

Artikel Penelitian

# Analisis Pengaruh Pra-Perlakuan ( $\text{CaCl}_2$ dan Pembekuan) terhadap Kualitas Keripik Salak (*Salacca zalacca*) Goreng Vakum

## *Analysis of the Effect of Pre-Treatment ( $\text{CaCl}_2$ and Freezing) on Quality of Vacuum Fried Salak (*Salacca zalacca*) Chip*

Siti Sabahannur\*, Zulfikar

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Muslim Indonesia, Makassar

\*Korespondensi dengan penulis (siti\_sabahan@yahoo.com)

Artikel ini dikirim pada tanggal 25 September 2020 dan dinyatakan diterima tanggal 07 Juni 2021. Artikel ini juga dipublikasi secara online <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/jatp>. Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang diperbanyak untuk tujuan komersial.

Diproduksi oleh Indonesian Food Technologists® ©2021

### Abstrak

Penelitian bertujuan mengetahui pengaruh pra-perlakuan ( $\text{CaCl}_2$  dan pembekuan) terhadap kualitas keripik salak dengan sistem penggorengan vakum. Pembuatan keripik salak dimulai dengan daging buah dipotong melintang kemudian biji dibuang. Daging buah direndam dalam  $\text{CaCl}_2$  pada konsentrasi 0, 0,1, 0,2, dan 0,3% selama 40 menit, kemudian dibekukan pada suhu  $-20^\circ\text{C}$  dengan waktu 0, 24, dan 48 jam. Daging buah salak digoreng vakum pada suhu  $85^\circ\text{C}$  selama 45 menit. Untuk mengetahui kualitas keripik salak dilakukan analisis terhadap rendemen, kadar air, kadar abu, vitamin C, dan uji hedonik warna, tekstur, dan rasa. Hasil penelitian menunjukkan, buah salak yang tidak direndam dalam  $\text{CaCl}_2$  menghasilkan total rendemen keripik yang tinggi sebesar  $23,14 \pm 0,257\%$ . Pembekuan 48 jam menghasilkan keripik salak dengan kadar air terendah sebesar  $0,33 \pm 0,070\%$ . Kondisi optimum pra-perlakuan diperoleh pada perendaman  $\text{CaCl}_2$  0,2% dengan pembekuan 48 jam yang diperlihatkan pada total vitamin C sebesar  $9,22 \pm 0,070$  mg/100 g dan kadar abu sebesar  $0,13 \pm 0,006\%$ , uji hedonik warna, tekstur dan rasa disukai dengan nilai  $3,70 \pm 0,577$ . Dapat disimpulkan bahwa pra-perlakuan buah salak sebelum digoreng vakum dengan perendaman  $\text{CaCl}_2$  0,2% selama 40 menit dilanjutkan dengan pembekuan 48 jam pada suhu  $-20^\circ\text{C}$  merupakan kondisi yang paling optimum untuk menghasilkan keripik salak dengan kadar air yang rendah, vitamin C yang tinggi serta kualitas warna, tekstur dan rasa yang disukai.

Kata kunci: penggorengan vakum,  $\text{CaCl}_2$ , pembekuan, keripik salak, kadar abu

### Abstract

*This study aims to determine the effect of pre-treatment ( $\text{CaCl}_2$  and freezing) on the quality of the salak chips using a vacuum frying system. The making of salak chips were started with fruit cutting and seeds removal. The pulp was soaked in  $\text{CaCl}_2$  at a concentration of 0, 0.1, 0.2, and 0.3% for 40 minutes, then frozen at  $-20^\circ\text{C}$  for 0, 24, and 48 hours. Salak fruit flesh was vacuum-fried at  $85^\circ\text{C}$  for 45 minutes. To determine the quality of the salak chips, the analysis was carried out on the yield, moisture content, ash content, vitamin C, and hedonic test of color, texture, and taste. The results showed that salak fruit which was not immersed in  $\text{CaCl}_2$  produced a high total yield of chips of  $2314 \pm 0.257\%$ . Freezing for 48 hours resulted in salak chips with the lowest moisture content of  $0.33 \pm 0.070\%$ . The optimum pretreatment conditions were obtained in  $\text{CaCl}_2$  immersion of 0.2% with freezing for 48 hours which was shown in the total vitamin C of  $9.22 \pm 0.070$  mg/100 g and an ash content of  $0.13 \pm 0.006\%$ , a hedonic test of color, texture, and taste. preferably with a value of  $3.70 \pm 0.577$ . It can be concluded that pre-treatment of salak fruit before frying vacuum by soaking 0.2%  $\text{CaCl}_2$  for 40 minutes followed by freezing for 48 hours at a temperature of  $-20^\circ\text{C}$  was the most optimum condition for producing salak chips with low water content, high vitamin C and quality of color, texture, and taste preferred*

