

Analisis Konsep Termodinamika pada Produksi Kerupuk Sebagai Bentuk Kearifan Lokal di Magelang Jawa Tengah

Eli Trisnowati^{1),*}, Desika Rosiana Putri¹⁾, Sabilla Safa Annisa Qurrota¹⁾, Filda Khoirun Nikmah¹⁾, Danysa Mulyaningrum¹⁾

¹⁾Universitas Tidar

*Corresponding Author: elitrisnowati@untidar.ac.id

Abstrak: Kerupuk merupakan salah satu produk pendamping makanan utama yang familiar di kalangan masyarakat yang dalam pengolahannya harus menggunakan proses khusus dan menggunakan bahan baku yang tepat. Persediaan bahan baku adalah komponen paling penting dari setiap proses manufaktur karena kelangkaan bahan baku selama produksi dapat menghambat kelangsungannya dan menyebabkan kerugian. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan menganalisis penerapan konsep hukum termodinamika dalam kearifan lokal berupa kerupuk. Penelitian ini dilakukan di pabrik kerupuk yang berada di Grabag, Magelang, Jawa Tengah. Penelitian ini menggunakan metode observasi, wawancara, dan studi literatur mengenai hukum termodinamika yang terdapat dalam proses pembuatan kerupuk. Dari penelitian ini didapatkan hasil bahwa produksi kerupuk ini menerapkan konsep perpindahan kalor secara radiasi pada saat kerupuk dijemur. Ketika kerupuk digoreng, konsep termodinamika yang berlaku adalah hukum I termodinamika tentang perubahan volume dan suhu akibat dari pemberian kalor terhadap sistem dan hukum II termodinamika tentang perpindahan kalor dari suhu tinggi menuju suhu yang lebih rendah.

Kata Kunci: Kerupuk, Termodinamika

1. PENDAHULUAN

Termodinamika merupakan cabang ilmu fisika yang mempelajari tentang kalor beserta dengan perpindahannya (Sudarmo et al., 2018). Teori termodinamika membahas hubungan antara energi suatu sistem serta menjelaskan perilaku suatu zat yang dipengaruhi oleh panas (Fatiatun et al., 2022). Terdapat beberapa komponen yang tergolong dalam proses termodinamika yaitu kalor, kerja, sistem, dan juga lingkungan.

Hukum termodinamika mencakup hukum-hukum dasar tertentu seperti hukum nol termodinamika, hukum termodinamika pertama, hukum termodinamika kedua, serta hukum termodinamika ketiga. Termodinamika biasa dimanfaatkan dalam menjelaskan kerja sistem termodinamis yang tidak dapat bekerja. Pembahasan termodinamika terpusat pada entropi dengan ketetapan energi (Warokka & Boedi, 2021).

Konsep termodinamika sangat erat kaitannya dengan fenomena yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari. Contoh sederhana penerapan konsep termodinamika yang berkaitan dengan kearifan lokal yaitu dalam pembuatan kerupuk. Kerupuk merupakan suatu produk makanan yang diolah menggunakan bahan tertentu hingga mengalami perubahan volumenya sebagai akibat dari proses pemanasan dengan suhu tinggi sehingga. Kerupuk merupakan salah satu produk pendamping makanan utama yang familiar di kalangan masyarakat terutama di negara-negara Asia. Kerupuk adalah produk makanan yang pengolahannya merupakan kombinasi dari beberapa proses berkesinambungan yang mengalami perubahan pada volume sehingga terbentuk produk yang porous setelah mendapatkan pemanasan pada suhu tinggi (Pakpahan & Nelinda, 2019).

Produksi kerupuk dengan menerapkan konsep Termodinamika dijumpai di Grabag, Magelang, Jawa Tengah. Pabrik kerupuk ini tergolong masih kecil karena bukan berbentuk pabrik besar namun masih berada di lingkup rumah pemilik dengan alat-alat yang digunakan masih sederhana. Meskipun demikian dalam sehari pabrik ini mampu memproduksi hingga 5 kwintal.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis penerapan konsep hukum termodinamika dalam kearifan lokal berupa kerupuk. Melalui proses pembuatan kerupuk diharapkan mampu menguatkan wawasan pengaplikasian ilmu termodinamika dalam kehidupan sehari-hari.

