

Studi simulasi distribusi panas pada panci kukus alat pemercepat pengasinan telur otomatis

Nicholas Arga Vino Dewangga¹, Arifin Nurcholis¹, Yogie Muhammad Lutfi¹, Damaris Adi Waskitho², Skolastika Grace Harjaningtyas³, Ubaidillah¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret

²Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret

³Program Studi Ilmu Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami No. 36A, Surakarta, Jawa Tengah 532163

Email korespondensi: vinodewa4@student.uns.ac.id

Abstrak

Perpindahan panas adalah perpindahan energi akibat adanya perbedaan suhu di antara dua tempat yang berbeda. Bahasan utama dalam perpindahan panas ialah cara energi di dalam panas dapat berpindah tempat dan laju perpindahannya dalam kondisi tertentu. Perpindahan panas meliputi proses pemasukan dan pengeluaran panas. Kajian ini berisi desain teknik dan simulasi distribusi panas pada panci kukus alat pemercepat proses osmosis telur dengan memanipulasi tekanan osmotik (hidrostatik) dengan nyala kompor. Alat yang dimaksud berupa panci kukus dengan dudukan dan kompor pemanas yang diletakkan 2,5 inchi dari panci. Pertama, alat ini didesain menggunakan software 3D engineering drawing, metode oven dengan pembakaran sabut kelapa pada alat pengasin telur sebelumnya diubah menjadi metode kukus dengan nyala api kompor untuk menjaga suhu tetap stabil. Metode pengukusan (steaming) dipilih karena dapat mempertahankan cita rasa alami dari bahan makanan dengan terjadinya perpindahan panas secara konveksi dari uap panas ke bahan makanan yang sedang dikukus. Analisis perambatan panas menggunakan metode elemen hingga menggunakan software ANSYS untuk mengetahui kemampuan distribusi panas pada panci, serta untuk mengetahui bagian yang ikut panas saat alat bekerja, sehingga dapat dilakukan insulasi. Simulasi dilakukan dengan memberikan panas steady pada permukaan bawah panci kukus dengan suhu api sebesar 1200°C. Desain berulang kali dilakukan perbaikan untuk meningkatkan kekuatan dan penyebaran panas di daerah kritis dengan cara mengubah material dan mengubah metode pemanasan, sehingga didapat hasil yang baik untuk suhu pemanasan telur yang stabil. Desain difinalisasikan untuk proses pembuatan produk. Kajian ini dibuat sebagai bentuk pengembangan pemodelan alat masak dan sistem yang optimal pada alat pengasin telur dalam bentuk publikasi jurnal ilmiah.

Kata kunci: simulasi panas, aliran panas, tekanan osmotik, telur asin.

Abstract

Heat transfer is the transfer of energy due to the difference in temperature between two different places. The main language in heat transfer is the way the energy in heat can move from place to place and its speed under certain conditions. Heat transfer includes the process of entering and removing heat. This article contains engineering designs and simulations of heat distribution in a steam pot, a device for accelerating the egg osmosis process by manipulating osmotic (hydrostatic) pressure with a stove flame. The tool in question is a steaming pot with a holder and a stove heater placed 2.5 inches from the pan. First, this tool is designed using 3D engineering drawing software, the oven method by burning coconut fiber in an egg salting tool was previously converted into a steam method with a stove flame to keep the temperature stable. The method of steaming (steaming) was chosen because it can maintain the natural taste of food ingredients by convective heat transfer from hot steam to the food being steamed. Analysis of heat propagation using the finite element method using ANSYS software to determine the ability of heat distribution in the pan, as well as knowing the parts that are hot when the tool is working can insulate. The simulation was carried out by providing a stable heat on the bottom surface of the steam pot with a fire temperature of 12000°C. The design was repeatedly improved to increase the strength and heat distribution in the critical area by changing the material and changing the heating method so as to produce good results for a stable egg heating temperature. The design is finalized for the product manufacturing process. This article was created as a model for developing optimal cooking utensils and systems for salting eggs in the form of scientific journal publications.

