran, sampai pengemasan.

**Penggilingan.** Penggilingan menurut Pfost (1984), serta Homer & Schaible (1980) bertujuan untuk : (1) meningkatkan kecernaan (daya cerna) pakan, membuat kondisi fisik yang baik pada rumen, (2) meningkatkan palatabilitas (kesukaan) ternak

Tabel 1. Hasil akuisisi pengetahuan sistem ahli pengawasan mutu pakan (studi kasus PT. X)

Jenis proses	Parameter proses	Batasan	Kondisi proses	Rekomendasi
Penggilingan	Tingkat kehalusan (antara 3/4 - 6/4 mm)	< 3/4 mm	< 10% Ideal	Lanjutkan proses
		> 10% mm	Tidak ideal	<ul style="list-style-type: none"> <li>♣ Reposisi, digunakan untuk bahan baku pakan ayam petelur</li> <li>♣ Cek kondisi <i>screen</i></li> <li>♣ Cek <i>setting</i> mesin <i>grinder</i></li> </ul>
		3/4 - 6/4 mm	> 80% Ideal	Lanjutkan proses
		< 80% mm	Tidak ideal	Cek <i>setting</i> mesin <i>screener</i> dan <i>grinder</i>
Pencampuran	Homogenitas : <i>mixing time</i>	> 6/4 mm	< 10% Ideal	Lanjutkan proses
		> 10% mm	Tidak ideal	<ul style="list-style-type: none"> <li>♣ <i>Reprocess</i></li> <li>♣ Cek <i>setting</i> mesin <i>screener</i> dan <i>grinder</i></li> </ul>
		<i>Dry mix</i>		
		< 30 detik	Tidak ideal	<ul style="list-style-type: none"> <li>♣ Memperbaiki <i>setting</i> waktu proses pencampuran</li> <li>♣ <i>Reprocess</i></li> </ul>
Pembuatan pelet/ butiran	PDI : > 90 %	30 – 40 detik	Ideal	Lanjutkan proses
		> 40 detik	Tidak ideal	<ul style="list-style-type: none"> <li>♣ Memperbaiki <i>setting</i> waktu proses pencampuran</li> <li>♣ <i>Reprocess</i></li> </ul>
		<i>Wet mix</i>		
		< 150 detik	Tidak ideal	<ul style="list-style-type: none"> <li>♣ Memperbaiki <i>setting</i> waktu proses pencampuran</li> <li>♣ <i>Reprocess</i></li> </ul>
Pembuatan pelet/ butiran	PDI : > 90 %	150-160 detik	Ideal	Lanjutkan proses
		> 160 detik	Tidak ideal	<ul style="list-style-type: none"> <li>♣ Memperbaiki <i>setting</i> waktu proses pencampuran</li> <li>♣ <i>Reprocess</i></li> </ul>
		> 90%	Ideal	Lanjutkan proses
		< = 90%	Tidak ideal	<ul style="list-style-type: none"> <li>♣ <i>Reprocess</i></li> <li>♣ Periksa kondisi <i>die</i> dan <i>roller</i></li> <li>♣ Periksa tingkat kematangan adonan hasil <i>conditioning/expanding</i> dengan memeriksa suhu <i>conditioning/expanding</i></li> </ul>

Tabel 1. Lanjutan

Jenis proses	Parameter proses	Batasan	Kondisi proses	Rekomendasi
Pendinginan	Suhu : 32 – 37°C	32-37°C	Ideal	Lanjutkan proses
		> 37°C	Tidak ideal	<ul style="list-style-type: none"> <li>♣ Meningkatkan kecepatan <i>exhaust fan</i></li> <li>♣ Mempercepat proses pengemasan ke dalam karung dengan tidak melakukan penyimpanan yang lama di <i>bin</i> pengemasan</li> </ul>
Pengemasan	Berat : 50,10 – 50,28 kg	< 50,10 kg	Tidak ideal	<ul style="list-style-type: none"> <li>♣ Merubah <i>setting</i> mesin</li> <li>♣ Pakannya harus ditambah secara manual atau <i>repacking</i></li> </ul>
		50,10 - 50,28 kg	Ideal	Lanjutkan proses
		>50,28 kg	Tidak ideal	<ul style="list-style-type: none"> <li>♣ Cek <i>setting</i> mesin</li> <li>♣ Jumlah pakan dikurangi secara manual atau kemas ulang</li> </ul>

