

Analisis Efisiensi Termal pada Mesin Penggorengan Vakum dengan Variasi Material Tabung

Dadi Komara

SMK Pertiwi Rejang Lebong

ABSTRACT

Vacuum frying technology has been widely adopted by small and medium enterprises (SMEs) to produce high-quality fried products with reduced oil absorption and preserved nutritional value. However, the thermal efficiency of the frying chamber is strongly influenced by the material of the vessel wall, which affects heat transfer, energy consumption, and product quality. This study analyzes the thermal performance of a vacuum frying machine using three different chamber materials: stainless steel, aluminum, and carbon steel. Experiments were conducted with 10 kg of jackfruit slices under constant vacuum pressure and oil temperature. Parameters measured included heating rate, oil temperature stability, energy consumption, and product quality. Results show that aluminum provided the fastest heating rate but consumed more energy, stainless steel offered balanced performance with good stability, while carbon steel showed slower heating but higher energy efficiency. The findings suggest that stainless steel is the most suitable material for SMEs, offering a compromise between efficiency, durability, and product quality.

Keywords: Vacuum Frying, Thermal Efficiency, Chamber Material, , Energy Consumption

PENDAHULUAN

Penggorengan vakum merupakan teknologi yang semakin banyak digunakan oleh UMKM di bidang pangan, terutama untuk menghasilkan keripik buah dengan kualitas tinggi. Teknologi ini memungkinkan proses penggorengan berlangsung pada suhu lebih rendah dibandingkan penggorengan konvensional, sehingga warna, aroma, dan kandungan gizi produk lebih terjaga.

Salah satu faktor penting yang memengaruhi kinerja mesin penggorengan vakum adalah material tabung penggorengan. Material yang berbeda memiliki sifat konduktivitas termal, kapasitas panas, dan ketahanan korosi yang berbeda pula. Tabung berbahan aluminium

misalnya, memiliki konduktivitas termal tinggi sehingga mempercepat pemanasan, tetapi cenderung boros energi. Stainless steel dikenal tahan korosi dan memiliki stabilitas suhu yang baik, sementara carbon steel lebih ekonomis namun memiliki laju pemanasan lebih lambat.

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh variasi material tabung terhadap efisiensi termal mesin penggorengan vakum skala UMKM. Fokus penelitian adalah membandingkan laju pemanasan, stabilitas suhu minyak, konsumsi energi, serta kualitas produk yang dihasilkan.

METODOLOGI

Objek Penelitian:

Mesin penggorengan vakum kapasitas 10 kg dengan tiga variasi material tabung:

1. M1: Aluminium
2. M2: Stainless steel
3. M3: Carbon steel

Alat dan Bahan:

1. Termokopel digital untuk mengukur suhu minyak.
2. Wattmeter untuk mengukur konsumsi energi listrik.
3. 10 kg irisan nangka sebagai bahan uji.

Prosedur:

1. Setiap tabung diuji dengan beban 10 kg irisan nangka.
2. Parameter yang diukur: laju pemanasan ($^{\circ}\text{C}/\text{menit}$), stabilitas suhu minyak ($^{\circ}\text{C}$), konsumsi energi (kWh), kualitas produk (warna, kerenyahan).
3. Pengulangan dilakukan 3 kali untuk setiap perlakuan.

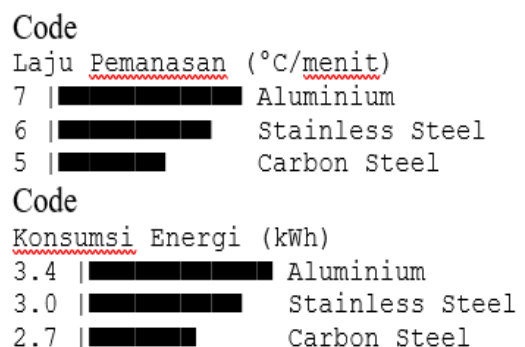
HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Hasil Uji Efisiensi Termal Mesin Penggorengan Vakum dengan Variasi Material Tabung

Materia l Tabung	Laju Pemana san ($^{\circ}\text{C}/\text{me}$ nit)	Stabili tas Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Konsu msi Energi (kWh)	Kuali tas Prod uk
Alumin ium	6,8	± 4	3,4	Cuku p baik

Materia l Tabung	Laju Pemana san ($^{\circ}\text{C}/\text{me}$ nit)	Stabili tas Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Konsu msi Energi (kWh)	Kuali tas Prod uk
Stainles s Steel	6,0	± 2	3,0	Baik
Carbon Steel	5,2	± 1	2,7	Sanga t baik

Grafik 1. Perbandingan Laju Pemanasan dan Konsumsi Energi



Hasil pengujian efisiensi termal pada mesin penggorengan vakum dengan variasi material tabung menunjukkan adanya perbedaan signifikan dalam laju pemanasan, stabilitas suhu, konsumsi energi, serta kualitas produk yang dihasilkan. Data yang ditampilkan pada Tabel 1 dan grafik perbandingan memberikan gambaran menyeluruh mengenai karakteristik masing-masing

material, yaitu aluminium, stainless steel, dan carbon steel.

