

MODEL REGRESI YANG TEPAT UNTUK MENGGAMBARKAN PRODUKSI TOTAL BAKTERI ASAM LAKTAT (BAL) SOSIS PROBIOTIK BERDASARKAN LAMA PENYIMPANAN

Rudy Hartanto, D.A. Setyorini dan Sutaryo
Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro, Semarang

ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk mencari model regresi yang tepat untuk menggambarkan produksi total bakteri asam laktat (BAL) sosis probiotik berdasarkan lama penyimpanan. Penelitian menggunakan sampel sosis probiotik yang disimpan selama 0, 7, 14 dan 21 hari. Masing-masing diulang 4 kali sehingga jumlah data (n) = 16. Parameter penelitian berupa produksi total BAL sosis probiotik. Data yang diperoleh dianalisis dengan berbagai model regresi untuk menggambarkan hubungan yang ada dengan kualitas sosis probiotik sebagai variabel dependen (Y) dan lama penyimpanan sebagai variabel independen (X). Model regresi yang dicoba adalah regresi linier, kuadratik, kubik, eksponensial, logaritmik, logistik, power, inverse dan compound. Pemilihan model regresi yang tepat didasarkan pada nilai sidik ragam (F -test), nilai kuadrat tengah galat, persentase kesalahan dan koefisien determinasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model regresi yang tepat adalah model kubik : $\hat{Y} = 8,155 + 0,061 X - 0,016X^2 + 0,0005 X^3$ ($R^2 = 87,91\%$).

Kata kunci : sosis probiotik, total BAL, lama penyimpanan, analisis regresi

ABSTRACT

The aim of this research was to look for correct regression model to depict production totalize lactat acid bacterium (LAB) probiotic sausage based on Storage Time. This research use sampel of probiotic sausage with storage time during 0, 7, 14 and 21 day. Each repeated by 4 times so that sum up data (n) = 16. Research parameter in the form of production totalize BAL of probiotic sausage. Data was analysed by various regression model to depict existing the relation with quality of probiotic sausage as dependent variable (Y) and the storage time as independent variable (X). Regression models was tried with linear, quadratic, cubic, exponential, logarithmic, logistics, power, inverse and compound. The fit model was correct based on F -test, mean square error (MSE), percentage error (PE) and coefficientc of determination. Result of this research showed that fit regression model was cubic model : $\hat{Y} = 8,155 + 0,061 X - 0,016X^2 + 0,0005 X^3$ ($R^2 = 87,91\%$).

Key words : probiotic sausage, LAB totalize, storage time, regression analysed

PENDAHULUAN

Sosis probiotik merupakan salah satu produk pangan yang mampu membawa probiotik berperan dalam membantu mengoptimalkan fungsi saluran pencernaan untuk mencerna dan

menyerap nutrisi makanan yang masuk ke dalam tubuh. Manfaat kesehatan tersebut diantaranya adalah memperbaiki daya cerna laktosa, mengendalikan bakteri patogen dalam saluran pencernaan, pencegahan sembelit dan inaktivasi berbagai senyawa beracun.

Menurut Zubillaga et al. (2001) manfaat probiotik terbukti efektif dalam menangani berbagai penyakit seperti tukak lambung, diare, intoleransi terhadap laktosa, alergi makanan dan juga kanker saluran pencernaan.

Dalam rangka mendukung Indonesia Sehat perlu upaya-upaya mengenalkan pangan berkualitas baik, seperti sosis probiotik, yang secara ilmiah diketahui mampu membantu pencernaan dan absorpsi zat gizi. Kualitas sosis probiotik dapat dicirikan dari kandungan total bakteri asam laktat (BAL). Produk pangan probiotik yang berkualitas sebaiknya mengandung total BAL 106 cfu/g (Erkkila, 2001). Hasil penelitian Setyorini (2009) menunjukkan bahwa pembuatan sosis probiotik dengan bakteri *Lactobacillus casei* mampu menghasilkan sosis probiotik yang dapat memenuhi kualitas tersebut. Lama penyimpanan sangat mempengaruhi kualitas sosis probiotik. Semakin lama penyimpanan diduga kualitas sosis semakin menurun, namun hasil penelitian Setyorini (2009) menunjukkan bahwa seiring lama penyimpanan kualitas membaik namun saat titik tertentu mengalami optimalisasi dan dilanjutkan dengan penurunan kualitas. Berdasarkan hal tersebut perlu dicari suatu model yang menggambarkan hubungan kualitas sosis probiotik dengan lama penyimpanan.

