Jurnal CRANKSHAFT, Vol. 6 No. 3 (2023)
ISSN 2623-0755

ANALISA PENGARUH WAKTU DAN TEMPERATUR *BURNER* TERHADAP LAJU PERPINDAHAN PANAS DRUM PADA MESIN ROASTER KACANG TANAH KAPASTIAS 1Kg

Slamet Khoeron[1a], Hera Setiawan[2], Akhmad Zidni Hudaya[3], Sugoro Bhakti Sutono[4], Taufiq Hidayat[5]

[1,2,3,5]Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muria Kudus
[4]Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muria Kudus

Korespondensi:
[a]Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muria Kudus
slamet.khoeron@umk.ac.id

ABSTRAK

Pada umumnya mesin pemanggang digunakan untuk berbagai proses aplikasi kuliner, termasuk memanggang kacang. Pada proses penyangraian, kacang tanah disangrai dalam drum dengan pengaturan waktu yang bervariasi. Kacang tanah sebagai bahan pakan dimasukkan ke dalam ruang sangrai yang berputar mengikuti arah putaran mesin. Pada saat proses berlangsung, drum berputar, terjadi distribusi panas silang antara dinding bawah dan dinding atas, dan terjadilah laju perpindahan panas. Kondisi tersebut sangat mempengaruhi hasil penyangraian. Perlu dilakukan analisa kinerja mesin berdasarkan perubahan temperatur dengan pengaruh waktu. Proses pemantauan suhu drum dilakukan dengan menggunakan pemetaan panas yang memanfaatkan sensor dan sistem pemantauan terkini untuk menangkap laju perpindahan panas di ruang pemanggangan secara visual dan kuantitatif. Temperatur burner bahan bakar LPG 600-700˚C dengan pengaturan putaran mesin konstan pada 30rpm. Waktu proses pemanggangan antara 15, 20, dan 25 (menit). Peta warna menunjukkan tingkat konduktivitas yang berbeda-beda akibat perubahan suhu yang dipengaruhi oleh waktu pembakaran. Kondisi ini juga mempengaruhi perubahan kondisi pada drum, dimana sensor termokopel pada drum menangkap hasil perekaman pada waktu 15 menit pada suhu 162˚C, 20 menit pada suhu 178˚C, dan 25 menit pada suhu 178˚C. 235˚C. Perubahan warna kulit kacang tanah juga menunjukkan adanya penurunan kadar air yang ditunjukkan dengan adanya perbedaan berat awal sebelum disangrai dan setelah disangrai sebesar 9,7% pada waktu 15 menit, 10,8% pada waktu 20 menit, dan 13,6% pada waktu 25 menit. Durasi pemanggangan 15 hingga 20 menit menunjukkan pentingnya waktu dalam mencapai tingkat kematangan yang diinginkan.

Kata kunci: *Roasting, peanuts,* pemantauan waktu-nyata, durasi.

ABSTRACT

In general, roasting machines are used for various culinary application processes, including roasting nuts. In the roasting process, peanuts are roasted in a drum with varying time settings. Peanuts as feed ingredients are put into the roasting chamber which rotates following the direction of the machine rotation. During the process, the drum rotates, cross-heat distribution occurs between the bottom wall

and the top wall, and the heat transfer rate occurs. These conditions greatly affect the roasting results. It is necessary to analyze engine performance based on changes in temperature with the influence of time. The drum temperature monitoring process is carried out using heat mapping which utilizes the latest sensors and monitoring systems to visually and quantitatively capture the rate of heat transfer in the roasting chamber. LPG fuel burner temperature 600-700˚C with constant engine speed setting at 30rpm. The roasting process time is between 15, 20, and 25 (minutes). The color map shows different levels of conductivity due to temperature changes which are influenced by burning time. This condition also affects changes in conditions on the drum, where the thermocouple sensor on the drum captures the recording results for 15 minutes at a temperature of 162˚C, 20 minutes at a temperature of 178˚C, and 25 minutes at a temperature of 178˚C. 235˚C. Changes in the color of peanut skin also indicate a decrease in water content as indicated by the difference in initial weight before roasting and after roasting by 9.7% at 15 minutes, 10.8% at 20 minutes, and 13.6% at 25 minutes. minute. The roasting duration of 15 to 20 minutes shows the importance of time in achieving the desired level of doneness.