terhadap pakan, mempertinggi efisiensi penggunaan pakan, (3) mempermudah kegiatan pencampuran beberapa macam bahan baku, (4) membuat seragam bentuk bermacam bahan baku dalam adonan pakan, (5) memudahkan kegiatan proses selanjutnya : pencampuran, *pelleting*, pengangkutan dan penyimpanan, (6) memecah biji-bijian keukuran yang dikehendaki, (7) mengurangi ukuran partikel bahan, (8) meningkatkan penampilan produk dan (9) meningkatkan luas permukaan partikel bahan sehingga pelet menjadi kompak.

Sistem input data parameter mutu penggilingan pada model adalah dengan memasukkan nilai tingkat kehalusan partikel bahan baku. Hasil partikel lolos dari saringan berukuran 3/4 mm sebanyak sama dengan atau kurang dari 10%, maka kondisi dinyatakan ideal dan proses dapat dilanjutkan. Jika partikel yang

lolos lebih dari 10% maka kondisi tidak ideal, dan model merekomendasikan untuk (1) mereposisi partikel halus yang dihasilkan dijadikan bahan baku ayam petelur, (2) cek kondisi *screen* dan (3) cek kondisi mesin penggilingan.

Partikel yang tertahan ukuran saringan 3/4 - 6/4 mm jika lebih dari 80% dinyatakan ideal. Jika partikel yang tertahan berukuran kurang dari 80%, maka proses dinyatakan tidak ideal dan model merekomendasikan agar memeriksa *setting* saringan dan penggilingan.

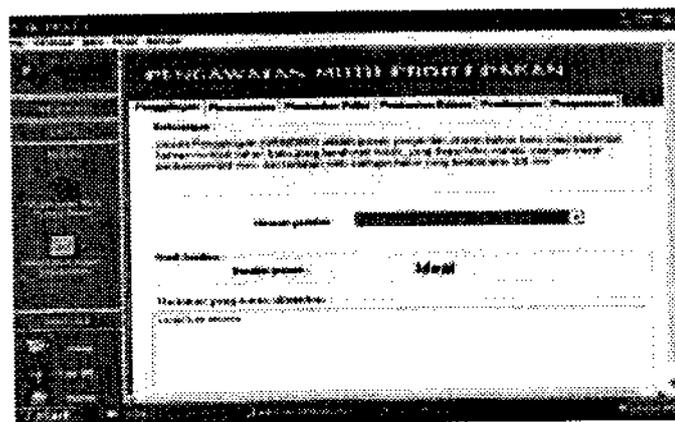
Jika partikel yang tertahan saringan berukuran 6/4 mm kurang dari 10%, maka kondisi dinyatakan ideal dan proses dapat dilanjutkan. Jika partikel yang lolos lebih dari 10% maka kondisi tidak ideal, dan model merekomendasikan untuk: (1) proses ulang (*reproses*), (2) cek kondisi *screen* dan (3) cek kondisi mesin penggilingan. Tampilan model

pengawasan mutu pada proses penggilingan yang ideal dapat dilihat pada Gambar 4 dan yang tidak ideal pada Gambar 5.

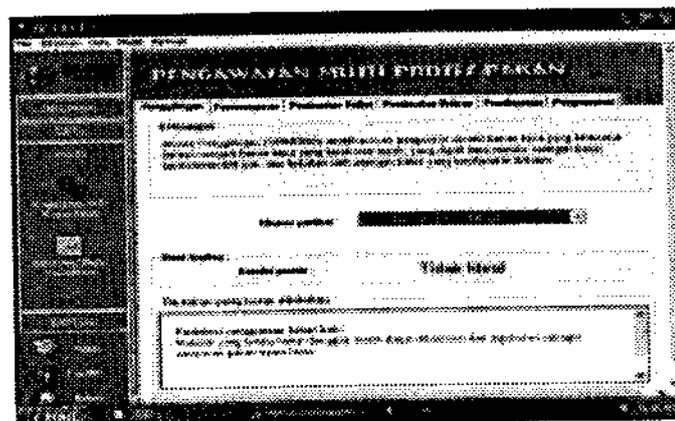
**Pencampuran.** Pencampuran merupakan kegiatan yang bertujuan untuk memperoleh hasil adukan yang homogen dari dua atau lebih bahan baku. Kualitas adukan yang homogen menentukan kualitas pakan yang dihasilkan. Hasil adukan yang homogen akan meningkatkan penampilan ternak. Homogenitas diperlukan terutama untuk menjaga

