

Review Implikasi Penggunaan Metode Pengeringan *Vacuum Frying* Pada Peningkatan Nilai Tambah Komoditas Buah dan Sayur

Review of the Implications of Using Vacuum Frying Drying Methods on Increasing the Added Value of Fruit and Vegetable Commodities

Abdullah Mujahid*, Damat, Noor Harini

Program Studi Magister Agribisnis
Universitas Muhammadiyah Malang, Indonesia
email : mujahid.pertanian@gmail.com

Abstract

Vacuum frying is a promising food processing technology to increase the added value of fruit and vegetable crops. This technology involves frying at low pressure and lower temperatures compared to conventional frying. This article discusses the implications of using vacuum frying in increasing the added value of fruit and vegetable crops. The literature study method used is literature analysis from various related journals published in 2020 to 2024. The results of the literature study show that vacuum frying has several advantages over conventional frying, including: (1) producing products with lower oil content, (2) maintaining the original color, aroma, and taste of food ingredients, (3) maintaining nutritional content, (4) reducing oil absorption, and (5) produces a crispier texture. Vacuum frying has been successfully applied to various fruit and vegetable commodities, such as banana, jackfruit, mango, papaya, orange, salak, apple, yam, potato, mushroom, and asparagus. Literature studies show that vacuum frying can improve the quality of processed products, both in terms of nutrition, sensory, and shelf life. This technology also provides opportunities to develop new innovative and value-added products. This technology not only provides economic benefits for farmers and producers, but also contributes to the provision of healthy and nutritious food for the community. Further research is needed to optimize the use of vacuum frying on various commodities and develop innovative new products.

Keywords: Vacuum frying, Horticulture, Fruit drying, Vegetable drying, Food processing

Abstrak

Vacuum frying adalah teknologi pengolahan pangan yang menjanjikan untuk meningkatkan nilai tambah hasil tanaman buah dan sayur. Teknologi ini melibatkan penggorengan pada tekanan rendah dan suhu yang lebih rendah dibandingkan dengan penggorengan konvensional. Artikel ini membahas implikasi penggunaan *vacuum frying* dalam meningkatkan nilai tambah hasil tanaman buah dan sayur. Metode studi literatur yang digunakan adalah analisis literatur dari berbagai jurnal terkait yang terbit pada tahun 2020 hingga 2024. Hasil studi literatur menunjukkan bahwa *vacuum frying* memiliki beberapa keunggulan dibandingkan penggorengan konvensional, antara lain:

(1) menghasilkan produk dengan kandungan minyak lebih rendah, (2) mempertahankan warna, aroma, dan rasa asli bahan pangan, (3) menjaga kandungan nutrisi, (4) mengurangi penyerapan minyak, dan (5) menghasilkan tekstur yang lebih renyah. *Vacuum frying* telah berhasil diaplikasikan pada berbagai komoditas buah dan sayur, seperti pisang, nangka, mangga, pepaya, jeruk, salak, apel, ubi, kentang, jamur, dan asparagus. Studi literatur menunjukkan bahwa *vacuum frying* mampu meningkatkan kualitas produk olahan, baik dari segi nutrisi, sensorik, maupun umur simpan. Teknologi ini juga memberikan peluang untuk mengembangkan produk-produk baru yang inovatif dan bernilai tambah. Teknologi ini tidak hanya memberikan manfaat ekonomi bagi petani dan produsen, tetapi juga berkontribusi pada penyediaan pangan sehat dan bergizi bagi masyarakat. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengoptimalkan penggunaan *vacuum frying* pada berbagai komoditas dan mengembangkan produk-produk baru yang inovatif.

Kata kunci : Penggorengan vakum, Hortikultura, Pengeringan buah, Pengeringan sayur, Pengolahan makanan

PENDAHULUAN

Buah dan sayur merupakan komponen penting dalam pola makan sehat karena kandungan nutrisinya yang tinggi, termasuk vitamin, mineral, serat, dan antioksidan. Namun, di banyak negara, termasuk Indonesia, permasalahan dalam distribusi, masa umur simpan dan penyimpanan buah dan sayur sering kali menyebabkan kerugian yang signifikan. Masalah seperti *over* produksi, masa umur simpan pendek, penyimpanan yang tidak memadai, dan distribusi yang kurang efisien menyebabkan produk ini sering kali rusak sebelum mencapai konsumen. Hal ini tidak hanya menyebabkan kerugian ekonomi bagi petani dan pedagang, tetapi juga mengurangi akses masyarakat terhadap

makanan bergizi. Untuk mengatasi permasalahan ini, sebagian dari solusi yang bisa diterapkan adalah dengan mengolah buah dan sayur menjadi produk dengan nilai tambah yang lebih baik. Salah satu metode pengolahan yang menjanjikan adalah dengan bantuan teknologi modern.