2. METODE

Peneliti dalam melakukan penelitian menggunakan metode observasi, wawancara, dan studi literatur mengenai hukum termodinamika yang terdapat dalam proses pembuatan kerupuk rambak dan kerupuk putih bulat. Metode observasi merupakan suatu proses pengumpulan data dengan cara pengamatan langsung terhadap objek, disertai dengan wawancara dan mencatat suatu gejala atau peristiwa menggunakan bantuan alat yaitu handphone sebagai media untuk merekam dan mencatat hasil pengamatan dengan tujuan untuk mengetahui, menjelaskan dan menganalisis Konsep Termodinamika pada Produksi Kerupuk Sebagai Bentuk Kearifan Lokal di Magelang Jawa Tengah.

Proses pengumpulan data pengamatan dilakukan secara langsung ke tempat pembuatan kerupuk menggunakan seluruh panca indera yang dimiliki pengamat untuk menyaksikan peristiwa/gejala yang sedang diamati, selain itu pengumpulan data juga dilakukan dengan cara wawancara sebagai suatu interaksi langsung dengan pemilik pabrik krupuk ini. Setelah itu, dilanjutkan dengan studi literatur yaitu suatu proses mengidentifikasi, mengevaluasi, dan menginterpretasi terhadap semua hasil penelitian yang relevan terhadap topik yang dikaji terkait hukum termodinamika yang terdapat dalam proses pembuatan kerupuk rambak dan kerupuk putih bulat. Proses pengumpulan datanya bersumber dari jurnal-jurnal online yang dicari melalui website Google Scholar untuk memperkuat hasil penelitian. Hasil dari observasi, wawancara dan studi literatur dirangkum secara deskriptif dalam hasil dan pembahasan. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif untuk mengetahui keterkaitan konsep termodinamika dalam proses produksi kerupuk.

Dalam penelitian ini variabel yang diamati berkaitan dengan konsep termodinamika dalam proses pembuatan krupuk rambak dan kerupuk putih bulat. Hal-hal yang dikontrol dan diperhatikan dalam melakukan observasi yaitu pada proses pembuatan kerupuk meliputi suhu yang digunakan pada pengukusan krupuk, suhu pengovenan, cara penggorengan dan waktu pembuatan kerupuk. Dalam penelitian ini, bahan yang digunakan dalam pembuatan kerupuk memiliki pengaruh terhadap warna, bentuk dan rasa kerupuk sehingga dikatakan bahwa bahan pembuatan kerupuk termasuk kedalam variabel bebas yang dapat mempengaruhi hasil dari variabel terikat berkaitan dengan warna, bentuk dan rasa kerupuk.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsep termodinamika yang diaplikasikan pada produksi kerupuk terjadi pada 3 tahap yaitu pada tahap pengeringan, tahap pengovenan, dan juga tahap penggorengan. Konsep termodinamika pertama yang terjadi pada proses produksi kerupuk yaitu terjadi ketika kerupuk mengalami proses pengeringan. Sebagian produsen kerupuk masih menggunakan cara tradisional untuk mengeringkan kerupuknya yaitu dengan menjemur secara langsung di bawah sinar matahari. Penjemuran kerupuk termasuk dalam penerapan konsep termodinamika yaitu energi tidak dapat dimusnahkan namun dapat diubah dalam bentuk lain ([Kartika 2018](#)), dalam kasus ini adalah energi sinar matahari diubah menjadi energi panas. Pengeringan kerupuk ini dilakukan setelah seluruh bahan dicampurkan dan dikukus. Proses ini menerapkan proses perpindahan kalor secara radiasi. Perpindahan kalor terjadi ketika panas berpindah dari tempat satu ke tempat yang lain secara langsung atau tanpa adanya medium perantara ([Suhadi et al. 2022](#)). Penggunaan panas matahari untuk mengeringkan kerupuk merupakan salah satu upaya dalam penghematan energi serta dapat memberikan keuntungan finansial karena tidak ada biaya yang dikeluarkan untuk proses ini ([Anjari, 2021](#)). Namun, disamping itu pengeringan dengan memanfaatkan panas matahari secara langsung juga memiliki kelemahan yaitu bergantung terhadap kondisi cuaca. Proses pengeringan kerupuk secara tradisional yaitu dengan menjemur secara langsung di bawah sinar matahari dapat dilihat pada gambar 1.