Hubungan antara kualitas sosis probiotik (total BAL) dan lama penyimpanan dapat dinyatakan dalam model regresi. Menurut Voelker et al. (2004), analisis regresi merupakan prosedur statistik yang digunakan untuk menduga ketergantungan dari satu peubah bebas (independen) atau lebih terhadap suatu peubah terikat (dependen). Model regresi terdapat dua macam yaitu linier dan non linier. Regresi non linier antara lain kuadratik, kubik, eksponensial, logaritmik, logistik, power,

inverse dan compound (Santosa dan Azhari, 2005). Model regresi mangasumsikan bahwa variabel yang akan diramalkan memperlihatkan hubungan sebab akibat dengan satu atau lebih variabel independen dan hubungan tersebut senantiasa tetap (Sudjana, 2003). Pemilihan model regresi yang tepat dapat didasarkan pada besar kecilnya nilai kuadrat tengah galat, persentase kesalahan, koefisien determinasi dan nilai sidik ragam (Gordeyase Mas et al., 2007).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini akan dilaksanakan di Laboratorium Fisiologi dan Biokimia, Laboratorium Teknologi Hasil Ternak dan Laboratorium Biometrika Peternakan Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro, Semarang. Materi yang digunakan penelitian ini meliputi bahan utama yaitu daging sapi bagian rib atau chuck yang dibeli di RPH Penggaron Semarang, bahan pembantu (lemak, garam, gula, merica bubuk, bawang putih bubuk, ketumbar, margarin, tepung tapioka, nitrit, skim, selongsong) dan starter *Lactobacillus casei*.

Penelitian dibagi menjadi empat tahap yaitu (1) tahap persiapan, berupa pembuatan kultur starter *Lactobacillus casei*, (2) pembuatan sosis probiotik dan penyimpanan, (3) tahap pengujian kualitas sosis probiotik dan (4) tahap analisis regresi. Pembuatan sosis didahului dengan penggilingan daging dan lemak. Daging yang sudah halus dicampur dengan nitrit, garam, gula, skim dan bumbu yang terdiri dari merica bubuk, bawang putih dan ketumbar bubuk (Tabel 1).

Semua bahan di atas digiling hingga tercampur rata. Adonan sosis yang dibuat sebanyak 800 g. Setelah tercampur rata adonan kemudian

disimpan dalam lemari es dengan suhu 40-70C untuk proses “kyuring” selama 24 jam. Setelah proses “kyuring” selesai, dilakukan pemasakan pada suhu 800C selama 40 menit. Kemudian dilakukan pendinginan pada suhu kamar. Adonan sosis yang telah dimasak kemudian dihaluskan dengan blender. Campuran adonan sosis dibagi menjadi 16 sampel, masing-masing sebanyak 50 g dan dilakukan pengacakan untuk perlakuan lama penyimpanan yaitu disimpan 0 hari, 7 hari, 14 hari dan 21 hari. Setelah itu dilakukan inokulasi BAL (*Lactobaccilus casei*) sebanyak 2% dari bahan dan diperam selama 24 jam pada suhu 230C. Setelah pemeraman sosis dimasukkan dalam selongsong dari kolagen. Dan dilanjutkan pengasapan dengan suhu 300-350C selama 8 jam. Kemudian sosis probiotik disimpan dalam suhu dingin selama 0, 7, 14 dan 21 hari (masing-masing 4 sampel), dilanjutkan analisis total BAL dengan metode pencawanan agar atau standard plate count (Fardiaz, 1993).

Tabel 1. Persentase dan Formulasi Bahan Dasar Sosis Probiotik

Bahan	Komposisi (%)
Daging sapi	75
Lemak	6,495
Garam	4
Gula	0,56
Merica	0,3
Bawang putih	0,03
Ketumbar	0,1
Margarin	1,5
Tepung tapioka	3
Nitrit	0,015
Skim	9
Total adonan	100

Data kualitas sosis probiotik di analisis regresi dimana lama penyimpanan sebagai variabel independen (X) dan total BAL sosis

dependen (Y). Berdasarkan Sudjana (2002) serta Santosa dan Azhari (2005), berbagai model regresi yang digunakan adalah :

1. Regresi Linier
 $\hat{Y} = a + bX$
2. Polinom pangkat dua atau kuadratik
 $\hat{Y} = a + bX + cX^2$
3. Polinom pangkat tiga atau kubik
 $\hat{Y} = a + bX + cX^2 + dX^3$
4. Eksponensial
 $\hat{Y} = a(e^{bx})$
5. Logistik
 $\hat{Y} = \frac{1}{ab^x}$
6. Growth
 $\hat{Y} = e^{a+bx}$
7. Compound
 $\hat{Y} = ab^x$

Sudjana (2003), pemilihan model regresi yang tepat dilakukan dengan menggunakan beberapa metode:

1). Nilai Sidik Ragam (F-Test)

$$F\text{-test} = \frac{\text{Kuadrat Tengah Regresi}}{\text{Kuadrat Tengah Galat}}$$

Model yang dipilih menghasilkan F-test bermakna dengan nilai terbesar.