Keywords: *Roasting, peanuts, real-time monitoring, duration.*

1. PENDAHULUAN

Pada umumnya mesin pemanggang digunakan untuk berbagai proses aplikasi kuliner, termasuk memanggang kacang-kacangan (*peanuts*). Pada proses pemanggangan, kacang tanah disangrai dalam drum dengan pengaturan waktu yang bervariasi berdasarkan temperatur pembakar dan volume bahan pakan [1]. Bentuk dan ukuran drum sangrai sangat mempengaruhi hasil sangrai kacang tanah. Interaksi antara burner dan panas dinding drum berperan penting dalam kinerja dan efisiensi mesin. Proses pemanasan dinding drum menggunakan kompor LPG (*Liquified Petroleum Gas*) [2].

Pemanggang dapat berupa oven yang beroperasi secara *batch* atau kontinyu. Desain paling umum yang dapat disesuaikan untuk pemanggangan batch dan kontinyu adalah drum horizontal yang berputar [3]. Kacang tanah sebagai bahan pakan dimasukkan ke dalam ruang sangrai yang berputar mengikuti arah putaran mesin, efek putaran tersebut memungkinkan terjadi aliran silang udara panas di dalam drum. Selama proses rotasi, kacang tanah diangkat menggunakan sirip yang dipasang pada drum untuk mendistribusikan jumlah bahan pakan secara merata seperti terlihat pada Gambar 1.

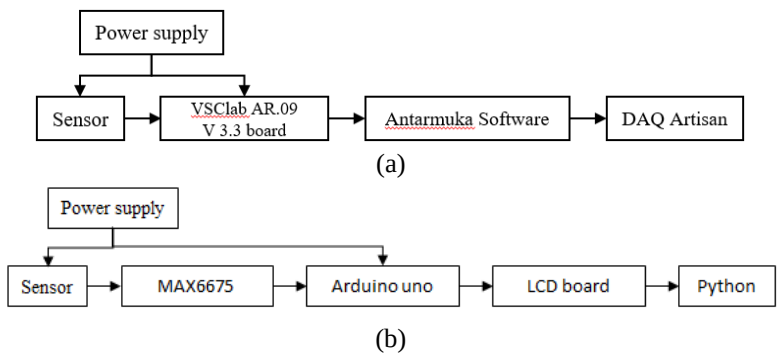
Proses pemanggangan kacang tanah terikat pada panas dinding drum bagian dalam yang dipengaruhi oleh besar kecilnya pembakar LPG dan putaran mesin per menitnya. Saat proses berlangsung, drum berputar, terjadi distribusi panas silang antara dinding bawah dan dinding atas [1][2]. Kontak api berada di bawah dan kontak udara berada di atas. Kondisi tersebut sangat mempengaruhi hasil penyangraian. Untuk memantau kondisi temperatur dan kelembaban pada drum dilakukan pemetaan panas yang memanfaatkan sensor dan sistem monitoring yang canggih untuk menangkap laju perpindahan panas pada ruang pemanggangan secara visual dan kuantitatif [4]. Proses ini menghasilkan data berharga yang memungkinkan analisis yang tepat tentang bagaimana panas dialirkan dan dipindahkan selama proses berlangsung.

Gambar 1. Mesin sangrai kacang tanah kapasitas 1kg

Pada penelitian ini perlu dilakukan analisa unjuk kerja mesin agar proses penyangraian kacang tanah memperoleh hasil yang baik dan efisien, sehingga tidak membuang banyak waktu dan tenaga seperti pada penyangraian dengan cara tradisional. Pengaruh temperatur dinding di dalam drum bertujuan untuk pencatatan dan pemetaan data sebagai acuan perbandingan dengan hasil kacang tanah yang telah melalui proses penyangraian. Kondisi bahan pakan juga menjadi bagian penting yang menjadi fokus penelitian ini. Desain eksperimental menghubungkan kedua varian ini.