meratanya sebaran zat-zat mikro berupa obat-obatan pada pakan sehingga pakan aman untuk dikonsumsi. Sebaran obat yang tidak merata dapat menyebabkan keracunan pada ternak (Pfost, 1984). McBride *et al.* (1997) menambahkan bahwa pencampuran pakan merupakan kombinasi pemutaran untuk mendapatkan sebaran yang merata.

Pencampuran bahan baku pakan di industri pakan meliputi dua tahapan yaitu pencampuran kering (*dry mix*) dan pencampuran basah (*wet*



Gambar 4. Tampilan *input* dan rekomendasi tindakan proses penggilingan ideal



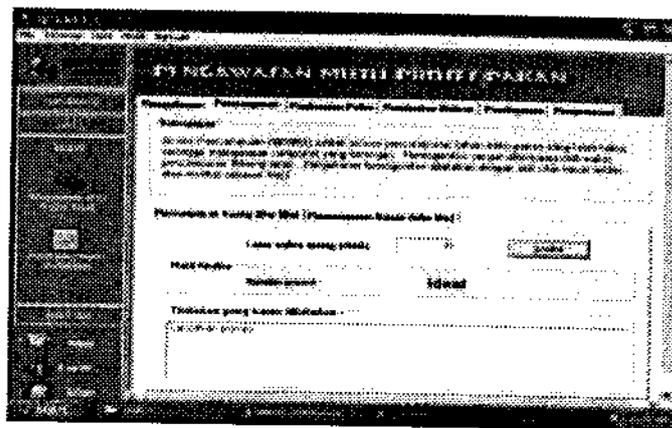
Gambar 5. Tampilan *input* dan rekomendasi tindakan proses penggilingan tidak ideal

*mix*). Pencampuran kering dilakukan pada saat bahan belum ditambahkan bahan baku basah seperti CPO dan *premix*. Pencampuran basah dilakukan pada saat bahan baku sudah ditambahkan *premix* dan CPO.

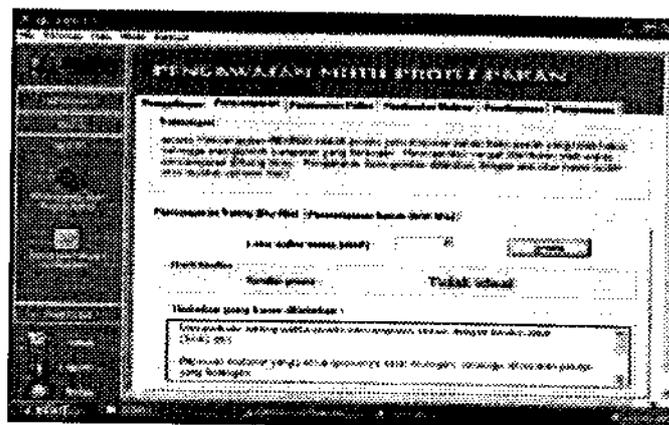
Homogenitas sangat ditentukan oleh lamanya waktu pemutaran *mixer*, sehingga *mixing time* jadi parameter utama untuk melihat apakah suatu produk sudah homogen atau tidak. Waktu pencampuran kering yang ideal adalah 30-40 detik.

Jika waktu pencampuran kurang dari 30 detik atau lebih dari 40 detik, maka proses dinyatakan tidak ideal. Model akan merekomendasikan, (1) memperbaiki *setting* waktu proses pencampuran dan (2) proses ulang.