Keywords: vacuum frying;  $\text{CaCl}_2$ ; freezing; salak chips; ash content

### Pendahuluan

Buah merupakan makanan sehat karena kandungan nutrisi, serat dan banyak mengandung *phytochemical bioactive* (Park *et al.*, 2015). Buah salak adalah sumber serat dan karbohidrat yang baik dan memiliki perpaduan rasa apel, pisang dan nanas, dan menjadi sumber antioksidan, vitamin A, C, dan senyawa fenolik unggul yang tidak dapat ditandingi oleh buah-buahan tropis lainnya (Supapvanich *et al.*, 2011), namun demikian buah salak memiliki umur simpan pendek, kurang dari satu minggu karena pematangan yang cepat dan degradasi dari bahan bioaktif.

Salah satu cara untuk meningkatkan umur simpan buah salak adalah dengan pengolahan menjadi keripik. Keripik buah memiliki kadar air rendah dan proses fisiologis yang terhenti sehingga memiliki waktu simpan yang lama (Hariono *et al.*, 2018). Keripik disukai oleh semua kelompok umur dan memainkan peran penting dalam diet konsumen, memiliki rasa dan tekstur yang disukai sehingga permintaan menjadi meningkat (Ayustaningwarno *et al.*, 2018). Teknologi alternatif yang telah diterapkan seperti ekstrusi, pengeringan, dan pemanggangan belum berhasil mempertahankan kualitas (Dueik *et al.*, 2010). Untuk memenuhi tujuan tersebut, penggorengan vakum dapat menjadi pilihan

untuk memproduksi keripik buah-buahan yang mempunyai karakteristik tekstur dan rasa yang diinginkan (García-Segovia *et al.*, 2016; Dueik dan Bouchon, 2011). Menurut Andrés-Bello *et al.* (2010), penggorengan vakum memiliki beberapa keunggulan antara lain, kandungan minyak yang rendah pada hasil gorengan, mempertahankan warna dan rasa alami produk karena suhu dan oksigen rendah selama proses penggorengan (lebih baik daripada penggorengan secara konvensional), memiliki lebih sedikit efek samping pada kualitas minyak. Hal ini disebabkan proses penggorengan vakum dilakukan dalam sistem tertutup dengan tekanan jauh di bawah atmosfer. Pada tekanan yang rendah, titik didih minyak dan air lebih rendah daripada tekanan atmosfer, karena suhu penggorengan yang lebih rendah dan paparan oksigen minimal sehingga lebih baik dalam menjaga aroma, warna dan nilai nutrisi produk dibandingkan dengan menggoreng dalam kondisi atmosfer (Akinpelu *et al.*, 2014).

Selama penggorengan vakum variabel penting yang berpengaruh yakni suhu, tekanan vakum, waktu, serta pra-perlakuan spesifik buah. Beberapa penelitian telah dilakukan antara lain pembuatan keripik shiitake mengamati pengaruh suhu, waktu dan tekanan vakum (Deng *et al.*, 2019), pengaruh suhu dan waktu penggorengan terhadap kualitas keripik mangga (Mufarida, 2019), pengaruh tekanan vakum, suhu penggorengan pada sifat-sifat kimia keripik salak (Bremer *et al.*, 2018). Pengaruh pra-perlakuan pada bahan baku sebelum penggorengan vakum dilaporkan oleh Irfan *et al.* (2013), dan Ailai *et al.* (2014), melaporkan pra-perlakuan seperti blansing, penggunaan kalsium klorida ( $\text{CaCl}_2$ ), pengeringan, penggunaan antioksidan, pelapisan, tekanan osmotik dan pembekuan dapat meningkatkan tekstur keripik buah dan sayuran, mempertahankan warna dan mengurangi penyerapan minyak.