2). Koefisien determinasi (R²)

$$R^2 = \frac{\text{Jumlah Kuadrat Regresi}}{\text{Jumlah Kuadrat Total}} \times 100\%$$

Model yang dipilih mempunyai nilai R² terbesar (mendekati 100%).

3). Kuadrat Tengah Galat (*Mean Square Error* (MSE))

$$MSE = \frac{\text{Jumlah Kuadrat Galat}}{\text{Derajat Bebas Galat}}$$

Model yang dipilih mempunyai nilai MSE paling kecil.

4). Persentase Galat (*Percentage Error* (PE))

$$PE = \frac{\text{Nilai Galat}}{\text{Nilai Pengamatan}} \times 100\%$$

Nilai yang negatif akan dimutlakan untuk mencari rata-rata PE. Model yang dipilih adalah yang mempunyai nilai PE terkecil.

Proses perhitungan dilakukan dengan bantuan paket program statistik SPSS dan Excel untuk meningkatkan akurasi (Santoso dan Ashari, 2005).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produksi Total BAL Sosis Probiotik

Hasil produksi total BAL dari sosis probiotik dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2. terlihat bahwa semua sosis probiotik dengan lama penyimpanan 0, 7, 14 dan 21 hari memiliki total BAL > 10⁶ cfu/g. Hal ini menunjukkan bahwa produk sosis tersebut layak sebagai bahan pangan sumber probiotik yang bermanfaat bagi kesehatan, yaitu menyeimbangkan mikroba dalam saluran pencernaan sehingga meningkatkan pencernaan bahan pangan. Menurut Erkilli (2001) bahan pangan sumber probiotik sebaiknya mengandung BAL 10⁶ cfu/g. Sedangkan menurut Ozer *et al.* (2007), produk probiotik untuk pengobatan sebaiknya mengandung total BAL 10⁷ cfu/g. Bakteri asam laktat merupakan probiotik yang mampu tumbuh dan berkembang dalam sistem pencernaan manusia, mampu hidup pada kondisi pH rendah, menekan bakteri patogen, membantu mengeluarkan faeces atau kotoran, menyerap bahan penyebab kanker dan tumor serta memacu sistem kekebalan (Widodo, 2003). Selain itu manfaat probiotik terbukti efektif dalam menangani berbagai penyakit seperti tukak lambung, diare, intoleransi terhadap laktosa, alergi makanan dan juga kanker saluran pencernaan (Zubillaga *et al.*, 2001).

Model Regresi Total BAL Berdasarkan Lama Penyimpanan

Tabel 3 menunjukkan nilai sidik ragam (F -test) pada semua model sangat signifikan ($p < 0,01$). Berdasarkan Sudjana (2003), hal ini menunjukkan bahwa semua model (linier, kuadrat, kubik, compound, growth, eksponensial dan logistik) mempunyai pengaruh nyata terhadap hasil ramalan atau dapat digunakan untuk meramalkan total BAL sosis probiotik berdasarkan lama penyimpanan.

Tabel 2. Produksi Total BAL dari Sosis Probiotik

Lama Simpan (hari)	Total Bal (cfu/g)	Total BAL (log cfu/g)
0	1,78 x 10 ⁸	8,25
0	1,32 x 10 ⁸	8,12
0	1,39 x 10 ⁸	8,14
0	1,30 x 10 ⁸	8,11
7	1,20 x 10 ⁸	8,08
7	3,50 x 10 ⁷	7,54
7	1,36 x 10 ⁸	8,13
7	1,51 x 10 ⁸	8,18
14	2,79 x 10 ⁷	7,45
14	1,46 x 10 ⁷	7,16
14	1,93 x 10 ⁷	7,29
14	2,49 x 10 ⁷	7,40
21	1,49 x 10 ⁷	7,17
21	2,07 x 10 ⁷	7,32
21	1,75 x 10 ⁷	7,24
21	2,00 x 10 ⁷	7,30