Keywords: heat simulation, heat flows, osmotic pressure, salted egg.

1. Pendahuluan

Proses pengasinan telur dapat dilakukan melalui dua cara, yaitu merendam telur dengan larutan garam jenuh dan membungkus telur dengan adonan garam

yang biasanya terdiri dari bubuk bata, abu gosok, dan garam [1]. Telur asin secara tradisional dibuat dengan merendam telur utuh dalam satu wadah berisi garam atau dengan melapisi telur dengan pasta tanah

yang dicampur dengan garam sekitar 20–35 hari [11-13]. Menurut Idris, dkk. [2], lama waktu pemeraman telur asin merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi aroma dan warna pada putih atau kuning telur. Lama waktu proses pengasinan telur masih menjadi permasalahan yang harus dipecahkan, karena lama perendaman berkaitan erat dengan efisiensi waktu proses pengasinan telur dan karakteristik organoleptik telur asin yang dihasilkan. Menurut kajian tersebut, proses pengasinan telur dapat dipersingkat menjadi hanya 3 jam saja melalui manipulasi tekanan osmotik [3]. Semua produk yang mengandung kuning telur ini memerlukan beberapa tingkat perlakuan panas untuk meningkatkan atau memastikan kualitasnya. Pengaruh perlakuan panas yang baik untuk pengemulsi lipid adalah stabilitas panas [9]. Alat pemercepat proses pengasinan telur asin yang telah ada saat ini adalah lemari oven asap dengan prinsip kerja pengasapan telur menggunakan oven selama 5-6 jam dengan bahan bakar tabung gas dan sabut kelapa. Kelemahan dari alat ini adalah suhu oven yang digunakan berfluktuatif dan susah dikontrol karena media penghantarnya berupa sabut kelapa [4]. Hal tersebut menyebabkan telur asin tidak memiliki tingkat kematangan yang sama dan bahkan *gosong*, sehingga tidak dapat dijual dan mengakibatkan kerugian [5].

Berangkat dari pemikiran tersebut, maka muncul ide untuk membuat alat masak telur asin yang dapat mendistribusikan panas dengan baik, sehingga suhunya tidak berfluktuatif. Metode oven dengan pembakaran diubah menjadi metode kukus untuk menjaga suhu tetap stabil. Metode pengukusan (*steaming*) dipilih karena dapat mempertahankan cita rasa alami dari bahan makanan dengan terjadinya perpindahan panas secara konveksi dari uap panas ke bahan makanan yang sedang dikukus [10].

2. Metode

Desain

Pengujian dilakukan dengan mendesain panci kukus dengan bahan *stainless steel* tipe 201 dengan tebal 1 mm. Panci luar didesain dengan ukuran diameter 45 cm dan tinggi 45 cm, sedangkan panci dalam didesain dengan ukuran 35 cm dengan tinggi 40 cm, ukuran ini disesuaikan dengan target kapasitas alat yaitu 250 butir telur. Dari selisih ukuran panci luar dan panci dalam, maka volume air yang dipakai untuk media proses kukus adalah 25 liter. Desain tiga dimensi dibuat pada aplikasi Autodesk Fusion 360, ditunjukkan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Desain panci kukus alat pengasin telur otomatis.

Pengukuran Profil Api

Desain panci kukus yang telah dibuat, kemudian disimulasikan melalui software ANSYS. Pengujian ini dilakukan setelah pengambilan data analisis suhu api. Kajian ini menggunakan kompor tipe *full burner low pressure* dengan variasi jarak 2,5 inci dari bagian bawah panci kukus telur asin. Dari profil api dan garis isothermal api, akan didapatkan lokasi tinggi api terhadap panci untuk memberikan energi panas tertinggi, ilustrasi ditunjukkan pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Ketinggian api.