Teknologi pengolahan pangan terus mengalami inovasi seiring dengan meningkatnya permintaan konsumen akan produk makanan yang sehat, bernutrisi, dan berkualitas tinggi. Salah satu teknologi pengolahan yang semakin populer adalah *vacuum frying* atau penggorengan *vacuum*. *Vacuum frying* adalah metode penggorengan yang dilakukan dalam kondisi tekanan rendah dan pada suhu yang lebih rendah dibandingkan dengan metode penggorengan konvensional. Teknologi

ini mampu menghasilkan produk gorengan yang memiliki kandungan minyak lebih rendah dan tekstur yang lebih baik dibandingkan dengan penggorengan konvensional. Tekanan rendah yang dihasilkan oleh *vacuum frying* berperan dalam memperlambat laju evaporasi air dan transfer panas, sehingga dapat memperkecil kemungkinan terjadinya inaktivasi pori dan penyerapan minyak kedalam produk gorengan (Zhang *et al.*, 2020).

Teknologi ini digunakan secara luas dalam mengolah berbagai jenis sayur dan buah-buahan. Tujuan utamanya yaitu mempertahankan kualitas nutrisi dan sensorik dan organoleptik dari produk akhir (Al Faruq *et al.*, 2022). Penggorengan *vacuum* memiliki beberapa keunggulan penting dibandingkan dengan penggorengan konvensional. Kemampuannya untuk mempertahankan warna, aroma, rasa asli dari bahan pangan dan zat gizi makanan. Tanpa adanya udara (oksigen), reaksi degradatif kimia seperti oksidasi dan pembentukan warna enzimatis dihambat. Warna produk goreng menghasilkan warna yang lebih terang/cerah. Hal ini disebabkan karena dihindarinya terjadinya reaksi browning yang

mengubah warna menjadi lebih gelap (Wang *et al.*, 2021).

Kehilangan uap air yang terjadi secara merata di seluruh bagian makanan saat penggorengan *vacuum frying*. Proses ini juga lebih efektif dalam menjaga kandungan nutrisi, seperti vitamin dan mineral, yang sering kali rusak atau hilang saat penggorengan pada suhu tinggi. Proses penggorengan pada tekanan rendah juga mengurangi penyerapan minyak oleh produk, sehingga menghasilkan makanan yang lebih rendah lemak dan kalori, yang sangat diminati oleh konsumen yang peduli kesehatan. Ini disebabkan karena proses penguapan air yang lebih cepat pada kondisi *vacuum* (Lumanlan *et al.*, 2020). Keuntungan penggorengan *vacuum* adalah sebagai berikut: (1) dapat mengurangi kandungan minyak dalam produk yang digoreng, (2) dapat mempertahankan warna dan rasa alami produk karena kontrol oksigen dan suhu rendah selama proses berlangsung, (3) memiliki dampak negatif yang lebih kecil pada produk yang digoreng, (4) penurunan akrilamida dan fuman, (5) kandungan nutrisi yang terjaga serta (6) Tekstur produk menjadi lebih renyah/garing (Khalilian *et al.*, 2021; Morakabati *et al.*, 2024).

Teknik *vacuum frying* ini dianggap lebih unggul dibandingkan metode penggorengan konvensional karena mampu mempertahankan kualitas sensorik dan gizi bahan pangan. Penggorengan dalam kondisi *vacuum* mengurangi titik didih air, memungkinkan penggorengan pada suhu yang lebih rendah sehingga dapat mengurangi kerusakan nutrisi dan senyawa bioaktif yang sensitif terhadap panas. Penggorengan *vacuum* merupakan salah satu alternatif bagi industri makanan yang menyediakan produk gorengan dengan kandungan lemak rendah, atribut kualitas yang lebih baik, tekstur, warna, rasa dan retensi nutrisi yang diinginkan. Ini adalah metode yang efisien untuk menghasilkan camilan buah dan sayuran yang mencapai tingkat dehidrasi yang diperlukan tanpa menjadi terlalu gelap atau gosong. Berbagai faktor yang mempengaruhi atribut kualitas produk penggorengan *vacuum* antara lain peralatan penggorengan *vacuum*, sifat bahan baku, perlakuan sebelum dan sesudah, dan kondisi pemrosesan. Waktu, suhu, dan tekanan *vacuum* merupakan parameter yang paling berpengaruh terhadap warna, tekstur, nutrisi, dan kandungan minyak pada produk

gorengan (Devi, Zhang, Ju, *et al.*, 2021; Wichaphon *et al.*, 2023).

Penggorengan *vacuum* telah mendapatkan popularitas selama bertahun-tahun karena keunggulannya dibandingkan penggorengan tradisional. Penggorengan tradisional terbatas pada pengolahan beberapa buah dan sayuran; Namun, penggorengan *vacuum* telah memberikan peluang untuk menghasilkan makanan ringan berkualitas dari berbagai macam buah dan sayuran. Ruang lingkup yang luas terdapat dalam penggorengan *vacuum* buah-buahan dan sayuran untuk pengembangan produk bernilai tambah. Buah-buahan dan sayursayuran seperti pir, pepaya, apel, nanas, jambu biji, buncis, okra, ubi jalar, terung, buah kiwi, nangka, dan lain-lain, dapat diubah menjadi jajanan sehat dengan menggunakan teknik penggorengan *vacuum*.