Penelitian Ailai *et al.* (2014) mengenai pengaruh  $\text{CaCl}_2$  dan pembekuan sebagai metode pra-perlakuan untuk meningkatkan kerenyahan okra goreng vakum. Percobaan dilakukan dengan blansing okra dalam larutan  $\text{CaCl}_2$  (0,5, 1,0 dan 1,5% b/v) pada  $100^\circ\text{C}$  selama 90 detik, kemudian produk dibekukan pada suhu yang bervariasi  $-20$ ,  $-25$  dan  $-30^\circ\text{C}$  selama 4 dan 6 jam. Kalsium klorida digunakan untuk memperoleh tekstur yang renyah. Zat ini juga berfungsi sebagai bahan pengeras. Selain itu  $\text{CaCl}_2$  dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme. Penelitian Asiah dan Handayani (2018), dengan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  0,5% menghasilkan keripik nenas dengan kerenyahan paling baik.

Pembekuan adalah pra-perlakuan yang bertujuan untuk meningkatkan laju penggorengan dan meningkatkan kualitas produk goreng vakum. Selama pembekuan ukuran kristal es sangat bergantung pada tingkat pembekuan. Laju pembekuan yang lebih rendah menghasilkan kristal es yang lebih besar. Kristal es yang besar dapat menyebabkan kerusakan mekanis, kehilangan tetesan yang luar biasa, dan deformasi struktural seluler dari bahan (Adedeji dan Ngadi, 2018).

Pembekuan juga menyebabkan matriks berpori dan kenyal dalam buah-buahan goreng vakum. Menurut Panday *et al.* (2020), pembuatan keripik pepaya dengan pembekuan sebagai pra-perlakuan lebih baik dalam mempertahankan kadar flavonoid, karoten, aktivitas antioksidan, struktur yang lebih berpori, warna, kerenyahan, rasa, penampilan, dan penerimaan keseluruhan. Albertos *et al.* (2016), juga melaporkan pembekuan memiliki efek yang signifikan pada produk akhir keripik wortel, mempertahankan kandungan fenolik dan kapasitas antioksidan dan meningkatkan nilai kerenyahan keripik wortel.

Teknologi penggorengan vakum telah banyak diteliti untuk berbagai produk buah dan sayuran. Namun, sejauh ini belum ada literatur mengenai penggorengan vakum buah salak terutama untuk efek perendaman dalam larutan  $\text{CaCl}_2$  yang dikombinasikan dengan lama pembekuan pada sifat fisik-kimia dari keripik salak. Oleh karena itu, penelitian bertujuan menganalisis pengaruh pra-perlakuan (perendaman dalam  $\text{CaCl}_2$ , dan pembekuan) pada sifat fisikokimia dan organoleptik keripik salak goreng vakum, seperti kadar air, kadar abu, vitamin C, tekstur, warna, dan rasa.

## Materi dan Metode

### Materi

Bahan utama yang digunakan meliputi: buah salak Enrekang (Sulawesi Selatan),  $\text{CaCl}_2$ , minyak goreng ber merk, garam dapur ( $\text{NaCl}$ ) dan plastik pembungkus. Alat utama yang digunakan adalah satu unit mesin vacuum frying dengan kapasitas alat 2 kg bahan segar (buatan lokal), terdiri atas tabung penggorengan, pompa, kondensor dilengkapi dengan spinner (buatan lokal), freezer, alat pengering (oven listrik, buatan lokal), pisau, kompor gas, sealer, sendok, baskom, timbangan digital, pengaduk, dan talenan.

### Metode

Penelitian disusun menurut Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor. Faktor pertama  $\text{CaCl}_2$  dengan tingkat konsentrasi 0, 0,1, 0,2, dan 0,3%. Faktor kedua waktu pembekuan 0, 24, dan 48 jam. Dari kedua faktor tersebut diperoleh 12 kombinasi perlakuan, setiap kombinasi diulang 3 kali sehingga terdapat 36 unit percobaan.