Dari Gambar 2 di atas, tampak kompor uji mampu menampilkan api yang sesuai dengan katup bukaan gas. Seperti terlihat pada Gambar 2, terlihat bahwa api tidak hanya berwarna biru tapi juga jingga. Warna jingga pada api ini disebut juga radiasi jelaga, dan termasuk dalam daerah non-stokimetri, di mana pada daerah tersebut rasio campuran antara udara dan bahan bakar kurang dari satu dan dikategorikan sebagai api yang tidak stabil. Terjadinya api stabil dapat diindikasikan melalui suhu dan warna api yang mampu dihasilkan oleh kompor [8]. Dari profil ketinggian api didapatkan bahwa api biru memiliki profil ketinggian 2,5 inci dan api jingga memiliki profil ketinggian 3 inci, maka untuk mendapatkan proses masak yang maksimal panci diletakkan 2.5 inci dari sumber panas agar terjadi proses pemanasan maksimal.

Simulasi

Simulasi panas dilakukan untuk mengetahui seberapa baik perpindahan panas yang diperoleh dengan pengujian menggunakan metode elemen hingga. Analisis perambatan panas menggunakan software

ANSYS untuk mengetahui kemampuan distribusi panas pada panci, serta untuk mengetahui bagian yang ikut panas saat alat bekerja sehingga dapat dilakukan insulasi.

Simulasi dilakukan dengan memberikan panas radiasi pada bagian bawah kompor dengan api biru dengan asumsi suhu sebesar 1200°C sesuai tabel suhu warna api. Proses perpindahan panas pada alat terjadi secara radiasi, konduksi dan konveksi karena adanya proses kukus menggunakan media air dan larutan garam jenuh. Simulasi dilakukan dengan memasukkan semua material *properties* yang sudah tersedia pada software ANSYS, Tabel 1 berikut adalah data material *properties* yang dibutuhkan untuk melakukan simulasi.

Tabel 1. Material properties.

No	Material	Densitas (kg/m ³)	Isotropic Thermal Conductivity (W/m°C)
1.	Stainless Steel 201	7799	16,35
2.	Baja	7850	60,5
3.	Air	998,2	0,6
4.	Garam	2160	0,7
5.	Kapur	3340	0,45

3. Hasil dan Pembahasan

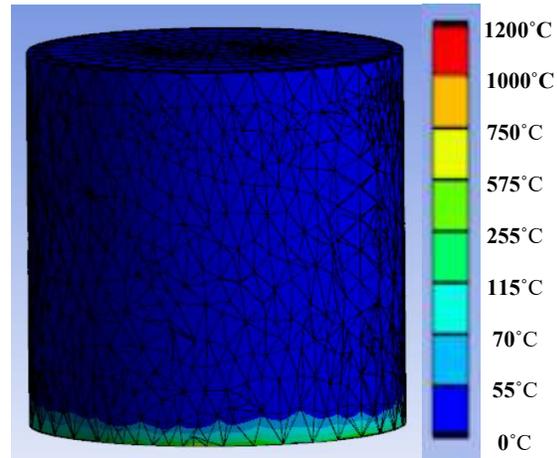
Dari hasil simulasi pada software ANSYS yang telah dilakukan, diperoleh data nilai kerapatan fluks radiasi panas seperti yang tertera pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil nilai kerapatan fluks radiasi pada bagian bawah panci pada software ANSYS.

Waktu (detik)	Maks. (W/m ²)
1	87,855
50	88,966
250	89,861
500	91,236
750	92,130
1000	93,331
1250	94,039
1500	94,733
1750	95,526
2000	95,756
2250	96,279
2500	96,903
2750	97,131
3000	97,257
3250	97,844
3600	98,220

Dari data yang diperoleh, diketahui bahwa perbedaan suhu pada setiap rentang waktu 250 detik kurang dari 1,1%, yaitu di angka 1,02%. Karena perbedaan suhu

yang kecil tersebut, dapat diambil kesimpulan bahwa desain dan sistem dapat menghantarkan panas secara merata pada setiap menitnya [6, 7]. Desain berulang diperbaiki untuk meningkatkan ketahanan pada bagian kritis dengan mengubah material dan ketebalan material hingga didapatkan hasil yang dirasa cukup baik seperti Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Hasil simulasi panas pada panci kukus alat pengasin telur otomatis.

