

# Prosiding Seminar Nasional

## Industrial Engineering Conference

2014



**IDE**C**** Industrial  
Engineering  
Conference

Supported by



Batik

Putra Bengawan



BADAN KERJASAMA PENYELENGGARA  
PENDIDIKAN TINGGI TEKNIK INDUSTRI INDONESIA



# **PROSIDING SEMINAR NASIONAL INDUSTRIAL ENGINEERING CONFERENCE 2014**

Diterbitkan oleh:

Jurusan Teknik Industri

Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami 36A, Kentingan, Surakarta 57126

Telp/Fax 0271-632110

Website: [www.industri.ft.uns.ac.id](http://www.industri.ft.uns.ac.id)

Copyright 2014, Teknik Industri – UNS, Surakarta

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Cetakan pertama, Mei 2014

Dicetak oleh Tiara Jaya

Surakarta 2014

## OPTIMISASI MODEL KEAMANAN PANGAN PADA SISTEM MANAJEMEN INDUSTRI PAKAN UNGGAS

Legis Tsaniyah<sup>1</sup>, Hartisari Hardjomidjojo<sup>2</sup>, Sapta Rahardja<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Program Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor  
Email: legis.tsaniyah@yahoo.co.id

### ABSTRAKS

Pakan unggas diformulasikan dari bahan baku jagung, protein kedele, tepung ikan, dedak, obat-obatan, air dalam bentuk steam, dan acap kali diperkaya dengan Meat Bovine Meal (MBM). Obat-obatan yang sering ditambahkan adalah growth promotor yang berisi berbagai vitamin, antibiotik, dan metilen blue. Sebagian besar bahaya keamanan pangan pada pakan bersumber dari bahan-bahan pakan tersebut dalam bentuk bioakumulasi. Konsentrasi antibiotik pada pakan menurut WHO diperbolehkan 0 – 3 µg/kg, di mana indeks bioakumulasi antibiotic pada daging ayam adalah 13,78. Aflatoksin diperbolehkan pada ransum pakan unggas sebesar 50 ppb (SNI Pakan, 1995) dan indeks Bioakumulasiya diperhitungkan 73,00. Faktor bioakumulasi yang dimasukkan dalam model, yakni : residu obat-obatan ternak, dan aflatoksin pada jagung maupun tepung kedele yang masing-masing direpresentasikan sebagai jagung atau kedele basah. Model minimisasi resiko keamanan pangan  $Z = 13,78 X_1 + 9,96 X_2 + 11,28 X_3$ . Kondisi optimalnya adalah Indeks Bioakumulasi maksimum 10,55 per kg produksi pakan. Verifikasi model yang dilakukan terhadap formulasi dua industri pakan di Indonesia yang telah menerapkan Sistem Manajemen Keamanan Pangan ISO 22000:2005 menghasilkan indeks Bioakumulasi 1,24 per kg produksi (pabrik Medan) dan 1,93 per kg produksi (pabrik Surabaya). Kedua industri tersebut masih menunjukkan tingkat resiko keamanan pangan lebih rendah dari kondisi optimal.

**Kata kunci:** Optimisasi, Resiko Keamanan Pangan, Industri Pakan Unggas

### PENDAHULUAN

Sistem manajemen keamanan pangan merupakan suatu sistem yang dirancang untuk menyediakan dan memperoleh produk yang memenuhi persyaratan keamanan pangan. Sistem ini merupakan proses pengendalian bahaya pangan dan pendekripsiannya keamanan pangan sedini mungkin yang berpeluang mengontaminasi produk. Pengendalian bahaya pangan pada sebuah industri pangan adalah mutlak dalam pengelolaan produksi untuk menghasilkan produk yang aman dikonsumsi. Penerapan sistem keamanan pangan pada industri pakan adalah salah satu upaya pencegahan bahaya keamanan pangan untuk produk pangan hasil peternakan. Penerapan sistem keamanan pangan pada industri pakan belum banyak dilakukan. Melihat pentingnya sistem keamanan pangan pada industri pakan yang menjadi bagian dalam rantai pasok produk pangan olahan peternakan ini, maka pengendalian bahaya keamanan pangan pada pengelolaan produksi pakan perlu dilakukan.

Penerapan sistem manajemen keamanan pangan pada industri pakan dimulai dari pengawasan bahan baku yang masuk sampai pengelolaan produk pakan jadi. *Quality control* sebagai unit pengawasan pada setiap unit dan melakukan penjagaan terhadap kemungkinan bahaya keamanan pangan yang masuk ke dalam produk. Pengawasan yang dilakukan berdasarkan informasi bahan berbahaya yang digunakan pada produk pakan. Bahaya pangan yang bersifat fisik, kimia dan biologis menjadi perhatian pengelolaan sistem ini. Pengetahuan mengenai sistem manajemen keamanan pangan dan penerapannya pada industri dapat menjadi dasar dalam pengelolaan produksi pakan yang aman.