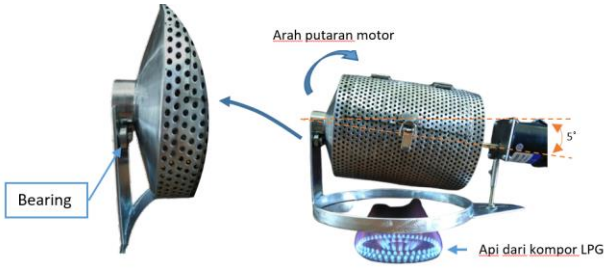
2. METODOLOGI PENELITIAN

Sebelum proses pengumpulan data, semua peralatan dipersiapkan. Proses pengukuran temperatur pada drum menggunakan sensor termokopel tipe K dengan operasi penangkapan antara 0 sampai 400˚C, bahan probe terbuat dari stainless steel [5]. Desain penempatan termokopel ditempatkan pada area tengah drum yang bersentuhan dengan udara panas dan bahan umpan, sensor lainnya di bagian bawah ditempatkan di luar drum yang bersentuhan dengan burner. Prioritas percobaannya adalah mengukur temperatur dalam drum dari laju perpindahan panas dinding secara konduksi dan kelembaban udara selama proses pemanggangan. Pemantauan waktu-nyata dan visualisasi dilakukan secara terpisah. Kondisi bagian dalam dan luar drum dipantau menggunakan aplikasi Artisan Roaster dan hasil kondisi pembakaran luar ditampilkan pada tampilan monitoring. Syarat lainnya, temperatur dinding luar drum diukur menggunakan termometer inframerah dalam jangka waktu satu menit. Seluruh sensor dihubungkan dengan mikrokontroler VSC-lab AR.09 dan Arduino uno untuk proses akuisisi data seperti terlihat pada Gambar 2(a) dan 2(b).



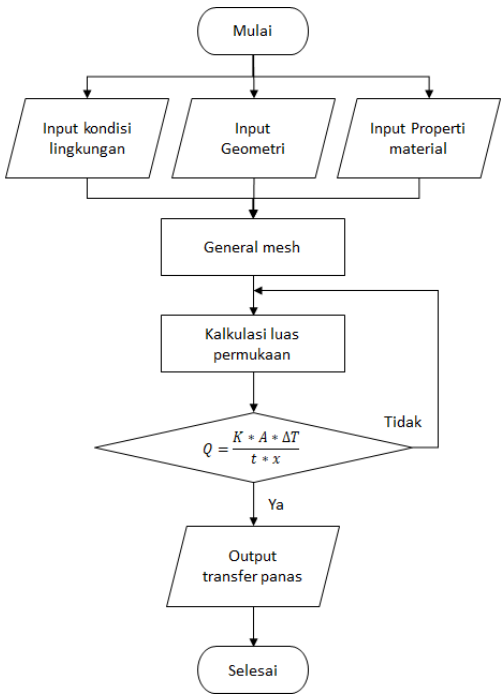
Gambar 2. Diagram blok (a) antarmuka Thermocouple dengan Artisan software (b) Thermocouple dengan Python

Tabung drum yang digunakan terbuat dari bahan stainless steel berlubang dengan diameter 14cm, panjang 17,78cm dan tebal 1,2mm. Dua ujung tabung dihubungkan ke motor listrik 48V AC dengan putaran maksimal 30rpm dan ujung lainnya ke tiang sensor untuk pegangan termokopel. Drum diletakkan mendatar dengan sudut 5 derajat dan ditopang oleh dua bantalan pada salah satu ujungnya, seperti terlihat pada Gambar 3. Pada dinding drum dipotong sebuah persegi untuk memasukkan bahan sangrai atau bahan pakan berukuran 10cm x 15cm. Dinding drum mesin pemanggang dibuat berlubang-lubang untuk menyalurkan asap keluar dari tabung dan mengurangi kontak antara bahan umpan dengan dinding drum bagian dalam sehingga bidang kontak antara bahan dengan dinding berkurang.