Penilaian pasar yang semakin berkembang dan preferensi konsumen terhadap jajanan rendah lemak dan bergizi tinggi menyebabkan didirikannya unit penggorengan *vacuum* skala industri, untuk menghasilkan jajanan gorengan yang sehat untuk memenuhi permintaan pasar. Dibandingkan dengan penggorengan tradisional, penggorengan *vacuum* memerlukan mesin dan peralatan yang

dirancang khusus, sehingga penelitian lebih lanjut dapat dilakukan untuk pengembangan penggorengan *vacuum* kontinyu skala besar. Oleh karena itu, evaluasi organoleptik produk goreng *vacuum* berbasis konsumen akan memberikan wawasan lebih lanjut untuk komersialisasi teknologi ini pada skala industri (Pandey, Ravi, *et al.*, 2020).

METODOLOGI

Artikel ini disusun berdasarkan analisis literatur terkait implikasi penggunaan metode *vacuum frying* pada peningkatan nilai tambah komoditas buah dan sayur. Metode studi literatur yang diterapkan adalah pengumpulan data dan analisis dari sumber data sekunder seperti literatur jurnal internasional terakreditasi salah satunya seperti scopus yang berfokus pada pembahasan tema terkait), dengan rentang terbit sejak tahun 2020 hingga tahun 2024 untuk mendapatkan kebaruan data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komoditas Pisang

Pisang (*Musa paradisiaca*) merupakan salah satu tanaman utama di daerah tropis dan subtropis. Saat ini, lebih dari 90% pisang dimakan sebagai

buah segar. Rasio pengolahan rata-rata pisang kurang dari 5%, dan rasio pembusukan 25%. Oleh karena itu, meningkatkan rasio pengolahan akan menjadi sarana penting untuk mengembangkan industri pisang. Irisan pisang telah menjadi salah satu makanan olahan yang paling populer di seluruh dunia karena rasanya yang renyah, transportasi yang mudah, dan masa penyimpanan yang lama. Irisan pisang yang beredar di pasaran sebagian besar berasal dari Filipina, Vietnam dan Thailand, dan irisan pisang ini biasanya diolah dengan teknologi penggorengan suhu tinggi. Irisan pisang yang diolah dengan teknologi penggorengan *vacuum* suhu rendah dapat mempertahankan warna, rasa dan rasa asli pisang segar, serta mempunyai nilai gizi dan kesehatan yang tinggi, karena kandungan minyaknya yang rendah, kandungan akrilamida yang rendah, kandungan antosianin yang tinggi. dan kandungan total karotenoid yang tinggi. *Vacuum frying* membuat kualitas sensoris irisan pisang yang lebih baik mulai dari kerenyahan, kekerasan, kerapuhan dan warna sehingga dapat dievaluasi kualitasnya.

Kualitas rasio rasa irisan pisang gula-asam masing-masing berkorelasi positif dan negatif dengan kandungan gula terlarut dan kandungan asam yang

dapat di titrasi. Variasi indikator gizi selain kandungan lemak lebih besar dari 10% menunjukkan bahwa metode *vacuum frying* efektif untuk menjaga kandungan gizi diikuti dengan kandungan serat kasar, fenolik, pektin dan protein dari jenis varietas pisang. Pembentukan zat aroma pisang sebelum dan sesudah penggorengan *vacuum* menyesuaikan dengan suhu penggorengan. Jika penggorengan *vacuum* suhu rendah rasa buah pisang menurun dan rasa lemak meningkat (Chen *et al.*, 2023).

Komoditas Nangka

Nangka (*Artocarpus heterophyllus L.*) adalah buah terbesar yang dapat dimakan di dunia dan dianggap sebagai buah surgawi pada masyarakat kuno karena komposisi nutrisinya seperti vitamin A, B, C, potasium, kalsium, zat besi, protein dan karbohidrat serta menawarkan banyak manfaat kesehatan. Isoflavon, antioksidan, dan fitonutrien pada buah ini memiliki khasiat melawan kanker dan juga membantu menyembuhkan maag dan gangguan pencernaan. Tingginya kerugian pascapanen dan ketersediaan nangka secara musiman meningkatkan urgensi teknologi penggorengan *vacuum*.

Penggorengan *vacuum* adalah teknologi baru yang memenuhi semua tujuan ini. Merupakan alternatif penggorengan konvensional yang menjanjikan untuk meningkatkan kualitas produk. Serapan minyak pada keripik nangka *vacuum frying* dipengaruhi secara signifikan oleh perlakuan awal. Kandungan minyak pada keripik nangka goreng *vacuum* jauh lebih sedikit dibandingkan keripik nangka goreng atmosferik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi penggorengan mempengaruhi kadar air. Terdapat perbedaan kadar air yang nyata pada keripik nangka pada kondisi penggorengan yang berbeda. Kandungan minyak pada keripik nangka goreng *vacuum* merupakan parameter penting dalam menilai aksesibilitas konsumen terhadap produk.