Sistem manajemen keamanan pangan yang didisain pada industri pakan bertujuan untuk : a) menganalisis sistem pengelolaan produksi pakan untuk mengetahui tingkat keamanan pangan pada produk pakan; b) merancang bangun sistem manajemen yang dapat memberikan jaminan keamanan pangan pada sistem pengelolaan produksi pakan; c) mengidentifikasi bahan berbahaya bagi pangan pada produk pakan.

### KEAMANAN PANGAN PADA PRODUK PAKAN Sistem Keamanan Pangan Produk Pakan

Sistem keamanan pangan pada produk pakan di Indonesia belum berkembang, di mana sejumlah penelitian menggarahkan produk pakan tersebut menggunakan bahan baku limbah pertanian. Sukria dan Krisnan (2009) mengidentifikasi limbah industri gula, sawit, coklat, dan sejumlah limbah pertanian lain sebagai bahan baku pakan ternak. Pada praktik di Industri Pakan moderen di Indonesia, hampir tidak

limbah pertanian yang dipergunakan. Pada produksi pakan unggas, perebutan bahan baku jagung tumpak bersaing dengan pangan dan energi.

Industri pakan modern di Indonesia saat ini sebagian besar telah menerapkan sistem manajemen berbasis ISO 9001:2008, namun untuk menjamin keamanan pangannya belum ditemukan standar yang sesuai. Beberapa industri menerapkan sistem manajemen keamanan pangan berbasis ISO 22005 dan HACCP. Bahkan publikasi terakhir dari Badan Standar Nasional (BSN, 2013); belum mendapat lingkup akreditasi untuk sertifikasi sistem manajemen keamanan bahan pakan.

Eropa telah mengeluarkan petunjuk pelaksanaan sistem manajemen keamanan pangan untuk di mana menurut European Food Safety Authority (EPSA, 2010) merujuk kepada Regulasi EC No. 852/2002. Rangkaian penerapan sistem keamanan pangan untuk pakan di Eropa merujuk pula kepada Food Drugs Administration (FDA) untuk keamanan pangan dan ketentuan CODEX pada penggunaan obat-obatan.

#### Aneka Penting Keamanan Pangan pada Produk Pakan

Pakan ternak, khususnya pakan unggas diformulasi dari bahan baku Jagung, protein kedele, tepung dedak, obat-obatan, air dalam bentuk steam, dan acap kali diperkaya dengan Meat Bovine Meal (MBM). Obat-obatan yang sering ditambahkan adalah growth promotor yang berisi berbagai vitamin, antibiotik, dan metilen blue. Dari bahan-bahan tersebut sebagian besar bahaya keamanan pangan pada pakan bersumber.

##### 1) Obat Hewan

Menurut ketentuan CODEX dalam CAC/RCP 38 Tahun 1993, obat-obatan masih boleh dipergunakan sepanjang masih memenuhi ketentuan *Maximum residue limit for veterinary drugs (MRLVD)*, di mana besarnya dapat dilihat pada lampiran yang dikeluarkan lembaga tersebut. Obat-obatan yang masih dapat dipergunakan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kelompok Antimikroba yang masih boleh dipergunakan pada hewan dan manusia

β-lactam	Penisilin amoksilin, ceftiofur
Makritida dan linkosamid	Tilosin, tilmikosin, tulatromisin, linkomisin
Aminoglikosida	Gentamisin, neomisin
Flurokuinolon	Enrofloksasin, danoflaksasin
Tetrasiklin	Tetrasiklin, oksitetasiklin, klortetasiklin
Sulfonamida	Beragam
Streptogramins	Virginiamisin
Polipeptida	Basitrasin
Fenikol	Florfenikol
Fleuromultilin	Tiamulin

Sumber : USDA (2011).

Penggunaan antimikroba pada pakan dan peternakan mendapat perhatian penting di mana menurut Lees dan Potter (2012) yang diberikan baik secara alamiah maupun sintetik dalam beberapa kasus penelitiannya telah menimbulkan resistensi. Lebih jauh Tashome *et al.* (2012) menyimpulkan bahwa penggunaan antibiotik yang tidak dikendalikan telah menyebabkan kerusakan lingkungan yakni tanah dan air daerah peternakan itu sendiri.

Menurut National Office of Animal Health Amerika Serikat (NOAH, 2001), *antibiotic growth promoters* dipergunakan untuk membantu pertumbuhan hewan dalam mencerna makanannya lebih efisien, menghasilkan keuntungan sehingga ternak menjadi lebih kuat. Keuntungan lain penggunaan zat perangsang pertumbuhan adalah mampu mengendalikan mikroba patogen seperti *Salmonella*, *Campylobacter*, *Escherichia coli*, dan *enterococci* ( Hughes dan Heritage, 2011). Namun demikian penggunaan zat perangsang tumbuh tersebut di Eropa sangatlah dibatasi.