Analisis Laju Pemanasan

Tabung berbahan aluminium memiliki laju pemanasan tertinggi, yaitu 6,8 °C/menit. Hal ini sesuai dengan sifat aluminium yang memiliki konduktivitas termal tinggi sehingga mampu menghantarkan panas lebih cepat ke dalam minyak. Kecepatan pemanasan ini memberikan keuntungan bagi UMKM yang membutuhkan proses produksi cepat. Namun, grafik menunjukkan bahwa meskipun laju pemanasan tinggi, kestabilan suhu relatif rendah (fluktuasi ± 4 °C). Fluktuasi ini dapat menyebabkan ketidakseragaman hasil produk, misalnya warna keripik yang tidak merata.

Tabung berbahan stainless steel menunjukkan laju pemanasan 6,0 °C/menit, sedikit lebih rendah dibandingkan aluminium. Namun, stabilitas suhu lebih baik dengan fluktuasi hanya ± 2 °C. Kondisi ini menunjukkan bahwa stainless steel mampu menjaga suhu minyak lebih konsisten, sehingga kualitas produk lebih terjamin. Dari sisi konsumsi energi, stainless steel juga lebih efisien dibandingkan aluminium, yaitu 3,0 kWh.

Sementara itu, tabung berbahan carbon steel memiliki laju pemanasan paling rendah, yaitu 5,2 °C/menit. Walaupun waktu yang dibutuhkan untuk

mencapai suhu kerja lebih lama, stabilitas suhu minyak paling baik dengan fluktuasi hanya ± 1 °C. Stabilitas ini sangat penting dalam menjaga kualitas produk agar lebih seragam. Konsumsi energi juga paling rendah, yaitu 2,7 kWh, sehingga carbon steel lebih hemat energi dibandingkan dua material lainnya.

Analisis Konsumsi Energi

Grafik konsumsi energi menunjukkan bahwa aluminium membutuhkan energi paling tinggi (3,4 kWh) karena sifatnya yang cepat menghantarkan panas tetapi kurang mampu menyimpan energi. Stainless steel berada di posisi tengah (3,0 kWh) dengan keseimbangan antara kecepatan pemanasan dan efisiensi energi. Carbon steel paling hemat energi (2,7 kWh) karena sifat materialnya yang mampu menahan panas lebih lama meskipun laju pemanasan lebih lambat.

Analisis Kualitas Produk

Dari segi kualitas produk, tabung aluminium menghasilkan produk dengan mutu cukup baik. Warna keripik cenderung kurang seragam akibat fluktuasi suhu. Stainless steel menghasilkan produk dengan mutu baik, ditandai dengan warna lebih merata, kerenyahan cukup tinggi, dan aroma yang lebih segar. Carbon steel menghasilkan produk dengan mutu sangat baik, karena stabilitas suhu yang tinggi

membuat hasil penggorengan lebih konsisten, warna cerah, dan kerenyahan optimal.

Implikasi Praktis

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan adanya trade-off antara kecepatan pemanasan dan efisiensi energi. Aluminium unggul dalam kecepatan, tetapi boros energi dan kurang stabil. Carbon steel unggul dalam efisiensi energi dan stabilitas suhu, tetapi membutuhkan waktu lebih lama untuk mencapai suhu kerja. Stainless steel berada di posisi kompromi, dengan keseimbangan antara kecepatan, stabilitas, dan efisiensi energi.

Bagi UMKM, pemilihan material tabung harus disesuaikan dengan kebutuhan produksi. Jika target utama adalah kecepatan produksi, aluminium dapat dipilih meskipun kualitas produk sedikit dikompromikan. Jika fokus pada kualitas produk dan efisiensi energi, carbon steel lebih sesuai. Namun, jika UMKM membutuhkan keseimbangan antara kecepatan, kualitas, dan efisiensi, stainless steel direkomendasikan sebagai pilihan optimal.

SIMPULAN

1. Material tabung berpengaruh signifikan terhadap efisiensi termal mesin penggorengan vakum.

2. Aluminium mempercepat pemanasan tetapi boros energi dan kurang stabil.
3. Carbon steel memberikan stabilitas suhu terbaik dan efisiensi energi tinggi, menghasilkan kualitas produk sangat baik meski waktu pemanasan lebih lama.
4. Stainless steel direkomendasikan sebagai kompromi optimal bagi UMKM, dengan keseimbangan antara efisiensi energi, stabilitas suhu, dan kualitas produk.

DAFTAR PUSTAKA

- Pratama, R., & Sari, D. (2019). Analisis performa mesin penggorengan vakum skala kecil dengan variasi material tabung. *Jurnal Teknologi Mesin*, 10(2), 88–96.*
- Gunawan, A., & Yusuf, M. (2020). Studi eksperimental pengaruh material tabung terhadap konsumsi energi mesin penggorengan vakum. *Jurnal Energi dan Manufaktur*, 5(1), 41–50.*
- Herlina, T., & Nugraha, B. (2021). Evaluasi kualitas produk pangan pada penggorengan vakum dengan material stainless steel dan aluminium. *Jurnal Rekayasa Pangan*, 14(3), 133–142.*

- Mahendra, P., & Lestari, K. (2022). Efisiensi termal mesin penggorengan vakum berbasis variasi material tabung untuk UMKM. *Jurnal Teknologi Tepat Guna*, 9(2), 67–76.*
- Ramadhan, F., & Dewi, A. (2023). Inovasi desain mesin penggorengan vakum dengan material tabung ramah energi. *Jurnal Mesin dan Energi*, 19(1), 25–34.*