Waktu pencampuran basah yang ideal adalah 150-160 detik. Jika waktu pencampuran kurang dari 150 detik atau lebih dari 160 detik proses dinyatakan tidak ideal. Model akan merekomendasikan tindakan yang sama jika



Gambar 6. Tampilan *input* dan rekomendasi tindakan proses pencampuran ideal

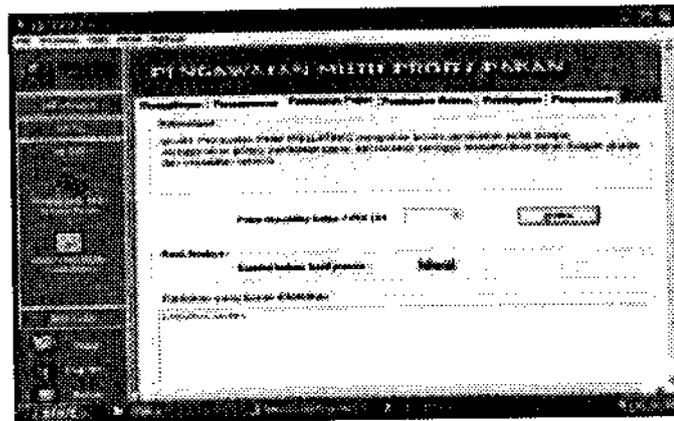


Gambar 7. Tampilan *input* dan rekomendasi tindakan proses pembuatan pencampuran tidak ideal

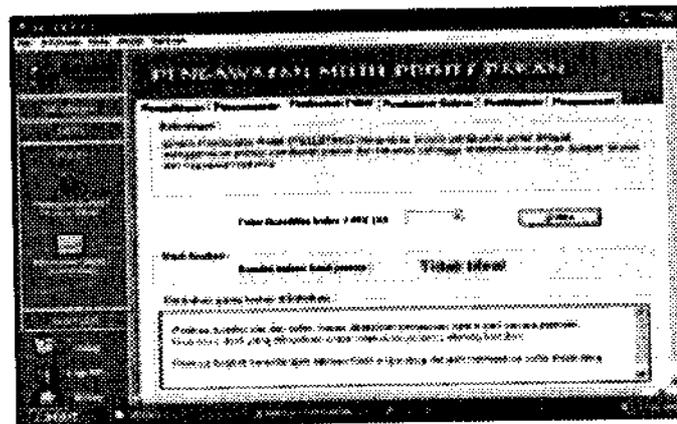
kondisi tidak ideal. Contoh tampilan model untuk menguji homogenitas campuran bahan yang ideal dapat dilihat pada Gambar 6 dan tidak ideal pada Gambar 7.

**Proses pembuatan pelet (Pelleting).** Pelet adalah bentuk massa dari pakan atau ransum yang dibentuk dengan cara menekan dan memadatkannya, melalui lubang cetakan berbentuk silinder dan dipotong sesuai panjang yang diinginkan (McBride *et al.*, 1997). Bahan baku yang

digunakan untuk pelet harus berbentuk halus agar diperoleh bentuk pelet yang bagus dan seragam. Proses pembuatan pelet dimulai dari pemasukan bahan baku yang berasal dari *conditioning* untuk mendapatkan tambahan uap panas dan akan dimampatkan ke dalam lubang pisau "*die*", setelah itu hasil pemampatan akan dipotong oleh pisau-pisau yang terdapat pada mesin pelet yang berjumlah dua buah pisau tiap satu mesin pelet, dengan suhu ruang yang terdapat pada mesin pelet sekitar 80-90°C (Pfost, 1984).



Gambar 8. Tampilan *input* dan rekomendasi tindakan proses pembuatan pelet ideal

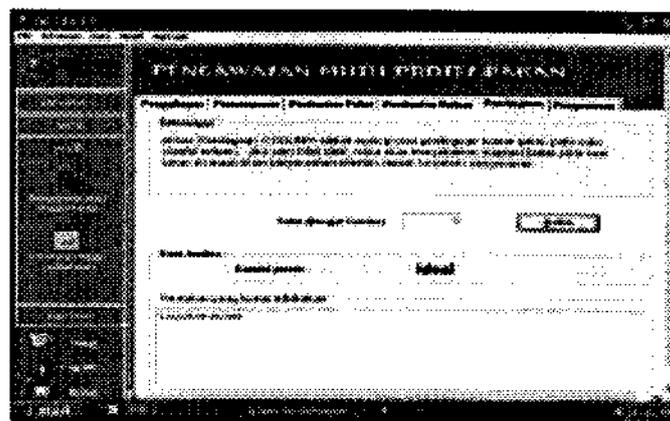


Gambar 9. Tampilan *input* dan rekomendasi tindakan proses pembuatan pelet tidak ideal