##### 2) Mikotoksin

Bahan bakuereal seperti jagung, kedele, dan dedak sangat berhubungan erat dengan kapang, di mana telah diketahui bahwa sejumlah kapang menghasilkan racun yang dinamakan mikotoksin. Menurut Cisnileanu *et al.* (2008), mikotoksin adalah metabolit yang dihasilkan oleh kapang di mana apabila terhisap saja dapat menyebabkan sakit bahkan kematian pada ternak maupun manusia. Spesies terkenal

adalah *Aspergillus flavus* yang menghasilkan aflatoksin type B sementara *Aspergillus parasiticus* dan *Aspergillus nomius* menghasilkan aflatoksin type B aflatoksin type G.

Kapang lain yang ditemukan pada produk pakan adalah Fusarium dan Penicillium yang juga menghasilkan toksin baik selama panen cerealia ataupun selama penyimpanan pada pengolahan bahan tersebut menjadi pakan. Fusarium menghasilkan toksin Fumonisn, Trikoteken dan zearalanon yang juga mengganggu pencernaan ternak. Sementara Penicillium menghasilkan Ochratoksin penyebab kerusakan pada bagian hati (Binder, 2008).

Penemuan aflatoksin pada produk pakan ayam komersial diteliti oleh Kajuna *et al.* (2013), di mana secara mengejutkan 68% sampel mereka mengandung aflatoksin. Konsentrasi aflatoksin yang ditemukan pada pakan ternak tersebut adalah beragam dari 9,4 µg/kg hingga 35,8 µg/kg. Konsentrasi tersebut melebihi batas yang diberikan WHO 5 µg/kg.

### 3) Biogenik Amin

Biogenik amin umumnya ditemukan pada bahan yang difermentasi atau protein yang mengalami kerusakan. Menurut EFSA (2011), Biogenik amin diklasifikasi menjadi heterosiklik (histamin dan tiramin), alifatik (putresin dan kadaverin), aromatik (tiramin dan feniletilamin). Pada pakan ternak histamin diperoleh dari tepung ikan.

Tepung ikan ditambahkan ke dalam formulasi pakan untuk memberikan asupan protein, disamping protein dari kedelai. Daging ikan yang mengandung protein dengan asam amino histidin, dalam proses produksi tepung diuraikan oleh bakteri proteolitik menjadi histamin. Bagi manusia yang tidak memiliki ketahanan cukup terhadap histamin, maka akan mengalami alergi saat masuk ke dalam tubuhnya.

Tepung ikan hasil penelitian Kennedy *et al.* (2004) mengandung histamin mencapai 138,2 µg/g bahkan beberapa di antaranya ada yang melebihi 200 µg/g. Batas maksimum yang diijinkan WHO untuk histamin adalah 0,02 µg/g. Di Indonesia, beberapa pabrik pengolahan tepung ikan hanya memanfaatkan sisa kepala dan ikan yang sudah tidak segar lagi sehingga potensi kerusakan proteinnya menjadi sangat tinggi.

### 4) Kadar Air

Kadar air dalam formulasi pakan, dikaitkan dengan dua hal yakni mencegah pertumbuhan kapang yang dapat menghasilkan aflatoksin dan mempertahankan daya rekat bentuk pelet. Pada praktik di industri modern, air selain dipertahankan pada bahan antara 7-15%, juga diberikan dalam bentuk Steam saat pembentukan pelet.

Kadar air pada produk pakan dipertahankan tidak lebih dari 15%, karena menurut Cotty dan Jaime-Garcia (2007) keadaan lembab sangat memicu pertumbuhan kapang dan berpotensi menghasilkan toksin. Secara teoritik bahkan kadar air hendaknya tak lebih dari 7% untuk memastikan tidak ada kapang yang tumbuh, namun produk pakan tidak dapat dibentuk menjadi pelet apabila terlalu kering.

### 5) Metilen Biru

Upaya tambahan untuk mempertahankan kadar air 15% dan tidak terserang kapang, pada produk pakan ditambahkan Metilen Biru. Melen biru dikenal sebagai anti jamur dan biasa dipergunakan pada ikan air tawar. Sifat antimikrobal metilen biru tampak pada *Staphylococcus aureus* dan *Enterococcus faecalis* (Gueorgieva *et al.*, 2010).

Penelitian Riha *et al.* (2005) memperlihatkan bahwa metilen biru dapat memperbaiki daya tahan memori dengan cara meningkatkan pengambilan oksigen pada otak. Bahan tersebut tidak berbahaya bagi ternak.

### 6) Logam Berat

Logam berat dikhawatirkan masuk melalui residu pertisida organo logam, Steam dan korosif mesin produksi. Perawatan mesin produksi menjadi cara terbaik untuk pencegahan keropos dinding peralatan.