### Persiapan Buah Salak

Buah salak dikupas, daging buah dipotong secara melintang, biji dikeluarkan. Daging buah salak dicuci bersih, kemudian ditiriskan. Daging buah salak direndam selama 40 menit dalam larutan  $\text{CaCl}_2$  dengan konsentrasi 0,1, 0,2, dan 0,3% (sesuai perlakuan). Buah salak ditiriskan, kemudian dibekukan pada suhu  $-20^\circ\text{C}$  selama 24 dan 48 jam. Setelah pembekuan buah salak langsung digoreng (tanpa pencairan) menggunakan vacuum frying suhu  $85^\circ\text{C}$  dan lama penggorengan 45 menit (berdasarkan hasil uji pendahuluan). Keripik salak ditiriskan dengan mesin spinner agar sisa-sisa minyak pada keripik dapat keluar, kemudian keripik dikemas dalam plastik bening. Prosedur ini dilakukan

berdasarkan pada persiapan keripik salak yang lazim dilakukan di UMKM sekitar penelitian.

**Pengukuran Rendemen**

Rendemen merupakan persentase berat dari produk akhir yang dihasilkan per berat dari bahan olahan. Metode yang digunakan berdasarkan penelitian sebelumnya oleh Lastriyanto *et al.* (2019).

**Pengukuran Kadar Air dan Kadar Abu**

Perhitungan kadar air dilakukan menggunakan sampel keripik sebanyak 5 g yang dilakukan berdasarkan metode AOAC (2000). Penentuan kadar abu dilakukan berdasarkan pada metode Herman *et al.* (2011) dengan menggunakan sampel seberat 5 g.

**Pengukuran Kadar Vitamin C**

Analisis kadar vitamin C dilaksanakan berdasarkan metode titrasi (Sudarmadji *et al.*, 1997) dengan menggunakan sampel yang digunakan sebanyak 1 g.

**Uji Organoleptik Warna, Tekstur dan Rasa**

Metode yang dipakai dalam pengujian berdasarkan kesukaan (Uji hedonik) sebanyak 20 panelis tidak terlatih. Uji organoleptik menggunakan skala sebagai berikut: 1. sangat tidak suka, 2. tidak suka, 3. agak suka 4. suka, 5. sangat suka (Ayustaningwarno, 2014).

**Analisis Data**

Data yang diperoleh diuji dengan Analysis of Varians (ANOVA), jika perlakuan berpengaruh nyata dilanjutkan dengan uji Tukey pada tingkat kepercayaan 95%.

**Hasil dan Pembahasan**

**Rendemen Keripik Salak**

Hasil ANOVA ( $\alpha=0,05$ ) menunjukkan perlakuan  $CaCl_2$  berpengaruh nyata ( $p<0,05$ ), pembekuan dan interaksi antara  $CaCl_2$  dan pembekuan tidak berpengaruh nyata terhadap rendemen keripik salak ( $p>0,05$ ). Rata rata rendemen keripik salak dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan Uji Tukey  $\alpha=0,05$ , tanpa perendaman  $CaCl_2$ , rendemen keripik salak yang diperoleh lebih tinggi yakni  $23,14\pm0,257\%$  dan berbeda signifikan dengan perendaman  $CaCl_2$  konsentrasi 0,1, 0,2, dan 0,3%, sedangkan buah salak yang direndam dalam larutan  $CaCl_2$  konsentrasi 0,1, 0,2 dan 0,3% tidak menunjukkan perbedaan signifikan terhadap rendemen keripik salak.