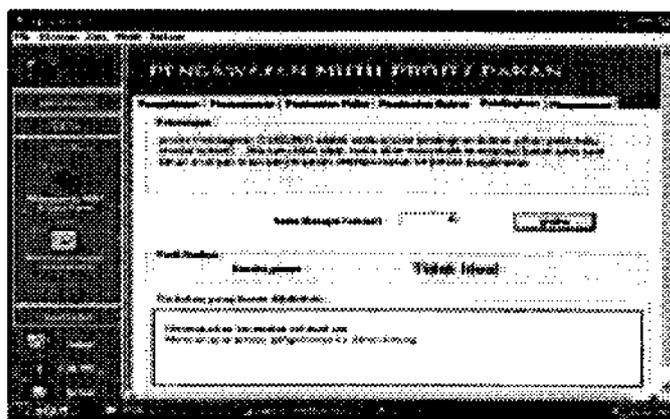
Parameter kualitas untuk proses pembuatan pelet dan pembuatan butiran adalah *Pelet Durability Index* (PDI). Jika nilai PDI lebih dari 90%, proses dinyatakan ideal, dan jika kurang dari 90% maka proses dinyatakan tidak ideal dan untuk itu operator dapat melakukan tindakan berupa (1) memproses kembali hasil pelet dan butiran, (2) memeriksa kondisi *die* dan *roller* dan (3) memeriksa tingkat kematangan adonan hasil *expanding*

dengan memeriksa suhu *expanding*. Model diverifikasi dengan data sekunder dari industri pakan. Tampilan model pengawasan mutu pada proses *pelleting* yang ideal dapat dilihat pada Gambar 8 dan tidak ideal pada Gambar 9.

**Pendinginan.** Pendinginan adalah proses menurunkan suhu pelet sebelum dimasukkan ke *bin* pengemasan untuk menghindari proses respirasi



Gambar 10. Tampilan *input* dan rekomendasi tindakan proses pendinginan ideal



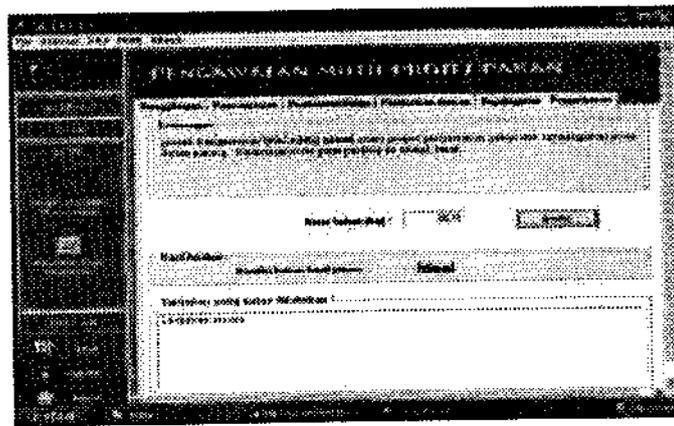
Gambar 11. Tampilan *input* dan rekomendasi tindakan proses pendinginan tidak ideal

produk pada saat dikemas. Prinsip kerja mesin *cooler* adalah pertukaran udara dari dalam dan luar mesin *cooler* karena tekanan udara yang dihasilkan *blower*. Kartadisastra (1994) menyatakan bahwa proses pendinginan pada pakan bertujuan untuk mencegah terjadinya perubahan bentuk pakan dari pelet menjadi bentuk tepung.

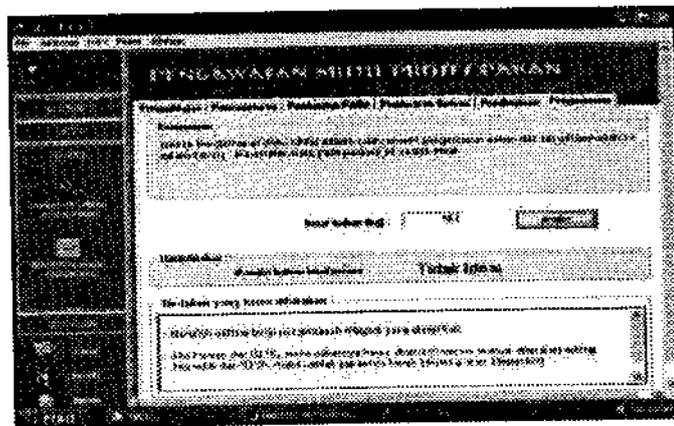
Kondisi ideal suhu pendinginan (*cooler*) adalah 32 – 37°C, sedangkan jika suhu diatas 37°C, maka kondisi proses tidak ideal. Jika kondisi