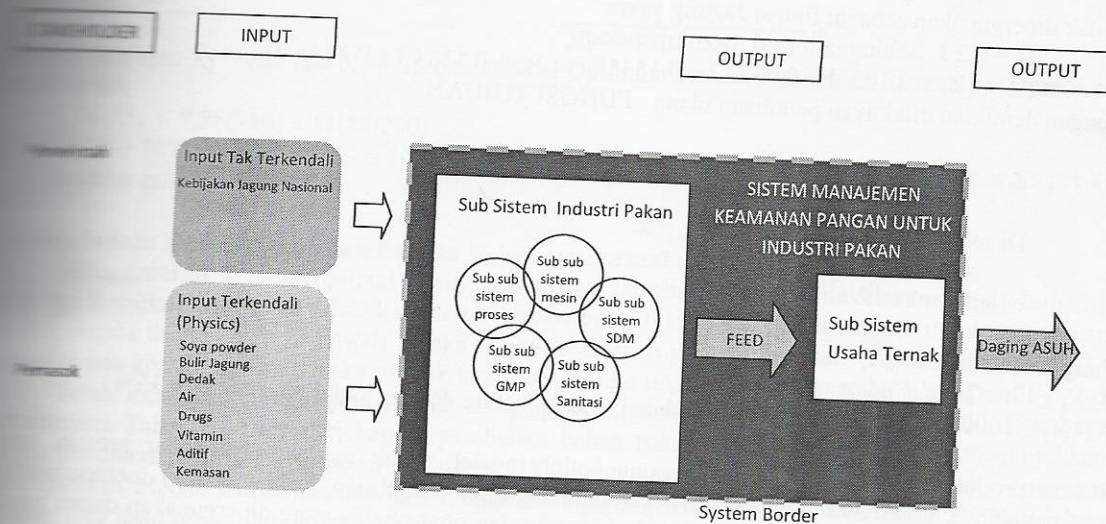
Sementara logam berat dari steam dicegah selain melalui perawatan pemipaan juga pemilihan obat-obat Boiler yang tidak mengandung senyawa logam. Logam berat teridentifikasi pada Steam meskipun dilakukan penyaringan menggunakan karbon aktif, dimana Cu(II) dan Pb(II) dapat dipisahkan (Zamani *et al.*, 2010).

## REKAYASA MODEL KEAMANAN PANGAN PRODUK PAKAN Konsep Dasar Sistem Manajemen Keamanan Pangan Produk Pakan

Konsepsi dasar analisis dan desain sistem keamanan pangan pada industry pakan adalah upaya pengendalian resiko seminimal mungkin pada rantai industry pakan, dengan prinsip *from table to fork* atau dari lahan hingga hidangan. Sebagai sasaran akhir adalah konsumen yang mengkonsumsi pangan dari ternak, sementara konsumen antara adalah ternak itu sendiri.;

Faktor keamanan pangan yang perlu dipertimbangkan dalam sistem manajemen keamanan pangan industry pakan adalah : 1) aspek bahan baku; 2) aspek produksi; 3) aspek peralatan produksi; 4) aspek

infrastruktur; dan 5) aspek manusia. Rantai produksi pakan dalam ruang lingkup system adalah pasokan bahan baku, system produksi industry pakan, dan peternakan. Secara system tersebut disajikan pada Gambar 1.



**Gambar 1. Kerangka Sistem Manajemen Keamanan Pangan pada Industri Pakan**

Pada analisis dan disain sistem manajemen keamanan pangan yang dirancang tulisan ini, secara khusus hanya membahas sub sistem produksi di industri pakan. Pengendalian formulasi menjadi fokus disain sistem, sehingga ditemukan permodelan yang bertujuan untuk minimasi resiko keamanan pangan.

#### Model Matematika Keamanan Pangan Pada Produk Pakan

Formulasi pakan telah dilakukan oleh Saxena (2012) dengan pendekatan program non linear di tulisan ini, secara khusus hanya memaksimalkan pertambahan berat hewan. Saxena tahun sebelumnya (2011) telah berhasil mengoptimalkan penambahan berat sapi menggunakan pemrograman linear tersebut.

Investigasi permasalahan pencampuran pakan dilakukan oleh Rahman *et al.* (2010) menggunakan pendekatan teknik Hibrida Algoritma Genetik. Penelitian tersebut berhasil melakukan kajian terhadap minimisasi biaya pencampuran pada formulasi pakan ternak.

Formulasi yang dibuat dalam tulisan ini adalah khusus untuk meminimalkan resiko keamanan pangan pada produk pakan. Bahaya (Hazard) dalam bahan pakan diformulasikan sebagai fungsi dari:

1. Residu obat ( $R_1$ ), akibat penggunaan obat ataupun *growth promotor* ternak
2. Kandungan Histamin ( $R_2$ ), akibat penggunaan tepung ikan sebagai sumber protein
3. Mikotoksin ( $R_3$ ), akibat penggunaan serealia (jagung, kedele, dedak)
4. Anti jamur ( $R_4$ ), akibat penggunaan steam dan kadar air yang tinggi
5. Logam berat ( $R_5$ ) akibat penggunaan steam dan perawatan mesin yang kontak dengan pakan.