Gambar 3. Desain pengaturan silinder mesin sangrai

Penyiapan peralatan telah disiapkan, sensor bekerja merekam kondisi pengujian secara real-time. Waktu pembakar diatur menggunakan berbagai parameter seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2. Setelah waktu yang ditentukan berlalu, temperatur dinding diukur per menit menggunakan pistol termometer inframerah. Seluruh hasil pengukuran dimasukkan ke dalam matriks data dan hasil pengukuran tersebut kemudian diolah menggunakan Python dengan diagram alir kode yang dapat dilihat pada Gambar 4 [7].



Gambar 4. Diagram alir simulasi laju perpindahan panas dinding dengan python

Pada proses tahap awal, bahan sangrai berupa kacang tanah dibersihkan terlebih dahulu dari kotorannya dan dijemur hingga kering selama ± 12 jam. Bahan yang dipanggang diukur berat awalnya sekitar 500g. Kompor dinyalakan dengan temperatur pembakar bahan bakar LPG 600-700˚C dengan putaran mesin konstan pada 30rpm. Waktu proses pemanggangan antara 15, 20, dan 25 (menit). Langkah selanjutnya bahan pakan dimasukkan ke dalam drum dan disangrai berdasarkan variabel penelitian yang telah ditentukan. Panas dinding bagian dalam drum dihitung berdasarkan laju perpindahan panas konduksi dari perambatan panas dinding bagian luar yang bersentuhan dengan api dengan menggunakan Python. Aplikasi Artisan berfungsi memantau kondisi pada tabung drum dan mengolah data sesuai waktu yang ditampilkan pada grafik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam pengumpulan data, semua bahan diukur terlebih dahulu. Pengukuran juga dilakukan pada kondisi yang ada di lokasi pengujian untuk memperoleh keakuratan data awal. Kacang tanah sebagai bahan uji menjadi fokus utama untuk taraf perlakuan. Sebelum dimasukkan ke dalam drum, diperlukan beberapa tahapan proses yang telah dijelaskan pada metodologinya. Kelembaban udara lingkungan ±56%, batas maksimum bahan umpan 1kg dan putaran mesin konstan pada 30rpm seperti terlihat pada Tabel 1.

Pengujian kacang panggang melibatkan sejumlah parameter penting untuk memahami proses pemanggangan dan hasil produk. Langkah pertama, berat kacang tanah sebelum dan sesudah dikeringkan diukur. Setelah dikeringkan, berat kacang tanah berkurang menjadi 419g. Perubahan berat ini menunjukkan bahwa kandungan air pada kacang tanah berkurang. Selain itu, temperatur awal di dalam tabung pengering adalah 29˚C, dan temperatur lingkungan sekitar 28˚C. Pentingnya pemantauan temperatur dan kelembapan selama pengeringan tidak dapat diabaikan. Perubahan temperatur dan kelembaban berpengaruh langsung terhadap proses pengeringan dan hasil akhir kacang

tanah. Dengan pengendalian yang tepat terhadap parameter-parameter tersebut, dapat dipastikan bahwa kacang tanah yang dihasilkan memiliki kadar air yang sesuai, tekstur yang diinginkan dan kualitas yang baik [6]. Selain mempengaruhi kualitas kacang tanah, parameter ini juga berperan dalam efisiensi penyangraian. Dengan temperatur dan kelembapan yang tepat, pemanggangan dapat dilakukan lebih cepat sehingga mengurangi waktu dan tenaga yang dibutuhkan dalam prosesnya.