ideal tidak tercapai, operator *cooling* harus meningkatkan kecepatan *exhaust fan*, dan menginformasikan kepada operator *bin packing* untuk mempercepat proses pengemasan ke dalam karung. Contoh *input* data dan tampilan model proses pendinginan ideal dapat dilihat pada Gambar 10 dan tidak ideal pada Gambar 11.

**Pengemasan.** Proses pengemasan merupakan tahapan akhir dari proses produksi pakan. Produk



Gambar 12. Tampilan *input* dan rekomendasi tindakan proses pengemasan ideal



Gambar 13. Tampilan *input* dan rekomendasi tindakan proses pengemasan tidak ideal

pakan yang telah dihasilkan perlu dikemas untuk melindungi dari faktor lingkungan seperti cuaca, faktor biologis, memudahkan dalam penyimpanan, dan pengangkutan. Selain itu, pengemasan juga memberikan nilai estetika tersendiri (Syarief *et al.*, 1989). Pengemasan inilah yang akan melindungi produk agar dapat sampai ke tangan konsumen secara aman. Parameter mutu pada pengemasan yang paling penting adalah berat produk yang dikemas. Standar berat produk ideal yang dikemas adalah 50,10-50,28 kg, jika berat produk yang dikemas kurang dari 50,10 kg atau lebih besar dari 50,28 kg; maka kemasan dinyatakan tidak ideal, dan untuk itu operator kemasan perlu memeriksa *setting* mesin dan mengurangi atau menambah berat pakan secara manual. Contoh *input* data berat kemasan yang ideal (Gambar 12) dan rekomendasi tindakan jika tidak ideal dapat dilihat pada Gambar 13.

### KESIMPULAN

Model yang dikembangkan sebagai penerapan sistem pakar untuk sistem pengawasan mutu proses akan menunjukkan apakah suatu proses ideal atau tidak ideal, dan lebih lanjut ada rekomendasi tindakan jika proses tidak ideal, disamping memberikan informasi mengenai sistem pengawasan mutu dari mulai bahan baku sampai dengan produk.

Keunggulan model pengawasan mutu pakan adalah, (1) merupakan model pengawasan mutu pakan yang dapat digunakan oleh industriawan

pakan secara otomatis sehingga praktis digunakan, cepat, dan tepat, (2) dapat menentukan secara cepat apakah proses dalam kondisi ideal atau tidak ideal. Memberikan informasi rekomendasi tindakan jika prosesnya tidak ideal, dan (3) dikembangkan dengan menggunakan kombinasi perangkat lunak *visual basic* 6.0. sehingga model ini mudah digunakan dengan tampilan yang menarik, dan pengguna dapat melakukan input data dan informasi secara mudah jika diperlukan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Heizer, J. & B. Render. 1999. Operation Management. Prentice Hall International Inc., New Jersey, United State of America.
- Herrman, T.J. 2000. Feed Quality Assurance. American Soybean Association, Singapore.
- Homer, P. & P.J. Scaihble. 1980. Poultry Feed and Nutrition. Avi Publ.Co.Inc. Wetsport Connecticut, USA.
- Kandel, A. 1991. Fuzzy Expert Systems. CRC Press, Inc., Florida.
- Kartadisastra, H.R. 1994. Pengelolaan Pakan Ayam. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Marimin. 1992. Stuktur dan Aplikasi Sistem Ahli. Manajemen Pembangunan, Jakarta.
- McBride, G., S. Pynenburg & J. Carroll. 1997. Feed Processing and Manufacturing Terminology. [www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/dairy/facts/92-052.htm](http://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/dairy/facts/92-052.htm). [18 Nopember 2005].
- Pfost, H.B. 1984. Feed Manufacturing Technology. G.B. Pfost (Ed.). American Feed Manufacturing Association, Kansas.
- Syarief, R., S. Santausa & S.I. Budiwati. 1989. Teknologi Pengemasan Pangan. PAU Pangan dan Gizi IPB, Bogor.