Resiko keamanan pangan diformulasikan sebagai bahaya (hazard) yang dapat timbul dari formulasi keamanan pangan.

$$H \text{ (Hazard)} = f(R_1, R_2, R_3, R_4, R_5) \quad (1)$$

Atau ditarik hubungan linear

$$H = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 \quad (2)$$

Histamin ditetapkan sebagai fungsi penggunaan tepung ikan, sementara penggunaan tepung ikan maksimum adalah 10% dari Berat Jagung ( $J$ ) maka dapat dituliskan

$$R_2 = 0,1 J \times 0,01 \text{ kadar histamin maksimum diizinkan} = 0,001 J \quad (3)$$

Mikotoksin diperoleh dari penggunaan serealia (Jagung = $J$ , Dedak= $D$ , Kedelai= $E$ ) Atau tepatnya dari kandungan kadar air bahan tersebut yang maksimum 10%

$$R_3 = 0,1 (J+D+E) \quad (4)$$

Metilen biru dipergunakan maksimum 3% dari berat air dalam bahan

$$R_4 = 0,15 (J+D+E) \times 3/100 = 0,0045 (J+D+E) \quad (5)$$

Dan Logam berat adalah fungsi dari steam

$$R_5 = 0,05 (J+D+E) \quad (6)$$

Dilakukan Penyusunan Model baru,

$$\begin{aligned} H &= R_1 + 0,001J + 0,1(J+D+E) + 0,0045(J+D+E) + 0,05(J+D+E) \\ &= R_1 + 0,001J + 0,1J + 0,1D + 0,1E + 0,0045J + 0,0045D + 0,0045E + 0,05J + 0,05D + 0,05E \\ &= R_1 + 0,1055J + 0,1545D + 0,1545E \end{aligned} \quad (7)$$

Dedak dipergunakan sebagai fungsi Jagung yakni

$$D = 0,2J \text{ sehingga fungsi disederhanakan}$$
$$H = R_1 + 0,1055J + 0,0309J + 0,1545E = R_1 + 0,1364J + 0,1545E \quad (8)$$

Dengan demikian dilakukan penulisan ulang FUNGSI TUJUAN

$$Z = X_1 + 0,1364X_2 + 0,1545X_3, \quad (9)$$

Di mana  $X_1 = R_1$ ;  $X_2 = J$ , dan  $X_3 = E$

Minimumkan Z

Fungsi kendala

$0 \geq X_1 \geq$  lihat Tabel Codex

$X_2 + X_3 \leq 1000$  gram untuk 1000 Ton Produksi, yakni jagung dengan kadar air mencapai 15%

Dalam produksi pakan, penggunaan tepung kedele adalah untuk memperkaya kadar protein, maka konsentrasi umumnya tidak lebih besar dari Jagung. Penelitian Frikha (2011) memperlihatkan penggunaan tepung kedele hanya 28,96% dari ransum dan obat-obatan yang dipergunakan dalam bentuk premix adalah 0,37%. Dengan demikian diformulasikan fungsi pembatas lain adalah  $2X_1 + X_3 \leq 320$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Optimisasi Model Keamanan Pangan

Model matematika yang telah dirancang untuk keamanan pangan, belum memiliki nilai dasar seragam dalam fungsi tujuannya. Satu peubah ( $X_1$ ) menggunakan satuan ppm, sementara dua peubah lain ( $X_2$ ,  $X_3$ ) menggunakan satuan gram. Penyetaraan satuan dapat digunakan menggunakan indeks harga dengan satuan biaya (Rupiah) atau indeks keamanan pangan, seperti banyaknya faktor bioakumulasi.

Faktor bioakumulasi dihitung sebagai faktor pengali kemampuan bahan berbahaya untuk menjadi beberapa kali lipat jumlahnya dalam tubuh ternak yang mengkonsumsi bahan pakan tersebut secara terus-menerus. Dalam studi kasus ini, setidaknya ada dua macam bahaya keamanan pangan yang dimasukkan dalam model, yakni : 1) residu obat-obatan ataupun *growth promoter* ternak ( $X_1$ ), dan 2) aflatoxin pada jagung ( $X_2$ ) maupun tepung kedele ( $X_3$ ) yang masing-masing direpresentasikan sebagai jagung atau kedele basah.

Menurut WHO, konsentrasi obat antibiotik yang masih ditolerir pada bahan pakan adalah 0 - 3  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . Sementara itu menurut Rusiana dan Ismawardani (2012) di dalam makalah Seminar SEAMO (Southeast Asian Ministers of Education Organization) dan Tromed RCCN (Tropical Medicine Regional Center for Community Nutrition), kandungan antibiotik pada daging ayam di pasar Indonesia mencapai 41,35% dari Maximum Residual Limit (MRL). Nilai Maximum Residual Limit antibiotik daging ayam adalah 100  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . Maka indeks bioakumulasi antibiotik pada daging ayam adalah 41,35/3 atau 13,78.

Aflatoxin diperbolehkan pada ransum pakan unggas sebesar 50 ppb (SNI Pakan, 1995) senilai 0,05 mg/kg berat badan. Adapun nilai maksimum yang ditemukan pada unggas adalah 3,65 mg/kg berat badan, sehingga indeks bioakumulasinya dapat diperhitungkan sebagai 3,65/0,05 atau 73,00.

