

ABSTRACT

HEAT TRANSFER MODELING IN STERILIZATION PROCESS CANNED GUDEG

By:

Asep Nurhikmat

NIM.10/306179/STP/00132

Gudeg is a traditional food from Yogyakarta made from young jackfruit and usually prepared with chicken meat, duck eggs, tolo nuts, krecek, tempeh and / or tofu. Gudeg very limited shelf life only ± 48 hours post-processing. Therefore, to extend the shelf life required suitable innovations and precise technology, and one of them with canning technology. Canning technology is not new technology, but use for the preservation of gudeg should be examined carefully. It is based on the fact that the gudeg materials with a variety of physical, chemical and sensory differ.

The most important operating unit in canned gudeg is sterilization in order to destroy microbes, particularly microbial spoilage and pathogenic so canned gudeg aside enough cooking is also more durable or long-lasting. Thus gudeg sterilization process must be done at a relatively high temperature to ensure the microbes die, but gudeg had good quality physical and sensory. Heat transfer gudeg canned during the sterilization process follows the cylindrical coordinates, the model of heat transfer in gudeg canned follow a mathematical equation:

$$T_{i,j}^{(t+\Delta t)} = T_{i,j}^{(t)} + \frac{\alpha \Delta t}{\Delta r^2} (T_{i-1,j} - 2T_{i,j} + T_{i+1,j})^{(t)} + \frac{\alpha \Delta t}{2r\Delta r^2} (T_{i-1,j} - T_{i+1,j})^{(t)} + \frac{\alpha \Delta t}{\Delta z^2} (T_{i,j-1} - 2T_{i,j} + T_{i,j+1})^{(t)}$$

The equation can be solved with the application of computer simulation with the program Matrix Laboratory (MATLAB). Assumption a simulation of MATLAB for the gudeg material was homogeneous so that the approach used diffusivity (α) of the average. Result estimation of temperature predictions and observations had coefficient of determination (r^2) of 0.99 which means that the model developed in accordance with the character of gudeg canned temperature rise.

Another simulation program COMSOL Multiphysic (COMSOL) required parameters conductivity (k), density (ρ) and specific heat (Cp) of each constituent

material gudeg thus simulation approach can be carried out heterogeneously. Result estimation of temperature predictions and observations had coefficient of determination (r^2) between 0.95 to 0.99 means that the observation data and the predictions data produced quite valid or observations to be believed.

The higher setting of the temperature and time on retort generated value greater sterility of gudeg canned. Sterilization turns impact on the total microbial, *Salmonella* sp. and *Clostridium* sp. begin to die at a temperature setting at 121°C and 20 minutes and the resulting sterility of 4.32 minutes. The higher setting of the temperature and time on retort impact on cans enamel defects were greater and the percentage of aluminum further down. Another effect from sterilization on gudeg material had gudeg and nuts texture is down, while the texture of chicken meat and eggs rose is hard. Post-sterilization for colors of gudeg was darker.

Gudeg canned after 18 months storage had $68.49 \pm 0.02\%$ moisture content; $1.56 \pm 0.02\%$ ash; $8.40 \pm 0.01\%$ protein; $12.74 \pm 0.01\%$ fat and $5.60 \pm 0.01\%$ fiber. During storage the total protein decreased by 16.65%. Microbial populations during storage is still below the required minimum threshold of <10 colonies / g while for *Salmonella* sp. and *Clostridium* sp. negative. Sensory properties of gudeg canned down but in general the panelists still receive gudeg canned until the shelf life of 15 months.

ABSTRAK

PEMODELAN PERPINDAHAN PANAS PADA PROSES STERILISASI GUDEG KALENG

Oleh :

Asep Nurhikmat

NIM.10/306179/STP/00132

Gudeg adalah makanan tradisional asal Yogyakarta yang dibuat dengan bahan baku buah nangka muda dan biasanya disiapkan dengan daging ayam kampung, telur bebek, kacang tolo, krecek, tempe dan/atau tahu. Daya simpan gudeg sangat terbatas yaitu hanya ± 48 jam pasca pengolahannya. Oleh sebab itu untuk memperpanjang umur simpan gudeg tersebut diperlukan inovasi teknologi yang cocok dan tepat, dan salah satunya dengan teknologi pengalengan. Teknologi pengalengan bukan merupakan teknologi baru, oleh sebab itu penggunaannya untuk pengawetan gudeg harus dilakukan kajian secara teliti. Hal ini didasarkan pada fakta bahwa bahan penyusun gudeg terdiri atas ragam bahan dengan sifat fisik, kimia dan inderawi berbeda.