Rendemen keripik salak yang dihasilkan berkisar  $22,07\pm0,055$  sampai  $23,14\pm0,257\%$ . Hasil yang diperoleh jauh lebih rendah daripada bahan baku yang digunakan karena hilangnya sejumlah air dari bahan yang digoreng yang menyebabkan penurunan massa bahan. Pergerakan massa selama proses penggorengan terutama ditandai dengan hilangnya sejumlah air dari material yang terjadi akibat penguapan air dari kerak dan penurunan kapasitas menahan air

(*water holding capacity*) material ketika suhu naik. Selama proses penggorengan, laju penguapan air lebih besar dari proses penyerapan minyak oleh bahan yang digoreng. Ini ditunjukkan oleh rendemen yang terbanyak dihasilkan hanya sebesar  $23,14\pm0,257\%$ . Hasil penelitian Khaliq (2015) menunjukkan, penggunaan kalsium klorida 3% pada buah mangga efektif dapat mereduksi susut bobot buah. Hal ini disebabkan perendaman dalam larutan  $CaCl_2$  memperlambat terjadinya susut bobot karena ion kalsium dapat menurunkan permeabilitas membran terhadap air.

Tabel 1. Rendemen (%) keripik salak

CaCl <sub>2</sub> (%)	Waktu Pembekuan (jam)			Rata-rata
	0	24	48	
0	22,82±0,481	23,43±0,159	23,18±0,253	23,14±0,257 <sup>a</sup>
0,1	22,08±0,778	22,81±1,131	22,30±0,365	22,40±0,435 <sup>b</sup>
0,2	21,93±0,080	22,29±0,561	22,00±0,621	22,07±0,055 <sup>b</sup>
0,3	22,34±1,387	21,75±0,960	22,60±0,465	22,23±0,621 <sup>b</sup>

Tabel 2. Kadar air (%) keripik salak

CaCl <sub>2</sub> (%)	Waktu Pembekuan (jam)		
	0	24	48
0	0,28±0,115	0,56±0,165	0,40±0,163
0,1	0,38±0,118	0,47±0,170	0,33±0,197
0,2	0,41±0,162	0,51±0,119	0,30±0,145
0,3	0,50±0,147	0,35±0,100	0,30±0,055
Rata-rata	0,39±0,117 <sup>b</sup>	0,47±0,080 <sup>a</sup>	0,33±0,070 <sup>b</sup>

Keterangan untuk Tabel 1-2: Data disajikan dalam rata-rata pengulangan (n=3)±standar deviasi. Huruf berbeda dalam tabel menunjukkan perbedaan signifikan ( $p<0,05$ ) pada Uji Tukey (HSD)

Penggunaan tekanan vakum yang lebih rendah cenderung mengalami penyusutan volume yang lebih banyak karena kemungkinan difusivitas massa yang lebih tinggi dan kehilangan air lebih banyak. Laju penguapan air pada permukaan bahan yang cepat selama penggorengan vakum menyebabkan penyusutan permukaan yang besar pada produk gorengan. Ketika suhu minyak mencapai titik didih air, air bebas dan/atau terikat longgar yang tersisa di dalam keripik tiba-tiba menguap, kemudian dengan cepat meninggalkan sel buah, dan menciptakan pori-pori besar di seluruh tekstur keripik (Udomkun *et al.*, 2018).

**Kadar Air Keripik Salak**

Kadar air adalah salah satu atribut terpenting yang dianalisis dalam makanan, karena merupakan indikator kualitas produk. Hal ini terkait dengan daya tahan. Oleh karena itu, kadar air yang tidak memadai dapat menyebabkan kerugian besar dalam stabilitas kimia dan kontaminasi mikrobiologis (Caetano *et al.*, 2018). Penghilangan kandungan air merupakan salah satu prinsip pengawetan makanan yang melibatkan pengolahan seperti penggorengan, pemanggangan dan pengeringan. Proses yang melibatkan panas dan perpindahan massa menyebabkan perubahan atribut kualitas produk tertentu (Singh and Heldman, 2014) juga sifat tekstur yang bergantung pada kandungan air, menurut Oyedeji *et al.* (2017), peningkatan daya pecah berkorelasi dengan kehilangan kandungan air bahan

yang digoreng vakum. Atribut utama kualitas keripik mangga goreng vakum adalah kandungan air, lemak, tekstur dan warna (Ayustaningwarno *et al.*, 2018).

Hasil ANOVA ( $\alpha=0,05$ ) menunjukkan bahwa pembekuan berpengaruh nyata ( $p<0,05$ ), perendaman dalam larutan  $\text{CaCl}_2$  dan interaksinya tidak berpengaruh nyata ( $p>0,05$ ) terhadap kadar air keripik salak. Rata-rata kadar air keripik salak dapat dilihat pada Tabel 2.