Walaupun semua model regresi di atas dapat digunakan, tetap harus dipilih salah satu diantaranya yang nantinya ditetapkan sebagai model yang paling tepat digunakan untuk meramalkan total BAL sosis probiotik berdasarkan lama penyimpanan. Pemilihan ini didasarkan pada model yang mempunyai nilai sidik ragam (F-test) terbesar, koefisien determinasi (R²) terbesar, *mean square error* (MSE) terkecil dan *percentage error* (PE) terkecil. Berdasarkan kriteria tersebut maka dipilih model kubik karena

Tabel 3. Berbagai Model regresi dari Total BAL Sosis Probiotik Berdasarkan Lama Penyimpanan

Model Regresi	F-test	R ² (%)	MSE	PE (%)
Linier	53,78**	79,35	0,042	2,03
Kuadratik	25,58**	79,74	0,044	1,97
Kubik	29,09**	87,91	0,028	1,37
Compound	54,19**	79,47	0,0007	2,01
Growth	54,19**	79,47	0,0007	2,00
Eksponensial	54,19**	79,47	0,0007	2,01
Logistik	54,19**	79,47	0,0007	2,03

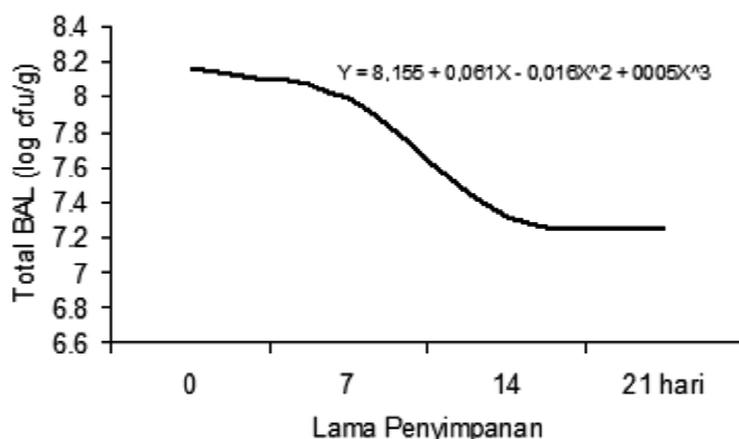
Keterangan: F-test : nilai sidik ragam, R² : koefisien determinasi, MSE : *mean square error*, PE : *percentage error*

memiliki nilai koefisien determinasi (R²) terbesar yaitu 87,91% dan PE terkecil yaitu 1,37%. Walaupun ,odel klubik tidak memiliki nilai F-test terbesar tetapi statusnya sangat signifikan. Model kubik dari toptal BAL ditampilkan pada Ilustrasi 1.

Model yang paling baik diantara ketujuh model tersebut adalah pola kubik dengan bentuk $Y = 8,155 + 0,061 X - 0,016X^2 + 0,0005 X^3$ (R² = 87,91%). Berdasarkan Sudjana (2003), nilai koefisien determinasi (R²) sebesar 87,91% ini berarti melalui model regresi pola kubik tersebut, total BAL sosis probiotik (Y) dapat dijelaskan oleh lama penyimpanan (X) sebesar 87,91%,

sedangkan 12,09% sisanya dipengaruhi oleh faktor lain. Selain itu ketepatan dari model kubik dikarenakan memiliki nilai PE lebih kecil dari 5% yaitu 1,37%. Menurut Makridakis *et al.* (1983) dan Gordeyase Mas *et al.* (2007), model regresi sudah efisien sebagai alat penduga jika nilai PE di bawah 5%.

Percentage error (PE) dari model kubik ini nsebesar 1,37% yang artinya rata-rata kesalahan dari pendugaan adalah 1,37% dari hasil obnservasi. Nila PE pada masing-masing data observasi dapat dilihat pada Tabel 4. Dari semua data observasi hanya satu yang memiliki PE di atas 5% yaitu pada lama simpan 7 hari ulangan ke-2 sebesar 5,87%. Berdasarkan ini maka dapat dikatakan



Ilustrasi 1. Model Kubik dari Total BAL Sosis Probiotik Berdasarkan Lama penyimpanan

Tabel 4. Nilai PE dari Masing-masing Data Observasi Total BAL Berdasarkan Model Kubik

Lama Penyimpanan (hari)	Observasi (Y) (log cfu/g)	Dugaan ((Y-hat)) (Log cfu/g)	PE (%)
0	8,25	8,16	-1,15
0	8,12	8,16	0,43
0	8,14	8,16	0,18
0	8,11	8,16	0,55
7	8,08	7,98	-1,20
7	7,54	7,98	5,87
7	8,13	7,98	-1,81
7	8,18	7,98	-2,41
14	7,45	7,32	-1,71
14	7,16	7,32	2,27
14	7,29	7,32	0,44
14	7,40	7,32	-1,05
21	7,17	7,24	1,03
21	7,32	7,24	-1,04
21	7,24	7,24	0,05
21	7,30	7,24	-0,77
Rata-rata PE setelah dimutlakkan			1,37

model kubik dapat digunakan untuk meramalkan nilai total BAL berdasarkan lama penyimpanan.