Tabel 1. Detail informasi variabel pada penelitian

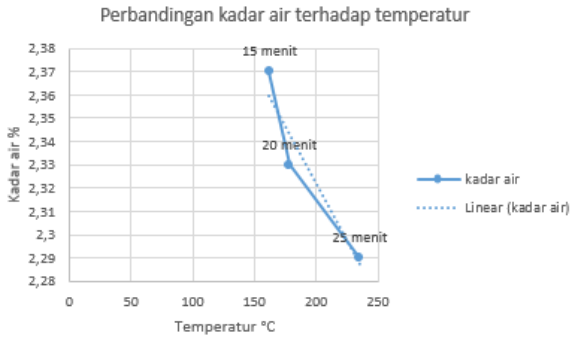
Berat material umpan		Temperatur		Putaran mesin (rpm)	Kelembaban udara awal (%)
Sebelum pengeringan (g)	Setelah pengeringan (g)	Awal dalam tabung (˚C)	Ambient (˚C)		
500	419	29	28	30	56

Kondisi awal lingkungan, geometri dan material dimasukkan sebagai batasan dalam melakukan simulasi. Perpindahan panas dihitung dari jenis bahan yang digunakan, luas, perubahan temperatur dan ketebalan dinding drum. Peta warna menunjukkan tingkat konduktivitas yang berbeda-beda akibat perubahan temperatur yang dipengaruhi oleh waktu pembakaran. Kondisi ini juga berpengaruh terhadap perubahan kondisi ruang di dalam drum, dimana sensor termokopel pada drum menangkap hasil perekaman pada waktu 15 menit temperatur 162˚C, 20 menit temperatur 178˚C, dan 25 menit temperatur 235˚C. Pengaruh lama penyangraian sangat nyata terhadap perubahan kulit kacang tanah karena terjadi perubahan temperatur setiap menitnya[8] [9]. Perubahan warna kulit kacang tanah juga menunjukkan adanya penurunan kadar air yang ditunjukkan dengan adanya perbedaan berat awal sebelum disangrai dan setelah disangrai sebesar 9,7% pada waktu 15 menit, 10,8% pada waktu 20 menit, dan 13,6% pada waktu 25 menit [6] [10] dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Representasi temperatur dan waktu terhadap hasil sangrai kacang tanah

Waktu (Menit)	Temperatur (˚C)			Kelembaban udara (%)	Kondisi kulit kacang tanah sangrai	
	Burner	Dinding	Drum			
15	440	184	162	47		Warna kulit : Terang Berat akhir : 403 g Selisih berat : 9,7%
20	445	190	178	43		Warna kulit : Medium Berat akhir : 392 g Selisih berat : 10,8%
25	448	197	235	38		Warna Kulit : Gelap Berat akhir : 364 g Selisih berat : 13,6%

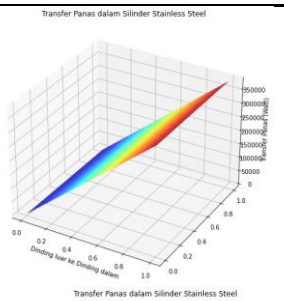
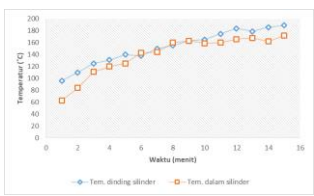
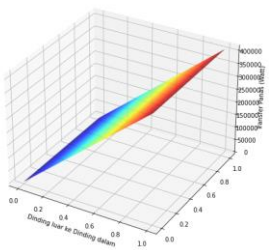
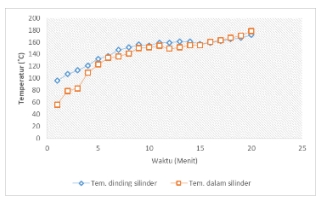
Data tersebut menunjukkan pola penurunan kadar air seiring dengan peningkatan temperatur. Pada temperatur drum 162℃ kadar air mencapai 2,37%. Pada temperatur drum 178℃ kadar air sedikit menurun menjadi 2,33%. Kemudian pada temperatur tertinggi yaitu 235℃ kandungan airnya bahkan lebih rendah yaitu 2,29%. Seperti terlihat pada Gambar 5, terdapat korelasi terbalik antara suhu dan kadar air. Sejalan dengan prinsip bahwa suhu tinggi dapat mengurangi kelembapan atau menyebabkan penguapan pada kacang tanah yang dipanggang [11]. Implikasi dari korelasi antara suhu dan kadar air ini juga dapat membantu dalam pemahaman mengenai kondisi optimal yang diperlukan dalam pemrosesan kacang tanah.