Kadar air salak segar sebagai bahan baku keripik sebesar rata-rata 78% (Rosida *et al.*, 2020). Hasil Uji Tukey  $\alpha=0,05$ , menunjukkan bahwa kadar air salak setelah menjadi keripik yang tertinggi  $0,47\pm 0,080\%$  diperoleh pada pembekuan 24 jam, sedangkan kadar air terendah adalah  $0,33\pm 0,070\%$  pada pembekuan 48 jam. Kadar air yang diperoleh dalam penelitian ini lebih rendah daripada yang dilaporkan oleh Breemer *et al.* (2018), bahwa keripik salak yang digoreng vakum suhu  $90^\circ\text{C}$  memiliki kadar air terendah 6,01%. Albertos *et al.* (2016) melaporkan, wortel yang dibekukan semalam memiliki kandungan air yang lebih rendah dibandingkan tanpa pembekuan, keripik daun kolokasia goreng vakum mempunyai kadar air 0,69% (Zambre dan Bhotmange, 2019). Kadar air keripik jamur shiitake pada perlakuan osmotik+pembekuan adalah yang terendah, hal ini disebabkan pembekuan dapat meningkatkan daya tembus membran sel bahan yang menyebabkan air lebih mudah menguap (Ren *et al.*, 2018).

Menurut SNI 01-4269-1996 dan SNI 01-4304-1996, batas maksimum kadar air dalam keripik buah adalah 5% (Badan Standardisasi Nasional, 1996). Kadar air yang diperoleh dalam penelitian ini berkisar  $0,33\pm 0,070\%$  sampai  $0,47\pm 0,080\%$ , nilai ini jauh dibawah 5% sehingga dapat dikatakan bahwa keripik salak yang dihasilkan mempunyai kadar air masih dalam batas standar kualitas SNI. Jika produk memiliki kadar air yang tinggi, keripik menjadi lembab sehingga teksturnya tidak renyah, hal tersebut dapat mengurangi penerimaan konsumen.

Pada penelitian ini waktu pembekuan 48 jam menghasilkan kadar air terendah dibandingkan waktu pembekuan 24 jam dan tanpa pembekuan. Waktu pembekuan adalah salah satu parameter terpenting dalam proses pembekuan didefinisikan sebagai waktu yang diperlukan untuk menurunkan suhu produk dari suhu awal ke suhu yang diberikan di pusat termal. Waktu pembekuan tergantung pada beberapa faktor termasuk suhu awal dan akhir produk dan jumlah panas yang dihilangkan, serta dimensi (terutama ketebalan) dan bentuk produk, proses perpindahan panas, dan suhu.

Pembekuan adalah alternatif pra-perlakuan untuk mendapatkan matriks buah renyah dalam penggorengan vakum (Diamante *et al.*, 2013). Albertos *et al.* (2016) menyatakan wortel yang dibekukan semalam pada suhu  $-20^\circ\text{C}$  ketika digoreng memiliki kadar air lebih rendah daripada wortel yang tidak dibekukan. Untuk mendapatkan manfaat pembekuan yang diinginkan, air dalam matriks buah harus dibekukan tanpa dicairkan sehingga air menyublim dan meninggalkan matriks.

Tingkat pembekuan dapat mempengaruhi buah yang digoreng vakum. Pembekuan lambat dilakukan

pada suhu  $-24^\circ\text{C}$  sehingga membutuhkan waktu pembekuan yang lebih lama (Hariyadi, 2013). Pembekuan lambat menghasilkan kristal ukuran besar yang merusak membran sel sehingga meningkatkan penetrasi minyak, karena minyak dapat menembus sel-sel yang rusak selama penggorengan (Vauvre *et al.*, 2014). Sebaliknya, pembekuan cepat dilakukan pada suhu beku yang sangat rendah hingga  $-40^\circ\text{C}$  sehingga pembekuan terjadi dengan cepat. Pembekuan cepat lebih baik untuk meminimalkan penyerapan minyak.