Berdasarkan Wirodikromo (1997) dapat dihitung titik puncak atau titik balik model kubik tersebut dengan mencari akar dari persamaan kuadrat turunannya. Dua akar dari persamaan kuadrat turunannya dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$X_{12} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

Produksi total BAL dapat diramalkan dari lama penyimpanan dengan model kubik $\hat{Y} = 8,155 + 0,061 X - 0,016X^2 + 0,0005 X^3$ ($R^2 = 87,91\%$) yang akan memiliki persamaan kuadrat turunannya $0 = 0,061 - 0,032 X + 0,0015X^2$. Berdasarkan rumus diatas maka dapat dihitung dua akar real yang berkainan yaitu (19,22 ; 6,97) dan (2,12 ; 8,22). Hal ini berarti model kubik akan memiliki titik balik minimum pada lama penyimpanan 19,22 hari dengan total BAL 6,97 log cfu/g ($9,3 \times$

10^6 cfu/g) dan titik balik maksimum pada lama penyimpanan 2,12 hari dengan total BAL 8,22 ($1,66 \times 10^8$ cfu/g) log cfu/g.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan disimpulkan bahwa model regresi yang paling tepat untuk meramalkan produksi total BAL sosis probiotik adalah model kubik dengan bentuk : $\hat{Y} = 8,155 + 0,061 X - 0,016X^2 + 0,0005 X^3$ ($R^2 = 87,91\%$).

DAFTAR PUSTAKA

- Erkkila, S. 2001. Bioprotective and Probiotic Meat Starter Cultures for The Fermentation of Dry Sausages. Department of Food Technology. University of Helsinki. (Disertasi).

- Fardiaz, S. 1993. Analisis Mikrobiologi Pangan. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Gordeyase Mas, I K, R. Hartanto dan W.D. Prastiwi. 2007. Proyeksi daya dukung pakan limbah tanaman pangan untuk ternak ruminansia di Jawa Tengah. J. Pengembangan Peternakan Tropis. 32(4) : 285 – 292.
- Makridakis, S., S.C. Wheelwright and V.E. McGee. 1983. Forecasting : Method and Applications. 2nd Ed. John Wiley & Sons, New York.
- Ozer, B., H.A. Kirmaci, E. Senel, M. Atamer and A. Hayaloglu. 2008. Improving the viability of *Bifidobacterium bifidum* BB-12 and *Lactobacillus acidophilus* LA-5 in white-brined cheese by microencapsulation. Int. Dairy J. 19 (1) : 22 - 29.
- Santosa, P.B. dan Ashari. 2005. Analisis Statistik dengan Microsoft Excel dan SPSS. Penebit Andi, Yogyakarta.
- Setyorini, D.A. 2009. Karakteristik Sosis Probiotik Daging Sapi Menggunakan *Lactobacillus casei* dan *Bifidobacterium bifidum* pada Lama Penyimpanan yang Berbeda. Magister Ilmu Ternak U n d i p , S e m a r a n g . (Tesis).Sudjana. 2002. Metoda Statistika. Tarsito, Bandung.
- Sudjana. 2003. Teknik Analisis Regresi dan Korelasi Bagi Para Peneliti. Tarsito, Bandung.
- Widodo. 2003. Bioteknologi Industri Susu. Cetakan Pertama. Lacticia Press,, Yogyakarta.
- Wirodikromo, S. 1997. Matematika. Erlangga, Jakarta.
- Zubillaga, M., R. Weill, E. Postaire, C. Goldman, R. Caro and J. Boccio. 2001. Effects of probiotics and functional foods and their use in different diseases. Nutr. Research. 21 : 569-579.
- Voelker D.H., P.Z. Orton, dan S.V. Adams. 2004. Seri Matematika Keterampilan Statistika. Pakar Raya, Bandung. (Diterjemahkan oleh: Ervina Yudha Kusuma, S.S. dan Endang Naskah Alimah, S.S.)