Berdasarkan informasi tambahan tersebut, maka fungsi tujuan dalam permodelan resiko keamanan pangan produksi pakan ternak menjadi

$$\begin{aligned} Z &= 13,78X_1 + (0,1364 * 73)X_2 + (0,1545 * 73)X_3, \\ Z &= 13,78X_1 + 9,96X_2 + 11,28X_3 \text{ dalam indeks Bioakumulasi} \end{aligned} \quad (10)$$

Minimumkan Z atau Indeks Resiko Bioakumulasi

Fungsi kendala

$X_2 + X_3 \leq 1000$  gram untuk 1000 Ton Produksi, yakni jagung dengan kadar air mencapai 15%

$2X_1 + X_3 \leq 320$  gram

$X_1 \leq 15$  mg, dihitung dari panduan WHO 3  $\mu\text{g}/\text{kg}$ .

Pembahasan menggunakan aljabar linear, metoda substitusi sederhana sebagai berikut,

$$\begin{array}{rcl} X_1 + X_3 = 1000 & & X_2 - 2X_1 = 680 \\ X_1 + X_3 = 320 & - & 2X_1 = 30 \\ \hline X_2 - 2X_1 = 680 & & X_2 = 710 \end{array} +$$

Dengan demikian  $X_3 = 290$  dan  $X_1 = 15$  dan kondisi Optimum Resiko Keamanan Pangan pada produksi pakan adalah,

$$\begin{aligned} Z &= 13,78(15) + 9,96(710) + 11,28(290) \\ &= 206,70 + 7071,60 + 3271,20 = 10.549,50 \text{ Bioakumulasi per Ton Produksi Pakan atau } 10,55 \text{ per kg produksi pakan.} \end{aligned}$$

#### Analisis Indeks Resiko Keamanan Pangan Beberapa Formula

Menggunakan kondisi optimal hasil perhitungan tersebut di atas, dilakukan analisis terhadap beberapa formulasi yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti terhadap pakan unggas, untuk mengamati apakah berada di atas atau di bawah indeks resiko keamanan pangan optimal. Apabila indeks resiko berada di atas kondisi optimal, maka produk tersebut beresiko tinggi terhadap keamanan pangan.

Telah dilakukan pengumpulan data terhadap dua pabrik pakan di Medan dan di Surabaya sebagaimana Tabel 2. Data dari bagian pembelian bahan baku pada bulan yang sama menunjukkan bahwa perusahaan di Surabaya menerima sekitar 35% jagung yang kadar air 15% atau lebih, sementara perusahaan di Medan hanya mentoleransi hingga 25% jagung basah dengan kadar air 15% atau lebih, Adipun data hasil pengujian terhadap tepung kedele impor menunjukkan bahwa di Medan tidak ada yang memiliki kadar air lebih dari 7% (standar), sementara 5% Tepung kedele di Surabaya Basah.

Tabel 2. Laporan Produksi dan Penggunaan Bahan Pabrik Pakan,

Bahan	Pakan Medan (Ton)	Pakan Surabaya (Ton)	Keterangan
Jagung	500,0	400,0	
Soya Meal	312,0	250,0	
Tepung Ikan	50,0	40,0	
Dedak	132,7	105,0	
CPO	18,7	15,0	
Dicalcium phosphate	7,7	6,2	
Calcium carbonate	18,3	14,3	
Sodium chloride	3,5	2,8	
Premix	4,0	3,5	Pabrik Surabaya tanpa Antibiotik
Methionine hydroxy analogue	2,0	1,8	
L-Lysine-HCl	0,8	0,6	
Jumlah	1049,7	839,2	

Bagian Produksi Perusahaan Maret-April, 2011

Perhitungan yang dilakukan pada hasil produksi pabrik pakan di Medan pada produksi 1000 kg, diperoleh:

- Jumlah jagung basah =  $(500/1049,7)*1000* 25\% = 119,08 \text{ kg}$
- Jumlah kedele basah = 0
- Antibiotik =  $(4/1049,7)*1000 = 3,81 \text{ kg}$

#### Indeks Resiko Keamanan Pangan

$$\begin{aligned} Z &= 13,78(3,81) + 9,96(119,08) + 11,28(0) \\ &= 52,50 + 1186,04 + 0 = 1238,54 \text{ Bioakumulasi per Ton produksi atau } 1,24 \text{ per kg produksi. Masih berada di bawah kondisi optimal resiko.} \end{aligned}$$

Perhitungan yang dilakukan pada hasil produksi pabrik pakan di Surabaya pada produksi 1000 kg, diperoleh:

- Jumlah jagung basah =  $(400/839,2)*1000* 35\% = 166,83 \text{ kg}$
- Jumlah kedele basah =  $(400/839,2)*1000* 5\% = 23,83 \text{ kg}$
- Antibiotik = 0 kg.