4. Kesimpulan

Dari hasil simulasi pengujian ditemukan bahwa bahan *stainless steel* tipe 201 *food grade* dengan tebal 1 mm cukup ideal sebagai bahan dasar panci kukus, karena memiliki kerapatan fluks radiasi yang cukup baik dan konduktivitas termal yang cukup baik untuk mendistribusikan panas, seperti yang terlihat pada Gambar 3. Dari hasil perambatan panas pada proses pengasinan telur pada panci kukus diperoleh suhu minimum alat sebesar 88°C pada menit pertama dan suhu maksimum sebesar 98°C pada satu jam pertama. Hasil simulasi tersebut menunjukkan bahwa panci kukus dengan media perambatan panas berupa air memiliki kemampuan perpindahan panas dan stabilitas suhu yang baik dalam memanipulasi suhu pada proses osmotisasi telur ketika melakukan pengasinan nantinya.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih ditujukan kepada Dirjen Belmawa Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi dan Kemahasiswaan Universitas Sebelas Maret yang telah memberikan kontribusi dalam pembuatan artikel ini.

Daftar Pustaka

[1] Sirait, Celly H. 1987. Penggunaan Larutan Teh Dalam Proses Pengasinan Terhadap Daya Simpan Telur Asin. *Jurnal Peternakan*. 11 (1):29-32.

- [2] Idris, S. 1984. *Telur dan Cara Pengawetannya*. Inter Report 14 Nuffic-Universitas Brawijaya Malang.
- [3] Susilo, J. 2017. Teknologi Pembuatan Telur Asin Selama 3 Jam Melalui Manipulasi Tekanan Osmotik. *Jurnal Litbang Sukowati*. 1 (1):1-16
- [4] Adriana, M., Artika, K. D., dan Fatimah. 2019. Perancangan Alat Oven Asap Telur Asin Portabel Menggunakan Teknik Manipulasi Osmotik. *Prosiding Seminar Nasional Riset Terapan*. Politeknik Tanah Laut, Banjarmasin, Kalimantan Selatan. pp.49-53.
- [5] Sabar, W. P dan Parnanto, N. H. R. 2015. Peningkatan Usaha Telur Asin Asap. *Jurnal Inovasi dan Kewirausahaan*. 4 (2):87-93.
- [6] J.P. Holman. 1986, Heat Transfer, Sixth Edition. McGraw-Hill, Inc., New York.
- [7] Reynolds, C. Wiliam, Perkins, C. Henry. 1987, Termodinamika Teknik, Edisi ke-2. Erlangga, Jakarta.
- [8] R.R. Vienna Sona Saputri Soetadi & Sungkono Kawano (2012). Studi Eksperimen Distribusi Temperatur Nyala Api Kompor Bioetanol Tipe Side Burner dengan Variasi Diameter Firewall. *Jurnal Teknik ITS Vol (1)*.
- [9] L.Campbell, Raikos, & Euston, (2005). Heat stability and emulsifying ability of whole egg and egg yolk as related to heat treatment. *Food Hydrocolloids* 19 (2005) 533–539
- [10] Lutfilah. E. (1988). Berbagai Cara Penanganan Ikan Rucah dan Pembuatan Pellet Ikan. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- [11] Chen, D. W., Balagiannis, D. P., and Parker, J. K. 2019. Use of Egg Yolk. Phospholipids to Generate Chicken Meat Odorants. *Food Chemistry*. 286: 71–77.
- [12] Cheng, S., Zhang, T., and Wang, X. 2018. Influence of Salting Processes on Water and Lipid Dynamics, Physicochemical and Microstructure of Duck Egg. *Journal of Food Science and Technology*. 95: 143–149.
- [13] Su, Yujie., Chen, Zheng., Li, Junhua., Chang, Cuihua., Gu, Luping., Yang, Yanjun. 2021. Characterization of Salted Egg Yolk Flavoring Prepared by Enzyme Hydrolysis and Microwave Irradiation. *Journal of Food Chemistry*. 338 (2021): 1-8.