Kandungan minyak nangka *vacuum* berkisar antara 28,85 hingga 34,73% pada kondisi penggorengan yang berbeda. Keripik nangka yang digoreng dalam kondisi atmosferik berwarna lebih gelap, lebih merah dan kekuningan dibandingkan keripik nangka dalam kondisi *vacuum*. Perubahan warna ini disebabkan oleh interaksi gugus amina dengan gula pereduksi, yaitu reaksi pencoklatan non-oksidatif yang disebut juga reaksi

Maillard. Kondisi proses pada suhu 100o C dan 9 kPa selama 20 menit telah menghasilkan camilan sehat baru dengan kandungan minyak rendah (Praveena *et al.*, 2024).

Komoditas Mangga

Vacuum frying berdampak pada berbagai atribut kualitas mangga seperti kadar air, lemak, tekstur, dan warna. Model kinetika yang dikembangkan dapat menggambarkan hubungan dinamis antara kadar air dengan atribut kualitas lainnya selama proses *vacuum frying*. Model ini bermanfaat untuk mengoptimalkan kualitas produk dan proses *vacuum frying* buah-buahan (Ayustaningwarno, Verkerk, *et al.*, 2020).

Penggorengan *vacuum* keripik mangga, dipilih untuk menunjukkan penerapan pendekatan pemodelan baru yang menghubungkan model kelembaban dinamis dengan model perubahan kandungan lemak, tekstur, dan warna. Hasil menunjukkan bahwa hilangnya kelembaban paling baik digambarkan dengan model eksponensial. Penggorengan *vacuum* pada suhu 100o C selama 20 menit cukup untuk menurunkan kadar air dan menghasilkan keripik dengan kekerasan tinggi tanpa menyerap terlalu banyak minyak, mempertahankan warna tanpa

kehilangan terlalu banyak asam askorbat, dan mempertahankan kandungan beta-karoten (Ayustaningwarno, van Ginkel, *et al.*, 2020).

Komoditas Pepaya

Pepaya (*Carica papaya L.*) adalah buah asli Amerika Latin yang banyak diproduksi dan dikonsumsi di hampir seluruh wilayah tropis dan subtropis, produsen utamanya adalah India, Brazil dan Meksiko. Selain bernilai ekonomis, pepaya merupakan sumber senyawa bioaktif yang berharga, khususnya karotenoid provitamin A, seperti β -karoten, β -cryptoxanthin, serta likopen. Penerapan penggorengan *vacuum* untuk pengembangan keripik pepaya merupakan pilihan yang menjanjikan untuk mengolah buah ini, sehingga menghasilkan produk baru yang memenuhi harapan konsumen dan menciptakan nilai tambah pada tanaman ini. Dampak dari proses penggorengan *vacuum* (*vacuum frying*) yang diuraikan dalam hasil penelitian:

1. Mencegah oksidasi lemak dan pigmen dalam produk karena ketiadaan udara selama proses. Hal ini dapat menjaga warna alami dan zat gizi produk yang digoreng.

2. Mengurangi titik didih minyak goreng dan air dalam produk karena tekanan di bawah tekanan atmosfer. Ini membantu proses penghilangan air lebih efisien.
3. Menghasilkan keripik pepaya dengan kualitas sensorik dan zat gizi yang lebih baik dibandingkan keripik goreng tradisional, karena efek pemanasan lebih sempurna dan lebih sedikit oksidasi pigmen dan lemak.
4. Menyebabkan degradasi sekitar 40% β -karoten dan 60% β -kriptoksantin dalam keripik pepaya akibat proses pemanasan, namun meningkatkan ekstraksi likopen sekitar 1,5 kali lipat.
5. Warna dan kandungan karotenoid keripik pepaya hasil penggorengan *vacuum* lebih terjaga dibandingkan dengan penggorengan konvensional karena ketiadaan udara.
6. Keripik pepaya yang dihasilkan memiliki kadar karotenoid total sebesar 381 mg/kg, yang masih relatif tinggi meskipun terjadi sebagian degradasi selama pengolahan (Soto *et al.*, 2021).

Vacum frying dapat mempertahankan kandungan karotenoid papaya sambil menghasilkan keripik kering yang tahan lama, walaupun terjadi sedikit

isomerisasi karotenoid akibat panas proses. Kandungan lemak yang diatur juga berpengaruh terhadap stabilitas karotenoid selama penyimpanan.