Kerupuk yang hanya dikeringkan dengan cara dijemur tidak akan seratus persen kering dan membutuhkan waktu yang panjang. Proses selanjutnya adalah melakukan pengovenan dengan suhu 60 derajat celcius selama kurang lebih satu jam. Proses ini bertujuan untuk mendapatkan kerupuk yang kering secara maksimal. Kerupuk harus dipastikan benar-benar kering sebelum dilanjutkan pada proses penggorengan supaya kerupuk yang dihasilkan memiliki tingkat kerenyahan yang baik dan dapat mengembang dengan sempurna ([Lilir](#)

et al. 2021). Penggorengan dilakukan sebanyak dua kali dimana penggorengan pertama dilakukan pada minyak yang tidak terlalu panas dan penggorengan kedua dilakukan pada minyak panas. Tujuan dari proses penggorengan yang dilakukan sebanyak dua kali yaitu supaya mendapatkan hasil kerupuk yang bagus. Kerupuk yang diproduksi oleh Pabrik Kerupuk Mawar yaitu kerupuk rambak yang berbentuk stick, namun pabrik ini juga menjual kerupuk lain seperti kerupuk putih bulat sebagai pelengkap. Kedua kerupuk ini memiliki perbedaan, kerupuk rambak berbentuk memanjang seperti stick dan berwarna kekuningan sedangkan kerupuk putih bulat berbentuk bulat berjaring-jaring dan berwarna putih sesuai dengan namanya, perbedaan bentuk terjadi diantara dua kerupuk karena perbedaan bentuk cetakan yang digunakan, kedua kerupuk sama-sama dicetak dalam kondisi setengah jadi atau ketika kerupuk tersebut tidak terlalu kering dan juga tidak terlalu lembek agar tidak rusak ketika dicetak. Kemudian, yang membedakan warna dari kedua kerupuk tersebut berasal dari bahan dasarnya. Berdasarkan hasil wawancara dan observasi kedua kerupuk sama-sama berbahan dasar dari tepung tapioka, namun jenis tepung tapioka yang digunakan antara kedua kerupuk berbeda, kerupuk rambak menggunakan tepung tapioka yang berasal dari Sumatera sedangkan kerupuk putih bulat menggunakan tepung tapioka yang berasal dari Jawa. Kedua kerupuk berbahan dasar tepung tapioka dan mendapatkan campuran tepung terigu namun, jumlahnya lebih sedikit daripada tepung tapiokanya hal ini menyebabkan kedua kerupuk memiliki tekstur yang renyah ketika sudah digoreng. Pada segi rasa, kerupuk rambak memiliki rasa yang lebih gurih dan sedikit asin sedangkan kerupuk putih bulat rasanya gurih cenderung netral, penyebab dari perbedaan rasa ini yaitu kerupuk rambak dalam proses pembuatannya ditambahkan ebi sebagai penyedap sehingga rasanya lebih kuat sedangkan kerupuk putih bulat dalam pembuatannya tidak ditambahkan ebi namun, secara keseluruhan bahan yang digunakan sama dengan kerupuk rambak seperti tepung tapioka, tepung terigu, air, bawang putih, penyedap, garam, dan gula. Proses penggorengan kedua kerupuk sama-sama dilakukan sebanyak dua kali penggorengan.