Satuan operasi terpenting dalam pengalengan gudeg adalah sterilisasi yang bertujuan untuk mematikan mikroba, khususnya mikroba pembusuk dan patogen agar gudeg kaleng selain cukup masak juga lebih awet atau tahan lama. Dengan demikian proses sterilisasi gudeg harus dilakukan pada suhu yang relatif tinggi untuk memastikan mikroba tersebut mati, tetapi gudeg yang dihasilkan memiliki mutu baik secara fisik maupun inderawi. Perpindahan panas pada gudeg dalam kaleng selama proses sterilisasi mengikuti koordinat silinder, maka model perpindahan panas pada gudeg dalam kaleng mengikuti persamaan matematis sebagai berikut :

$$T_{i,j}^{(t+\Delta t)} = T_{i,j}^{(t)} + \frac{\alpha \Delta t}{\Delta r^2} (T_{i-1,j} - 2T_{i,j} + T_{i+1,j})^{(t)} + \frac{\alpha \Delta t}{2r \Delta r^2} (T_{i-1,j} - T_{i+1,j})^{(t)} + \frac{\alpha \Delta t}{\Delta z^2} (T_{i,j-1} - 2T_{i,j} + T_{i,j+1})^{(t)}$$

Persamaan tersebut dapat diselesaikan dengan aplikasi simulasi komputer dengan program *Matrix Laboratory* (MATLAB). Untuk menjalankan simulasi MATLAB diperlukan asumsi bahwa sifat fisik bahan penyusun gudeg adalah

homogen agar pendekatannya digunakan difusivitas (α) bahan rata-rata. Estimasi suhu prediksi dan suhu pengamatan dihasilkan nilai koefisien determinasi (r^2) sebesar 0,99 yang artinya model yang dikembangkan sesuai dengan karakter kenaikan suhu gudeg kaleng.

Simulasi lain dengan program *Comsol Multiphysic* (COMSOL) diperlukan parameter konduktivitas (k), densitas (ρ) dan panas jenis (C_p) masing-masing bahan penyusun gudeg dengan demikian pendekatan simulasinya dapat dilakukan secara heterogen. Estimasi suhu prediksi dan suhu pengamatan dihasilkan nilai koefisien determinasi (r^2) antara 0,95 - 0,99 artinya data pengamatan dan data prediksi yang dihasilkan cukup sah atau hasil pengamatan dapat dipercaya.

Makin tinggi pengaturan suhu dan waktu pada retot dihasilkan nilai sterilitas gudeg kaleng makin besar. Sterilisasi ternyata berdampak pada penurunan total mikroba, *Salmonella* sp. dan *Clostridium* sp. mulai mati pada pengaturan suhu alat sebesar 121°C dan waktu 20 menit dan sterilitas yang dihasilkan sebesar 4,32 menit. Makin tinggi pengaturan suhu dan waktu pada retot berdampak pada kerusakan enamel kaleng yang makin besar dan persentase aluminium makin turun. Pengaruh lain sterilisasi bahan adalah tekstur gudeg nangka dan kacang tolo turun, sedangkan tekstur daging ayam dan telur naik menjadi keras. Warna gudeg pasca sterilisasi makin gelap karena reaksi pencoklatan.

Gudeg kaleng pasca penyimpanan 18 bulan memiliki kadar air 68,49±0,02%; abu 1,56±0,02%; protein 8,40±0,01%; lemak 12,74±0,01% dan serat 5,60±0,01%. Selama penyimpanan total protein turun sebesar 16,65%. Populasi mikroba selama penyimpanan masih berada di bawah ambang minimal yang disyaratkan yaitu <10 koloni/g sementara untuk *Salmonella* sp. dan *Clostridium* sp. negatif. Sifat inderawi gudeg kaleng turun tetapi secara umum panelis masih menerima gudeg kaleng sampai masa simpan 15 bulan.