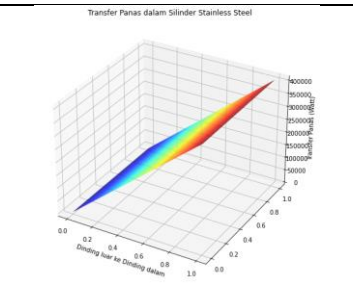
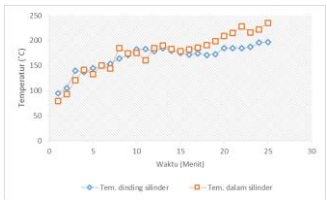


Gambar 5. Perbandingan kadar air terhadap temperatur

Perbandingan hasil pengujian data temperatur dapat dilihat pada Tabel 3. Grafik plot pengaruh waktu burner terhadap temperatur dalam drum menunjukkan perubahan yang semakin meningkat setiap menitnya. Pencatatan data hasil pengujian menunjukkan selama 15 menit terjadi kenaikan rata-rata per menit pada temperatur dinding luar drum sebesar 4,4% dan temperatur di dalam drum sebesar 3,36%, 20 menit sebesar 4,23% dan 3,16%. %, dan 25 menit dengan nilai 4,2% dan 3,72%. Rata-rata peningkatan temperatur per menit hampir sama antara berbagai pengaturan waktu. Perpindahan energi dari pembakar LPG seiring dengan perubahan waktu secara perlahan akan meningkatkan suhu dinding dan temperatur drum [3] [4]. Hal ini menunjukkan bahwa laju perpindahan panas dari dinding luar ke dinding dalam drum dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Korelasi waktu terhadap laju perpindahan panas dan perubahan temperatur

Waktu (Menit)	Laju perpindahan panas dinding	Perubahan temperatur permenit	Rata-rata perubahan temperatur dinding luar	Rata-rata perubahan temperatur dalam drum
15			4,4%	3,36%
20			4,23%	3,16%

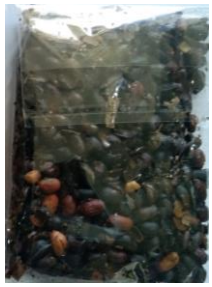
Waktu (Menit)	Laju perpindahan panas dinding	Perubahan temperatur permenit	Rata-rata perubahan temperatur dinding luar	Rata-rata perubahan temperatur dalam drum
25			4,2%	3,72%

Saat pembakar LPG menyala, data temperatur langsung tercatat oleh aplikasi Artisan. *Artisan Records* menampilkan plot grafis data menit temperatur pembakaran (diwakili oleh garis biru) dan temperatur biji (diwakili oleh garis merah). Kesesuaian antara hasil pengukuran perubahan suhu per menit (dapat dilihat pada Tabel 3) dan Artisan menunjukkan hasil yang sama, terjadi peningkatan suhu pada drum setiap menitnya. Ketidakstabilan grafik plot Artisan disebabkan karena alat pembakar LPG ditempatkan pada ruang terbuka tanpa penutup.

Proses pemanggangan kacang tanah, data yang diberikan menyoroti hubungan yang kuat antara parameter temperatur dan perubahan visual pada kacang tanah [12]. Tabel 4 pada grafik Artisan perubahan waktu 15 menit pada sumbu x menunjukkan BT (temperatur pembakaran) tercatat sebesar 690°C dengan ET (temperatur drum) sekitar 340°C pada sumbu y dengan indikasi warna kacang tanah masih cerah, hal ini menunjukkan laju temperatur sudah mencapai titik tinggi, namun perubahan fisik pada kacang tanah masih minim. Transisi warna terjadi setelah 20 menit pengamatan, BT naik menjadi 695°C, sedangkan ET naik menjadi 360°C. Warna kacang tanah yang mulai memudar menandakan bahwa kacang tanah mulai bereaksi terhadap temperatur yang lebih tinggi dan proses pemanggangan semakin dalam, proses pemanggangan sedang berlangsung [10]. Pada menit ke-25, perubahan signifikan terlihat dengan peningkatan drastis pada BT hingga 710°C, sedangkan ET melonjak tajam hingga 497°C. Saat ini warna kacang sudah gelap. perubahan per periode kenaikan temperatur yang cukup memberikan hasil yang diperlukan untuk memasak kacang secara merata. Durasi pemanggangan 15 hingga 20 menit menunjukkan pentingnya waktu dalam mencapai tingkat kematangan yang diinginkan.