Gambar 1. Proses penjemuran kerupuk

Konsep termodinamika juga terjadi pada saat kerupuk mengalami proses penggorengan. Ketika digoreng, maka kerupuk akan mengalami kenaikan suhu karena menerima kalor (Hadilla et al. 2023) yang berasal dari panas api sehingga kerupuk menjadi panas dan akan mengembang. Pada proses ini berlaku hukum I termodinamika dimana hukum ini menerapkan bahwa di dalam komponennya berlaku prinsip perubahan suhu (Fatiyatun et al. 2022) dan menjelaskan apabila kalor diberikan ke sistem dari lingkungan maka akan menyebabkan volume serta suhu dari sistem akan bertambah. Dalam kasus ini kerupuk merupakan sistem, wajan adalah pembatas, serta udara luar dan api adalah lingkungan. Ketika terjadi perbedaan suhu maka menyebabkan kalor akan mengalir dari api menuju kerupuk. Ketika kerupuk mendapatkan aliran kalor, maka kerupuk akan mengembang dan hal ini menunjukkan bahwa kerupuk sebagai sistem sedang melakukan kerja terhadap api sebagai lingkungan. Perubahan wujud yang mengembang ini merupakan bukti bahwa perpindahan energi yang terjadi antara sistem dan lingkungan akan menyebabkan perubahan wujud.

Sebaliknya, ketika kalor diambil dari sistem maka volume dan suhu akan berkurang yang menyebabkan kerupuk akan mengerut. Dalam proses pembuatan kerupuk, kalor dihasilkan saat kerupuk diolah dan digoreng. Agar kalor tersebut tidak mengakibatkan kerusakan pada peralatan atau lingkungan sekitar, maka kalor tersebut perlu diambil atau didaur ulang, metode untuk mengambil

kalor tersebut dalam proses pembuatan kerupuk ini yaitu dengan penggunaan mesin pengering atau oven yang menggunakan sistem *recirculation*. Pada sistem tersebut udara panas yang digunakan untuk mengeringkan kerupuk akan dikembalikan ke mesin pengering atau oven, kemudian disirkulasikan kembali sehingga menghemat energi panas dan mengurangi emisi kalor ke lingkungan sekitar. Proses ini menyimpan suhu tertentu, pada oven yaitu sebesar 60 derajat celcius untuk mendukung pengeringan kerupuk. Berdasarkan hasil wawancara, tingkat kekeringan kualitas tapioka sekarang jika hanya dijemur di bawah sinar matahari masih kurang, sehingga digunakanlah oven agar pengeringan kerupuk dapat mendapatkan hasil yang lebih sempurna, karena tingkat kekeringan kerupuk akan berpengaruh pada kerenyahan kerupuk setelah digoreng. Semakin kering kerupuk tersebut maka, akan semakin renyah ketika sudah digoreng. Proses pembuatan kerupuk rambak dan kerupuk putih bulat melibatkan berbagai tahap produksi, mulai dari pengolahan bahan baku, pengeringan, penggorengan, hingga pengemasan. Suhu dan kelembaban lingkungan dapat mempengaruhi kualitas dan daya simpan kerupuk. Kedua kerupuk dikemas dalam wadah yang kedap udara atau dikemas dalam kemasan yang sesuai untuk menjaga kualitas dan kelembabannya. Kerupuk secara umum dikenal sebagai makanan ringan yang memberikan sensasi renyah ketika dimakan. Kerenyahan dapat didefinisikan ketika terjadinya bunyi yang dihasilkan pada saat matriks pangan retak ([Pakpahan et al. 2019](#)). Dengan demikian, setelah melakukan penggorengan kerupuk tidak boleh terlalu lama berada di tempat yang terbuka karena suhu ruangan sangat berpengaruh terhadap kualitas kerupuk ([Habriyana 2020](#)) sehingga kerenyahannya akan berkurang dan bentuknya akan mengerut. Secara umum, semakin besar luas permukaan kerupuk, semakin mudah kerupuk tersebut melempem. Hal ini terjadi karena semakin besar luas permukaan, semakin banyak area yang terpapar udara atau kelembaban. Kelembaban ini kemudian dapat menyerap ke dalam kerupuk dan membuatnya menjadi lembek. Maka, kerupuk putih bulat lebih cepat melempem daripada kerupuk rambak jika dibiarkan pada tempat yang terbuka karena luas permukaannya lebih besar. Pada konteks hukum termodinamika, hal tersebut dapat dijelaskan oleh hukum termodinamika ketiga, yang menyatakan bahwa suatu sistem tidak dapat mencapai suhu nol mutlak atau nihil absolut. Dalam hal ini, kerupuk dapat dianggap sebagai sistem, dan kelembaban dapat dianggap sebagai energi panas atau molekul dalam sistem. Selain itu, proses melempemnya kerupuk dapat dijelaskan oleh hukum kedua termodinamika, yang menyatakan bahwa entropi pada sistem tertutup akan selalu meningkat atau tetap konstan. Entropi merupakan ukuran dari tingkat ketidakaturan pada sistem. Kerupuk yang melempem dapat dianggap sebagai sistem yang lebih teratur karena lebih berisi air atau lemak. Oleh karena itu, ketika kerupuk melempem, tingkat entropinya meningkat. Hal tersebut terjadi karena air atau lemak merespons dengan kandungan garam dalam kerupuk, dan proses ini memerlukan energi yang diserap dari sekitarnya, sehingga menjadikan kerupuk lebih mudah melempem. Tingkat kerenyahan kerupuk dapat berkurang dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu kerenyahan kerupuk dipengaruhi oleh kadar air, semakin banyak kandungan atau kadar air yang ada maka tingkat kerenyahan kerupuk menurun ([Rosiani et al. 2015](#)). Kerenyahan pada kerupuk putih bulat dan kerupuk rambak dapat berkurang karena beberapa faktor, antara lain kelembaban, tekanan penggorengan, waktu penggorengan, dan suhu. Hal ini didukung oleh sumber dari beberapa sumber yang telah dipublikasikan. Menurut penelitian yang dipublikasikan dalam jurnal International Journal of Food Science & Technology, faktor-faktor lingkungan seperti suhu dan kelembaban dapat mempengaruhi kualitas dan kerenyahan kerupuk. Kelembaban udara yang tinggi dapat menyebabkan kerupuk menjadi lembek, sedangkan kelembaban yang rendah dapat membuat kerupuk terlalu keras. Penelitian lain yang dipublikasikan dalam jurnal International Journal of Agricultural Science and Research juga menunjukkan bahwa tekanan penggorengan dan waktu penggorengan yang tidak tepat dapat mempengaruhi kualitas dan kerenyahan kerupuk. Jika tekanan penggorengan terlalu rendah, kerupuk dapat mengembang terlalu banyak dan menjadi lembek, sedangkan jika tekanan penggorengan terlalu tinggi, kerupuk dapat menjadi terlalu keras dan sulit dikunyah. Waktu penggorengan yang terlalu lama atau terlalu singkat dapat mempengaruhi kerenyahan kerupuk. Jika waktu penggorengan terlalu lama, kerupuk dapat menjadi terlalu keras dan tidak enak