Penurunan cepat kadar air awal terutama karena hilangnya air permukaan yang tidak terikat, diikuti oleh gradien yang menurun secara bertahap karena pembentukan kerak. Selama penggorengan, panas dipindahkan dari minyak panas ke permukaan produk dengan konveksi dan dari permukaan produk ke tengah oleh konduksi. Air yang terkandung dalam produk berpindah dari dalam keripik ke zona luar meninggalkan permukaan produk sebagai uap. Sebagian dari uap ini mungkin tetap terperangkap dalam pori-pori produk karena interseluler yang membatasi difusi. Uap dalam ruang terbatas ini dapat sangat panas dan mengembang dan mendistorsi dinding pori serta berkontribusi terhadap porositas (García-Segovia *et al.*, 2016). Kehilangan kandungan air berhubungan langsung dengan penyerapan minyak karena minyak dapat memasuki bagian ruang yang ditinggalkan oleh uap air selama proses penguapan terutama setelah dingin.

#### Kadar Abu Keripik Salak

Hasil ANOVA ( $\alpha=0,05$ ) menunjukkan perendaman buah salak dalam larutan  $\text{CaCl}_2$  dan pembekuan sebelum penggorengan vakum berpengaruh nyata ( $p<0,05$ ) terhadap kadar abu keripik salak. Hasil pengukuran kadar abu keripik salak dapat dilihat pada Tabel 3. Berdasarkan Uji Tukey 0,05, bahwa kadar abu tertinggi  $0,17\pm 0,005\%$  diperoleh pada perendaman  $\text{CaCl}_2$  0,2% dengan pembekuan 24 jam dan berbeda secara signifikan dengan pembekuan 48 jam dan tanpa pembekuan baik yang direndam pada  $\text{CaCl}_2$  0; 0,1; dan 0,3%. Kadar abu terendah  $0,13\pm 0,006\%$  diperoleh pada  $\text{CaCl}_2$  0,2% dengan pembekuan selama 48 jam.

Kadar abu keripik salak yang diperoleh pada penelitian ini berada dalam kisaran kadar abu yang dipersyaratkan SNI untuk keripik buah. Nilai kadar abu keripik nangka dan keripik nanas maksimal 3%, sedangkan keripik buah belimbing menurut SNI maksimal 1%. Kadar abu yang tinggi dalam makanan menunjukkan semakin buruk kualitas makanan tersebut.

Perendaman buah salak dalam  $\text{CaCl}_2$  menyebabkan terbentuknya ikatan kalsium pektat yang membentuk struktur jaringan lebih kuat sehingga tekstur yang terbentuk rapat. Mineral (abu) adalah komponen yang mudah larut dalam air atau minyak terutama minyak yang dipanaskan seperti dalam proses penggorengan vakum. Kalsium klorida termasuk zat pengeras atau "Firming Agent" untuk buah-buahan dan sayuran. Garam ini adalah elektrolit kuat sehingga mudah larut dalam air dan ion Ca mudah diserap ke

dalam jaringan sehingga dinding sel menjadi lebih kuat, hal tersebut dapat menghambat hidrolisis atau kerusakan.

Tabel 3. Kadar abu (%) keripik salak

CaCl <sub>2</sub> (%)	Waktu Pembekuan (jam)		
	0	24	48
0	0,16±0,016 <sup>a</sup> <sub>x</sub>	0,15±0,009 <sup>b</sup> <sub>z</sub>	0,14±0,013 <sup>c</sup> <sub>y</sub>
0,1	0,16±0,013 <sup>a</sup> <sub>x</sub>	0,16±0,009 <sup>y</sup>	0,15±0,005 <sup>b</sup> <sub>x</sub>
0,2	0,14±0,017 <sup>b</sup> <sub>y</sub>	0,17±0,005 <sup>a</sup> <sub>x</sub>	0,13±0,006 <sup>c</sup> <sub>x</sub>
0,3	0,16±0,009 <sup>a</sup> <sub>x</sub>	0,16±0,007 <sup>a</sup> <sub>y</sub>	0,15±0,008 <sup>b</sup> <sub>x</sub>

Tabel 4. Vitamin C keripik salak (mg/100 gram sampel)