Tabel 4. Grafik plot dari aplikasi artisan dengan hasil sangrai (biji kacang tanah)

Waktu (Menit)	Grafik plot burner dan drum aplikasi artisan	Warna daging kacang tanah sangrai
15		

Waktu (Menit)	Grafik plot burner dan drum aplikasi artisan	Warna daging kacang tanah sangrai
20		
25		

Korelasi antara temperatur dan kematangan pada Tabel 4 menunjukkan peningkatan drastis dari 95˚C ke rentang 184˚C hingga 190˚C memperlihatkan perubahan signifikan dalam temperatur yang memengaruhi kematangan kacang tanah. Temperatur yang tinggi memberikan efek panas terhadap kulit kacang mengarah pada perpindahan panas dalam daging kacang [8][9][10]. Perubahan warna kulit kacang dari fase terang ke gelap menjadi indikator penting dalam memahami proses penggorengan. Hal ini menunjukkan bagaimana suhu memengaruhi secara langsung proses kematangan dari segi visual. Ini menegaskan bahwa ada hubungan langsung antara fase kematangan kacang dan pengaturan suhu yang tepat. Hal ini dapat diartikan sebagai tahapan penyangraian yang tercermin pada perubahan visual kacang tanah dari terang ke redup dan akhirnya gelap. Faktor-faktor seperti waktu, suhu, distribusi panas, dan karakteristik bahan drum sangat mempengaruhi hasil akhir dari proses penyangraian ini. Adanya perbedaan besar antara BT dan ET menyoroti sifat konduktivitas termal drum. Bahan drum yang digunakan berpengaruh terhadap distribusi panas di dalam dan di luar drum, sehingga terjadi konservasi energi yang teramati antara bagian dalam drum dan lingkungan sekitarnya.

Hasil pengujian juga menunjukkan adanya perubahan warna kulit kacang tanah (terang menjadi gelap) yang menandakan proses pemanggangan berjalan dengan baik. Perubahan warna ini sering dikaitkan dengan reaksi Maillard [13], yang menghasilkan rasa yang diinginkan pada kacang panggang. Oleh karena itu, kisaran temperatur burner antara 500°C hingga 700°C menjadi relevan. Temperaur ini mungkin mengacu pada temperatur di dalam drum, yang merupakan salah satu faktor kunci dalam mencapai rasa dan aroma kacang yang diinginkan produk [10].

4. KESIMPULAN

Dari hasil pemantauan waktu-nyata didapatkan bahwa hasil perekaman pada waktu 15 menit temperatur berada pada 162˚C, 20 menit temperatur berada pada 178˚C, dan 25 menit temperatur 235˚C. Pengaruh lama penyangraian sangat nyata terhadap perubahan kulit kacang tanah karena terjadi perubahan temperatur setiap menitnya. Perubahan warna kulit kacang tanah juga menunjukkan adanya penurunan kadar air yang ditunjukkan dengan adanya perbedaan berat awal sebelum disangrai dan setelah disangrai sebesar 9,7% pada waktu 15 menit, 10,8% pada waktu 20 menit, dan 13,6% pada waktu 25 menit. Drum dan periode kenaikan temperatur yang cukup memberikan hasil yang diperlukan untuk memasak kacang secara merata.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim peneliti mengucapkan terimakasih kepada Universitas Muria Kudus karena penelitian ini didukung dan dibiayai oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Muria Kudus melalui Program Penelitian Internal dengan skema Penelitian Kompetitif.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Jamaluddin, P., (2018). *Perpindahan Panas Dan Massa Pada Penyangraian Dan Penggorengan Bahan Pangan*, Badan Penerbit UNM, Makasar.