#### Indeks Resiko Keamanan Pangan

$$Z = 13,78(0) + 9,96(166,83) + 11,28(23,83)$$

= 0 + 1661,63 + 268,80 = 1930,43 Bioakumulasi per Ton produksi atau 1,93 per kg produksi.  
Masih berada di bawah kondisi optimal resiko.

Kedua perusahaan tersebut telah menerapkan sistem manajemen keamanan pangan ISO 22000:2005, sehingga telah memiliki persyaratan yang ketat terhadap bahan baku yang dibeli. Setiap bahan baku yang masuk ke perusahaan, terlebih dahulu diuji mutu dan keamanan pangannya oleh Quality Control, sehingga produk yang tidak memenuhi persyaratan sebagian besar ditolak.

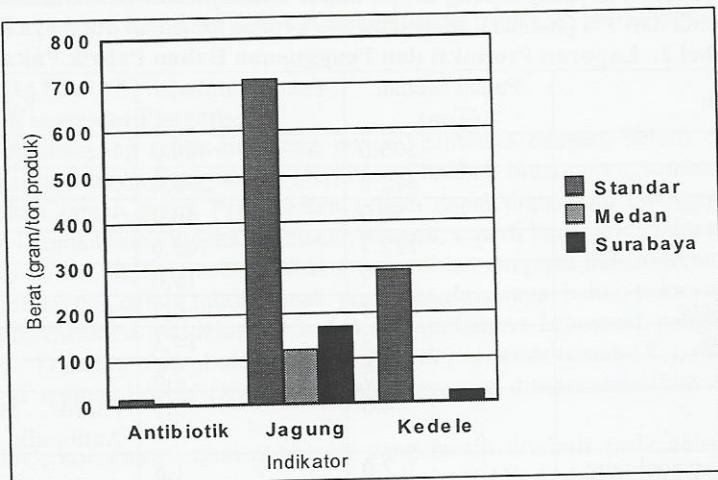
Penggunaan antibiotic juga sangat dikendalikan, kecuali atas permintaan pelanggan untuk formula perlakuan khusus pada peternakan tertentu. Dengan demikian, data yang disajikan pada Laporan produksi bulanan, belum tentu dipergunakan untuk keseluruhan batch produksi pada bulan tersebut.

Hasil evaluasi produksi pada kedua perusahaan tersebut di atas, menunjukkan hasil di mana resiko keamanan pangan pada produksi pakan di kedua perusahaan masih berada dalam batas aman, sebagaimana disajikan pada Gambar 2.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Analisis dan disain sistem manajemen kemanan pangan pada industri pakan telah berhasil mengetahui tingkat keamanan pangan pada produk pakan dengan menggunakan sejumlah indicator kunci seperti kadar antibiotic, mikotoksin, biogenic amin, logam berat, dan beberapa indicator lainnya. Model matematik yang dirancang berhasil membangun hubungan antara sejumlah indicator dalam bahan baku pakan sehingga dapat dilakukan proses optimisasi untuk meminimumkan resiko keamanan pangan.



Gambar 2. Posisi indicator keamanan pangan pada produksipakan,  
kondisi optimal (standar), pabrik pakan di Medan dan Surabaya

Konstruksi model matematika yang dibangun berhasil menyederhanakan indeks resiko keamanan pangan pada industri pakan dengan tiga peubah, di mana masing-masing peubah merepresentasikan bahaya residu antibiotika, mikotoksin pada jagung dan mikotoksin pada tepung kedele.

Optimalisasi dilakukan melalui minimisasi resiko pada fungsi tujuan, di mana satuan pengukurannya adalah indeks bioakumulasi. Bioakumulasi adalah penumpukan bahan berbahaya pada daging unggas yang berpeluang besar dikonsumsi oleh manusia. Hasil optimalisasi menunjukkan bahwa indeks bioakumulasi pada formulasi pakan unggas tidak boleh lebih dari 10,55 per kg produk pakan. Kondisi optimal tersebut memungkinkan penggunaan obat antibiotik pada nilai 15 mg/1000 gram, jagung dengan kadar air  $\geq 15\%$  sebanyak 710 mg/1000 gram, dan tepung kedele dengan kadar air  $\geq 7\%$  sebanyak 290 mg/1000 gram.

Uji coba model untuk mengevaluasi hasil produksi pakan pada dua industri pakan nasional dilakukan di Medan dan di Surabaya. Hasilnya menunjukkan bahwa indeks bioakumulasi pabrik pakan di Medan hanya 1,24 sementara pabrik pakan di Surabaya 1,93. Hasil evaluasi terhadap kedua perusahaan penghasil pakan tersebut masih memiliki indeks bioakumulasi yang aman, artinya produk pakan kedua perusahaan tersebut masih aman bagi ternak dan manusia.

### Saran

Beberapa indikator keamanan pangan pada produksi pakan dalam kasus ini disederhanakan, seperti misalnya konsentrasi logam, kadar histamine, dan beberapa bahan pengendali kapang. Perlu disusun permodelan yang lebih khusus terhadap sejumlah parameter sehingga menjadi lebih akurat.