dikunyah, sedangkan jika waktu penggorengan terlalu singkat, kerupuk tidak matang dan masih lembek. Suhu juga berpengaruh terhadap kerenyahan kerupuk, suhu yang digunakan dalam penggorengan terlalu kecil menyebabkan kerupuk tidak dapat mengembang dengan sempurna. Selain itu, faktor angin atau faktor ruang mungkin tidak terlalu signifikan dalam mempengaruhi kerenyahan kerupuk, kecuali jika terdapat angin yang sangat kencang atau ruangan yang terlalu lembab. Namun demikian, faktor suhu dan kelembaban lingkungan yang terkait dengan faktor ruang dapat mempengaruhi kerenyahan kerupuk. Oleh karena itu, penting untuk memperhatikan dan mengendalikan faktor-faktor tersebut dalam proses pembuatan dan penyimpanan kerupuk agar tetap dapat menjaga kerenyahan dan kualitasnya. Kerupuk digoreng menggunakan alat penggorengan yang terdiri dari wajan dan tungku seperti gambar 2.



Gambar 2. Alat penggorengan kerupuk

Hukum II termodinamika juga berlaku pada saat kerupuk sedang berada pada proses penggorengan. Hukum II termodinamika menjelaskan bahwa kalor atau panas yang dimiliki oleh benda yang bersuhu tinggi akan mengalir secara langsung menuju benda dengan suhu yang lebih rendah ([Suhadi et al. 2022](#)) namun tidak berlaku sebaliknya. Sebelum kerupuk digoreng, minyak akan dipanaskan terlebih dahulu, sehingga dalam hal ini kalor yang dimiliki api dialirkan menuju ke minyak yang suhunya masih rendah. Setelah minyak panas, langkah selanjutnya adalah memasukkan kerupuk mentah, maka hukum II termodinamika kembali berlaku karena minyak yang memiliki suhu lebih panas akan mengalirkan kalornya terhadap kerupuk sehingga kerupuk mengalami perubahan wujud.