Komoditas Jeruk

Kulit jeruk yang digoreng menerapkan teknik penggorengan *vacuum* untuk memperpanjang umur simpan dan menghasilkan produk renyah yang mengandung nutrisi alami. Suhu penggorengan yang lebih rendah akan lebih mempertahankan kandungan karotenoid dalam produk. Pengaruh kondisi penggorengan *vacuum* terhadap kualitas kulit jeruk goreng dinilai menghasilkan isian permen coklat bernutrisi yang memiliki nilai sensoris baik. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggorengan *vacuum* pada suhu 100°C selama 30 menit menunjukkan penyusutan maksimum (48%) dan 95% karotenoid hilang. Kekerasan kulit jeruk goreng mengalami peningkatan selama proses penggorengan. Evaluasi sensorik menunjukkan daya terima maksimum kulit jeruk goreng pada suhu 90°C selama 25 menit. Hasil menunjukkan penurunan kualitas minyak goreng di atmosfer yang tinggi. Sebaliknya, kondisi penggorengan *vacuum* membantu menjaga kualitas minyak goreng, sekaligus menjaga warna terang produk tetap terjaga. Hasil penelitian

mendukung penggunaan proses penggorengan *vacuum* sebagai metode penggorengan kulit jeruk yang berkualitas tinggi dan menjaga kualitas minyak pada kulit jeruk (Palamthodi *et al.*, 2021).

Komoditas Salak

Salak (*Salacca zalacca*) adalah buah yang banyak ditemui di Indonesia. Buah salak mempunyai ciri khusus seperti daging buah berwarna kuning kecoklatan, tidak mengandung banyak air sehingga cocok untuk diaplikasikan dalam bentuk keripik. Parameter yang digunakan untuk menentukan mutu keripik salak antara lain warna, aroma, rasa, tekstur, gizi, tidak mudah tengik serta tahan lama. Beberapa kelebihan produk jika diproduksi menggunakan mesin penggoreng *vacuum* antara lain hasil keripik tidak berubah jauh dibanding warna aslinya, aroma serta rasa tidak begitu jauh berubah dari buah atau sayur aslinya, tidak ada tambahan rasa, tanpa MSG, keripik menjadi lebih garing, bahan mesin yang dipakai aman untuk makanan (*food grade*), serta kandungan gizi pada produk tetap bertahan dalam jumlah yang baik (Rosida *et al.*, 2020).

Komoditas Apel

Keripik apel diproduksi dengan proses pengeringan dan penggorengan. Dampak utama penggunaan teknik penggorengan dengan *vacuum* pada komoditas apel antara lain: (1) Menghasilkan aktivitas antioksidan yang lebih tinggi pada chip apel yang digoreng dengan *vacuum* dibandingkan cara penggorengan konvensional, (2) Laju bioaksesibilitas total flavanol lebih rendah pada keripik apel yang digoreng dengan *vacuum* dibandingkan yang hanya dikeringkan. Menunjukkan penggunaan suhu lebih tinggi selama penggorengan dapat menurunkan laju bioaksesibilitas senyawa fenolik tertentu. (3) Semua sampel chip apel yang diolah dengan penggorengan *vacuum* menunjukkan aktivitas penghambat glukosidase alfa yang lebih tinggi dibandingkan kontrol positif (akarbose). (4) Proses penggorengan dengan *vacuum* dapat menghasilkan produk chip apel dengan kualitas lebih baik dan kandungan lemak lebih rendah dibandingkan penggorengan konvensional (Uğurlu dan Bakkalbaşı, 2024).

Penggunaan penggorengan metode *vacuum* merupakan pilihan yang sehat untuk pengembangan makanan ringan buah-buahan dan sayuran dengan karakteristik warna, rasa, dan tekstur alami yang diinginkan.

Keripik apel yang diproduksi dengan *vacuum frying* memiliki kandungan minyak lebih rendah, memiliki warna sesuai yang diharapkan tidak gosong dan sedikit kekuningan karena peningkatan kontak enzim polifenol oksidase serta substratnya akibat gangguan jaringan tekanan dari penggorengan. Setelah penggorengan sifat tekstur keripik apel yang paling dihargai adalah kerenyahan, yang menunjukkan kesegaran dan kualitas tinggi. Selain itu memiliki rasa yang mendekati buah aslinya dan menjaga sifat organoleptiknya (Albertos *et al.*, 2020).

Komoditas Ubi

Ubi (*Pastinaca sativa*) merupakan tumbuhan akar yang mirip dengan peterseli dan wortel, biasanya dibiarkan tidak dikupas dan dikukus atau direbus untuk mengekstrak potensi rasa khasnya. Perlu adanya inovasi untuk menambah nilai jual ubi, salah satunya dengan metode penggorengan *vacuum frying*. Kandungan minyak yang ada pada produk penggorengan *vacuum* sangat rendah ($P < 0,05$) dibanding dengan produk ubi yang digoreng dalam kondisi normal. Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwasanya produk yang digoreng

dengan metode *vacuum* dapat mengurangi minyak pada irisan ubi dibandingkan dengan metode goreng pada kondisi udara terbuka menggunakan tenaga termal yang serupa (Morakabati *et al.*, 2024).