[2] Rusnadi, I., Aswan, A., Zikri, A., Lestari, S. P., Novira, A. A., Kimia, J. T., Sriwijaya, N., Srijaya, J., Bukit, N., & Palembang, B. (2018). *Prototif Alat Penyangrai Kopi Tipe Rotari Dilengkapi Pre-Heater Prototype Of Roaster Coffe Rotary Type With Pre-Heater*. Jurnal Kinetika, 9(01), 20–25. https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/kimia/index.

[3] Sofia I., (2014). *Rancang Bangun Mesin Penyangrai Kopi dengan Pengaduk Berputar*. Jurnal Ilmiah Teknik Pertanian - TekTan, 6(1), 34-45. https://doi.org/10.25181/tektan.v6i1.857.

[4] Baitanu, F., Warsito, A., & Tarigan, J. (2020). *Sistem Kontrol Suhu Pada Pengering Ikan Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535*. Jurnal Fisika : Fisika Sains Dan Aplikasinya, 5(2), 87-95. https://doi.org/10.35508/fisa.v5i2.903.

[5] Armansyah, H.,Tambunan., Kamaruddin, A., Kudang B., S., Suprihatin, Erliza. N., I Wayan, D. (2017). *Energi dan Teknologi untuk Pertanian Industrial Berkelanjutan*. ISBN: IPB Press Printing, Bogor. 978-602-440-047-7.

[6] Laila, U., Khasanah, Y., Nurhayati, R., Ariani, D., Istiqomah, L., Widiastuti, W., & Kurniadi, M. (2019). Kontrol Konsistensi Mutu dan Kandungan Aflatoksin Produk Kacang Tanah Sangrai melalui Standardisasi Proses Produksi. Indonesian Journal of Industrial Research, 11(2), 146–159. https://doi.org/10.26578/jrti.v13i2.5095.

[7] Zhang, T. (2021, March). Application of time-varying heat transfer model. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1802, No. 2, p. 022004). IOP Publishing.

[8] Zhang, D., Li, X., Zhang, Z., Zhang, J., Sun, Q., Duan, X., Sun, H., & Cao, Y. (2022). *Influence of roasting on the physicochemical properties, chemical composition and antioxidant activities of peanut oil*. LWT, 154, 112613. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112613.

[9] Idrus, N. F. M., Zzaman, W., Yang, T. A., Easa, A. M., Sharifudin, M. S., Noorakmar, B. W., & Jahurul, M. H. A. (2017). Effect of superheated-steam roasting on physicochemical properties of peanut (Arachis hypogea) oil. Food science and biotechnology, 26(4), 911–920. https://doi.org/10.1007/s10068-017-0132-0.

[10] Shi, X., Davis, J. P., Xia, Z., Sandeep, K. P., Sanders, T. H., & Dean, L. O. (2016). *Characterization of Peanuts After Dry Roasting, Oil Roasting, and Blister Frying*. http://www.elsevier.com/open-access/userlicense/1.0/.

[11] McDaniel, K. A., White, B. L., Dean, L. L., Sanders, T. H., & Davis, J. P. (2012). Compositional and mechanical properties of peanuts roasted to equivalent colors using different time/temperature combinations. Journal of food science, 77(12), C1293–C1299. https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2012.02979.

[12] Yanti, S. A., Soekardi, C., & Lubis, M. S. Y. (2018). *Analysis Of Parameter Roasting On Color And Peanuts Roasted Taste*. Aceh International Journal of Science and Technology, 7(2), 138–143. https://doi.org/10.13170/aijst.7.2.8964.

[13] Arsa, M. (2016). *Proses Pencoklatan (Browning Process) Pada Bahan Pangan*. Universitas Udayana, 1-12.