4. SIMPULAN

Konsep termodinamika erat kaitannya dengan produksi kearifan lokal contohnya adalah produksi kerupuk di Magelang, Jawa Tengah. Produksi kerupuk ini menerapkan konsep perpindahan kalor secara radiasi pada saat kerupuk dijemur. Ketika kerupuk digoreng, konsep termodinamika yang berlaku adalah hukum I termodinamika tentang perubahan volume dan suhu akibat dari pemberian kalor terhadap sistem dan hukum II termodinamika tentang perpindahan kalor dari suhu tinggi menuju suhu yang lebih rendah.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kami ucapkan kepada Pabrik Kerupuk Mawar, Grabag, Magelang, Jawa Tengah yang telah bersedia untuk dijadikan bagian dari penelitian kami dan tidak lupa terima kasih kepada pihak yang telah mendukung dalam penyelesaian artikel ilmiah ini.

Daftar Pustaka

- Anjari, A. (2021). PENGEMBANGAN PENGERING KERUPUK HARUAN MENGGUNAKAN DIGITAL TIMER MODUL MDL-0010 ABSTRAK. *EPrints UNISKA Repository Universitas Islam Kalimantan*.

- Fatiatun, F., Pratiwi, A. D., Wirdati, A. C., & Avifatun, N. (2022). Penerapan Termodinamika Heating Dan Colling Pada Dispenser. *Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNSIQ*, 9(2), 146–150. <https://doi.org/10.32699/ppkm.v9i2.2658>
- Habriyana, Nadia. 2020. “Tugas Akhir Fakultas Teknik Industri Universitas Pembangunan Nasional ‘Veteran’ Yogyakarta.” Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.
- Hadilla, Syaidatul, Rahmita Asyura, and Nurmasiyah. 2023. “Kajian Konsep Termodinamika Pada Tungku Pemanas Anti Nyamuk.” *Jurnal Pendidikan Indonesia* 4(02): 153–66.
- Kartika, Lia. 2018. “Latihan Fisik Dalam Pengelolaan Fatigue Anak Yang Mengalami Kanker : Kajian Literatur.” *Nursing Current: Jurnal Keperawatan* 6(2): 65. <https://ojs.uph.edu/index.php/NCJK/article/view/1910>.
- Lilir, F.B., C.K.M. Palar, and N.N. Lontaan. 2021. “Pengaruh Lama Pengeringan Terhadap Proses Pengolahan Kerupuk Kulit Sapi.” *Zootec* 41(1): 214.
- Pakpahan, N., & Nelinda. (2019). Studi Karakteristik Kerupuk: Pengaruh Komposisi dan Proses Pengolahan. *Teknologi Pengolahan Pertanian*, 1(1), 28–38.
- Rosiani, Nurwachidah, Basito Basito, and Esti Widowati. 2015. “KAJIAN Karakteristik Sensoris Fisik Dan Kimia Kerupuk Fortifikasi Daging Lidah Buaya (Aloe Vera) Dengan Metode Pemanggangan Menggunakan Microwave.” *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian* 8(2): 84.
- Sudarmo, N. A., Lesmono, A. D., & Harijanto, A. (2018). Analisis kemampuan berargumentasi ilmiah siswa pada konsep termodinamika. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 7(2), 196–201.
- Suhadi, Anggi Tri Kusuma Dian Utami, Muhammad Jhoni³, and Jamiatul Khairunnisa Putri. 2022. “Pembuatan Alat Praktikum Termoskop Menggunakan Teknologi Sederhana Untuk Pembelajaran Fisika Materi Radiasi Kalor.” *Jurnal Al'ilmi* 11(1): 1–5.
- Warokka, A., & Boedi, S. (2021). Termodinamika Teknik. *Polimdo Press*, 2013–2015.