Komoditas Kentang

Teknologi *vacuum frying* telah diterapkan secara komersial untuk menghasilkan makanan goreng dengan kandungan minyak yang lebih rendah dibandingkan dengan metode penggorengan konvensional. Adapun dampak positif lain yang ditimbulkan oleh pemakaian teknik *vacuum frying* dalam pembuatan keripik adalah : (1) Keripik kentang hasil *vacuum frying* memiliki penampilan yang lebih baik dibandingkan dengan metode penggorengan konvensional. (2) Dengan adanya *vacuum*, dapat mempercepat hilangnya kandungan air dari keripik kentang sehingga proses penggorengannya menjadi lebih efisien. (3) Struktur internal yang lebih padat dan pori yang lebih keropos akibat hilangnya kadar air yang lebih cepat dapat meningkatkan ketahanan tekstur renyah pada keripik kentang hasil *vacuum frying*. (4) Penampilan, tekstur, dan kandungan minyak yang lebih baik membuat kualitas keripik kentang hasil *vacuum frying* lebih baik dibanding

penggunaan metode konvensional (Su *et al.*, 2021).

Komoditas Jamur

Di antara kelompok jamur yang dapat dimakan, jamur kancing putih merupakan jamur yang paling banyak dikonsumsi di dunia dan bergizi karena mengandung banyak vitamin, mineral, serta senyawa bioaktif seperti flavonoid dan gugus senyawa fenolik. Kesulitan utama dalam menangani jamur ini adalah kadar air yang cukup tinggi serta masa umur simpan yang pendek. Tidak dapat disimpan lebih dari sehari pada suhu kamar karena kurangnya lapisan kutikula yang terlindungi. Untuk memperpanjang umur simpan jamur, pembuatan keripik jamur goreng dapat menjadi salah satu cara mengawetkannya.

Karena meningkatnya kesadaran masyarakat, semakin besar pula minat industri untuk membuat makanan gorengan yang lebih sehat. Penggorengan *vacuum* yang menggunakan suhu lebih rendah terbukti dapat menghasilkan produk akhir dengan kandungan minyak yang lebih sedikit, memelihara produk, kualitas nutrisi dan meningkatkan stabilitas minyak. Dampak *vacuum frying* bagi keripik jamur berdasarkan

riset yang ada: (1) Teknik *vacuum frying* mampu menghasilkan produk keripik dengan kadar minyak yang lebih rendah dibandingkan menggunakan metode menggoreng biasa. (2) Dengan *vacuum frying*, temperatur dapat tersebar merata baik di bagian tengah maupun permukaan keripik. Hal ini berbeda dengan penggorengan biasa yang cenderung hanya bagian luarnya yang menerima panas secara maksimal. (3) Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kadar air target (1,8 g air/100 g produk) dengan *vacuum frying* lebih singkat, yaitu 10 menit, dibandingkan penggorengan biasa yang membutuhkan waktu 14 menit. (4) Analisis dengan *electronic nose* menunjukkan bahwa aroma yang dihasilkan keripik jamur hasil *vacuum frying* memiliki parameter rasa yang lebih baik dibandingkan penggorengan biasa (Devi *et al.*, 2020; Devi, Zhang, & Mujumdar, 2021).

Menurut penelitian, *vacuum frying* digunakan untuk mengolah potongan jamur tiram menjadi keripik jamur. Proses *vacuum frying* pada suhu 90°C selama 14 menit digunakan untuk memasak dan mengeringkan potongan jamur tiram tersebut menjadi bentuk keripik. Hasil olahan berupa keripik jamur tiram yang diolah dengan *vacuum frying* memiliki kandungan minyak

lebih rendah dibandingkan cara konvensional. Hal ini sesuai dengan dampak penurunan penyerapan minyak pada proses *vacuum frying*. *Vacuum frying* berguna untuk menghasilkan produk olahan jamur tiram berbentuk keripik dengan mengurangi penyerapan minyak serta mempertahankan nilai gizi dan warna produk (Ren *et al.*, 2022).

Komoditas Asparagus

Asparagus (*Asparagus officinalis*) dikenal sebagai tanaman komersial yang saat ini banyak dibudidayakan. Dapat ditanam di banyak wilayah di seluruh dunia, terutama di Amerika Serikat dan negara-negara subtropis. Tanaman ini memiliki rasa enak dan dikenal sebagai sumber nutrisi, vitamin, serta mineral. Pemanfaatan asparagus berukuran kecil sebagai bahan baku alternatif pembuatan makanan ringan merupakan upaya untuk mengubah produk pertanian berbiaya rendah tersebut menjadi produk yang bernilai tambah. Selain itu, asparagus dapat digunakan sebagai bahan potensial pengganti pati komersial untuk menghasilkan makanan ringan yang sehat. Adapun beberapa dampak penggunaan teknik penggorengan *vacuum* terhadap asparagus adalah: (1) Teknik ini dapat menurunkan kandungan air dan