Penelitian perlu diperluas dengan melakukan verifikasi pada beberapa industry pakan dengan data lebih banyak, tidak hanya satu bulan. Selain itu, verifikasi juga perlu dilakukan untuk grup industry berbeda.

Formulasi pakan yang dianalisis lebih spesifik kepada ayam pedaging, belum pada kelompok ayam petelur dan kelompok unggas lainnya. Disain untuk berbagai jenis pakan sesuai peruntukannya perlu untuk diteliti lebih lanjut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Binderm E.M. 2007. Managing the risk of mycotoxins in modern feed production. *Biomin GmnH, Industry*. 21.
- Cismileanu, A., Georgeta V., Viviana C., dan Minodora I. 2008. Determination of Aflatoxin B1 in Cereal-based Feed by a High-performance Chromatographic Method. *Lucrari Stiintifice Medicina Veterinara* Vo. XLI.
- Codex. 1993. Recommended International Code of Practice for Control of The Use of Veterinary Dugs. CAC/RCP 38.
- Cotty, P. J. dan Ramon Jamie-Garcia. 2007. Influences of climate on aflatoxin producing fungi and aflatoxin contamination. *Int.J.Food Microbiol.* 119
- EPSA. 2010. Application of systematic review methodology to food and feed safety assessments to support decision making. *EPSA J.* 8(6).
- EPSA. 2011. Scientific Opinion on risk based control of biogenic amine formation in fermented foods. *EPSA J.* 9(10).
- Frikha, M., H.M. Safaa1, M.P. Serrano2, E. Jiménez-Moreno, R. Lázaro, G.G. Mateos. 2011. Influence of the main cereal in the diet and particle size of the cereal on productive performance and digestive traits of brown-egg laying pullets. *Anim. Feed Sci. and Technol.* 164
- Gueorgieval, T., Slavcho D., Violeta D., Vasil K., Marieta B., Vanya M., Ivan A., Vaselin K. 2010. Susceptibility of *S. Aureus* to Methylene Blue Haemotoporphyrin, Phthalocyanines Photodynamic Effects. *J. IMAB-Anno Preceed.* Vol 16, book 4.
- Kajunam FF., B.A. Emba, dan RD. Mosha. 2013. Surveillance of aflatoxin B<sub>1</sub> contamination in chicken commercial feed in Morogoro, Tanzania. *Lifestock Research for Rural Development* 25 (3).
- Kennedy, B., I. Karunasagar, dan I. Karunasagar. 2004. Histamine Level in Fishmeal and Shrimp Feed Marketed in India. *Asian Fish. Sci.* 17
- Lees, P. Dan T. Potter. 2011. Antimicrobial Resistance in farm Animals: Origins, Mechanisms, Avoidance, Implication.. *J. Research and Dev.* 172
- Moritz, J.S., A. S. Parsons., N. P. Buchanan., W. B. Calvalcanti., K. R. Cramer., dan R. S. Beyer. 2005. Effect of Gelatinizing Dietary Starch Through Feed Processing on ZerotoThree-Week Broiler Performance and Metabolism. *Poultry Science Association*.
- Rahman, A.R, Chooi-Leng Ang, dan Razamin R. 2010. Investigating Feed Mix Problem Approaches: An Overview and Potentian Solution. *J. World Aca.of Sci, Eng. And Technol.* 46
- Regassa, T.H., Richard K.K, Charles S.W., Richard F.R., dan Akwasi A.A. 2007. Atibiotic Use in Animal Production: Environmental Concerns. *University of Nebraska-Lincoln Extension RP196*.
- Riha, P.D., Alekshandra K. Bruchey, David J. E., dan F.Gonzalez-Lima. 2005. Memory facilitation by methylene blue: Dose-dependent effect on behaviour and brain oxygen consumption. *European J. Pharmacology* 511
- Saxena, P., Vinay P., dan Vinod K. 2012. Programming Technique for Animal Diet Formulation: A Non-linear Approach. *J.Int.J.of Dood. Sci. And Nutrition. Eng.* 2(5)
- Saxena, P. 2011. Application of Nonlinear Programming for Optimization of Nutrien Requirements for Maximum Weight Gain in Buffaloes. *J.Int.J.of Dood. Sci. And Nutrition. Eng.* 1(1)
- Shahid, Mohammad., Trivendra Tripathi, Farrukh Sobia, Shagufta Moin, Mashiatullah Shiddiqui, dan Rahat Ali Khan. 2009. Histamin, Histamine Receptor, and their Role in Immunomodulation: An Updated Systematic Review. *The Open Immun. J.* 2.
- Yucesoy, Mine, Nuran Esen, dan Nuran Yulug. 2001. Use of Chromogenic Tube and Methyl Blue-Sabouraud Agar for the Identification of Candida Albican Strains. *Kobe J.Med.Sci.* 47
- Zaini, M.A.A., Yoshimasa A., Motoi M. 2010. Adsorption of Heavy Metals onto activated carbons derived from polyacrylonitrile fiber. *J. Hazardous Material* 180.