aktivitas air sehingga dapat memperpanjang umur simpan produk. (2) sedikit minyak dibandingkan penggorengan konvensional. Ini dipengaruhi oleh tekanan serta suhu yang lebih rendah selama proses berjalan. (3) Produk akhir memiliki warna yang lebih terang dan rona kecoklatan yang rendah. Reaksi pemurnian non-enzimatis terjadi lebih sedikit pada suhu rendah. (4) Tekstur produk menjadi lebih renyah meskipun kandungan minyak lebih rendah. Hal ini diduga karena proses penguapan air lebih lambat pada suhu yang rendah. (5) Mengandung lebih banyak nutrisi asli karena suhu yang tidak terlalu tinggi dapat meminimalkan kerusakan zat gizi. (6) Potensi pembentukan akrilamida yang berbahaya lebih rendah karena suhu penggorengan di bawah 120° C (Maisont *et al.*, 2023).

KESIMPULAN

Secara keseluruhan, *vacuum frying* memberikan banyak keuntungan dalam pengolahan buah dan sayur, baik dari segi kualitas gizi, keamanan pangan, maupun preferensi konsumen. Teknologi ini berpotensi menjadi solusi inovatif pada industri pangan untuk menghasilkan produk olahan yang lebih sehat serta berkualitas tinggi. Proses penggorengan yang inovatif dianggap

menjanjikan dan mampu menghasilkan produk akhir yang lebih sehat dibandingkan penggorengan tradisional. Vacuum frying mengurangi penyerapan minyak tanpa memperburuk karakteristik organoleptik dan sensorik. Secara khusus, teknologi penggorengan dengan bantuan *vacuum*, seperti Vacuum

Frying telah secara signifikan mengurangi serapan minyak dan produksi akrilamida sekaligus menjaga kualitas minyak.

DAFTAR PUSTAKA

- Acevedo C., D., Montero, P. M., Meza, J. R., Sandrith Sampayo, R., & Martelo, R. J. (2022). Evaluation of the Thermophysical, Sensory, and Microstructural Properties of Colombian Coastal Carimañola Obtained by Atmospheric and Vacuum Frying. *International Journal of Food Science*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/7251584>
- Al Faruq, A., Khatun, M. H. A., Azam, S. M. R., Sarker, M. S. H., Mahomud, M. S., & Jin, X. (2022). Recent advances in frying processes for plant-based foods. *Food Chemistry Advances*, 1(July), 100086. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2022.100086>
- Albertos, I., Rico, D., & Martin-Diana, A. B. (2020). Improving the texture of healthy apple snacks by combining processing and technology (high pressure and vacuum frying). *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(3), 1–11. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14352>
- Ayustaningwarno, F., van Ginkel, E., Vitorino, J., Dekker, M., Fogliano, V., & Verkerk, R. (2020). Nutritional and Physicochemical Quality of Vacuum-Fried Mango Chips Is Affected by Ripening Stage, Frying Temperature, and Time. *Frontiers in Nutrition*, 7(July), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.00095>
- Ayustaningwarno, F., Verkerk, R., Fogliano, V., & Dekker, M. (2020). The pivotal role of moisture content in the kinetic modelling of the quality attributes of vacuum fried chips. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 59(October 2019), 102251. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2019.102251>
- Caro C, A. D., Sampayo R, S. P., Acevedo C, D., Montero C, P., & Martelo, R. J. (2020). Mass Transfer and Colour Analysis during Vacuum Frying of Colombian Coastal Carimañola. *International Journal of Food Science*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/9816204>
- Chen, X., Tang, Y., Wei, Z., Deng, Z., Li, Z., Li, L., He, X., & Sun, J. (2023). Study on Quality Change and Processing Suitability Evaluation of the Low-Temperature Vacuum Frying of Bananas. *Foods*, 12(9). <https://doi.org/10.3390/foods12091822>
- Devi, S., Zhang, M., Ju, R., & Bhandari, B. (2020). Water loss and partitioning of the oil fraction of

- mushroom chips using ultrasound-assisted vacuum frying. *Food Bioscience*, 38(October 2019), 100753.
<https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100753>
- Devi, S., Zhang, M., Ju, R., & Bhandari, B. (2021). Recent development of innovative methods for efficient frying technology. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 61(22), 3709–3724.
<https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1804319>
- Devi, S., Zhang, M., & Mujumdar, A. S. (2021). Influence of ultrasound and microwave-assisted vacuum frying on quality parameters of fried product and the stability of frying oil. *Drying Technology*, 39(5), 655–668.
<https://doi.org/10.1080/07373937.2019.1702995>
- Khalilian, S., Mba, O. I., & Ngadi, M. O. (2021). g-Frying of eggplant (*Solanum melongena* L.). *Journal of Food Engineering*, 293, 110358.
<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2020.110358>
- Lumanlan, J. C., Fernando, W. M. A. D. B., & Jayasena, V. (2020). Mechanisms of oil uptake during deep frying and applications of predrying and hydrocolloids in reducing fat content of chips. *International Journal of Food Science and Technology*, 55(4), 1661–1670.
<https://doi.org/10.1111/ijfs.14435>
- Maisont, S., Samutsri, W., Khamweera, P., Phae-ngam, W., & Limsuwan, P. (2023). Value-added asparagus (*Asparagus officinalis* L.) as healthy snacks using vacuum frying. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7(October), 1–9.
<https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1145946>
- Morakabati, N., Shahidi, S. A., Roozbeh Nasiraie, L., Ghorbani-HasanSaraei, A., & Naghizadeh Raeisi, S. (2024). Vacuum frying of parsnip slices: Optimization by taguchi and response surface methodology and modeling the kinetics of water loss. *Alexandria Engineering Journal*, 100(April), 312–321.
<https://doi.org/10.1016/j.aej.2024.05.052>
- Palamthodi, S., Shimpi, S., & Tungare, K. (2021). *Food Science and Applied Biotechnology*. 4(March), 63–75.
- Pandey, A. K., Kumar, S., Ravi, N., Chauhan, O. P., & Patki, P. E. (2020). Use of partial drying and freezing pre-treatments for development of vacuum fried papaya (*Carica papaya* L.) chips. *Journal of Food Science and Technology*, 57(6), 2310–2320.
<https://doi.org/10.1007/s13197-020-04269-w>
- Pandey, A. K., Ravi, N., & Chauhan, O. P. (2020). Quality attributes of vacuum fried fruits and vegetables: a review. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 14(3), 1543–1556.
<https://doi.org/10.1007/s11694-020-00403-6>
- Praveena, N., Surya, R., Fairoosa, K., Rajesh, G. K., George, A. K., & Tasneem, S. A. F. (2024). Development and Quality Evaluation of Vacuum Fried Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) Chips. *Asian Journal of Dairy and Food Research*, 43(1), 116–123.
<https://doi.org/10.18805/ajdfr.DR-1549>
- Ren, A., Cao, Z., Tang, X., Duan, Z., Duan, X., & Meng, X. (2022). Reduction of oil uptake in vacuum fried *Pleurotus eryngii* chips via ultrasound assisted pretreatment.

- Frontiers in Nutrition*, 9(November), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1037652>
- Rosida, D., Permadi, B. ., Sarofa, U., Anggraeni, F., & Hapsari, N. (2020). *Estimation of Shelf Life of Bangkalan Zalacca (Salacca zalacca (Gaertner) Voss) Chips Using Vacuum Frying Technology and Aluminum Foil and PVC Plastic Packaging*. 194(FANRes 2019), 181–188. <https://doi.org/10.2991/aer.k.200325.036>
- Soto, M., Brenes, M., Jiménez, N., Cortés, C., Umaña, G., & Pérez, A. M. (2021). Selection of optimal ripening stage of papaya fruit (*Carica papaya* L.) and vacuum frying conditions for chips making. *CYTA - Journal of Food*, 19(1), 273–286. <https://doi.org/10.1080/19476337.2021.1893823>
- Soto, M., Dhuique-Mayer, C., Servent, A., Jiménez, N., Vaillant, F., & Achir, N. (2020). A kinetic study of carotenoid degradation during storage of papaya chips obtained by vacuum frying with saturated and unsaturated oils. *Food Research International*, 128(October 2019), 108737. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108737>
- Su, Y., Gao, J., Tang, S., Feng, L., Azam, S. M. R., & Zheng, T. (2022). Recent advances in physical fields-based frying techniques for enhanced efficiency and quality attributes. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(19), 5183–5202. <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1882933>
- Su, Y., Zhang, M., Chitrakar, B., & Zhang, W. (2021). Reduction of oil uptake with osmotic dehydration and coating pre-treatment in microwave-assisted vacuum fried potato chips. *Food Bioscience*, 39(July 2020). <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100825>
- Uğurlu, S., & Bakkalbaşı, E. (2024). A comparison of phenolic compounds, antioxidant activity, and α -glucosidase inhibitory activities of apple chips dried and fried by vacuum combined infrared radiation. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 3783–3792. <https://doi.org/10.1007/s11694-024-02453-6>
- Wang, Y., Wu, X., McClements, D. J., Chen, L., Miao, M., & Jin, Z. (2021). Effect of new frying technology on starchy food quality. *Foods*, 10(8). <https://doi.org/10.3390/foods10081852>
- Wichaphon, J., Judphol, J., Tochampa, W., & Singanusong, R. (2023). Effect of frying conditions on properties of vacuum fried banana bracts. *Lwt*, 184(May), 115022. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.115022>
- Zhang, X., Zhang, M., & Adhikari, B. (2020). Recent developments in frying technologies applied to fresh foods. *Trends in Food Science and Technology*, 98(December 2019), 68–81. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.02.007>