CaCl <sub>2</sub> (%)	Waktu pembekuan (jam)		
	0	24	48
0	7,73±0,017 <sup>b</sup> <sub>y</sub>	7,61±0,281 <sup>b</sup> <sub>y</sub>	9,27±0,023 <sup>a</sup> <sub>x</sub>
0,1	9,78±1,060 <sup>a</sup> <sub>x</sub>	8,44±0,705 <sup>b</sup> <sub>xy</sub>	9,85±0,280 <sup>a</sup> <sub>x</sub>
0,2	8,65±0,070 <sup>a</sup> <sub>xy</sub>	9,50±0,345 <sup>a</sup> <sub>x</sub>	9,22±0,070 <sup>a</sup> <sub>x</sub>
0,3	8,86±0,145 <sup>a</sup> <sub>x</sub>	7,73±0,017 <sup>a</sup> <sub>y</sub>	8,70±0,029 <sup>a</sup> <sub>x</sub>

Keterangan untuk Tabel 3-4: Data disajikan dalam rata-rata pengulangan (n=3)±standar deviasi. Huruf berbeda dalam tabel menunjukkan perbedaan signifikan (p < 0,05) pada Uji Tukey (HSD)

Penambahan CaCl<sub>2</sub> dalam larutan dapat meningkatkan kekencangan tekstur buah, selain itu kalsium adalah mineral yang paling umum dalam tubuh manusia sangat penting untuk tulang dan gigi dan kinerja beberapa fungsi metabolisme (Sanjinez-Argandoña *et al.*, 2018).

Tjandra *et al.* (2019) melaporkan, peningkatan kadar abu sejalan dengan peningkatan konsentrasi larutan perendaman CaCl<sub>2</sub>. Perendaman dalam CaCl<sub>2</sub> dengan konsentrasi yang lebih tinggi menyebabkan terakumulasinya ion Ca<sup>2+</sup> yang akan berdifusi ke matriks ubi jalar dan berikatan dengan asam pektinat membentuk jaringan kalsium pektat yang akan meningkatkan peluang terjadinya Ion Ca<sup>2+</sup> untuk masuk ke matriks.

Abu adalah residu anorganik yang tersisa setelah air dan bahan organik telah dihilangkan dengan pemanasan oleh agen pengoksidasi yang menunjukkan jumlah total mineral dalam makanan. Bahan pangan terdiri dari 96% bahan anorganik dan air, sedangkan sisanya merupakan unsur-unsur mineral. Bahan-bahan organik dalam proses pembakaran dapat terbakar tetapi komponen anorganiknya tidak, karena itulah disebut sebagai kadar abu. Abu tersusun dari unsur mineral yang terdiri dari mineral mikro dan mineral makro (Tumbel *et al.*, 2015).

#### Vitamin C Keripik Salak

Hasil ANOVA (α=0,01) menunjukkan bahwa perendaman dalam larutan CaCl<sub>2</sub> dan pembekuan berpengaruh sangat nyata (p<0,01) terhadap kadar vitamin C keripik salak. Perbedaan nilai vitamin C keripik salak disajikan pada Tabel 4. Berdasarkan Uji Tukey

0,05, perendaman salak dalam larutan CaCl<sub>2</sub> 0,1% dengan pembekuan 48 jam menghasilkan keripik salak dengan kadar vitamin C tertinggi dari 9,85±0,280 mg/100g sampel, kemudian perendaman 0,1% CaCl<sub>2</sub> dengan tanpa pembekuan dengan kadar vitamin C 9,78±1,060 mg/100g. Vitamin C terendah 7,61±0,281 mg/100g dihasilkan pada perendaman CaCl<sub>2</sub> 0% dengan pembekuan 24 jam.

Vitamin C keripik salak yang diperoleh pada penelitian ini 9,87 mg/100 g berbeda dengan yang dilaporkan oleh Breemer *et al.* (2018) bahwa kadar vitamin C keripik salak sebesar 0,12 mg, sedangkan Nurainy *et al.* (2013), menggunakan CaCl<sub>2</sub> 1% menghasilkan keripik pisang muli dengan kadar vitamin C 2,26 mg/g.

Vitamin C atau sering disebut asam askorbat adalah salah satu nutrisi penting biasa digunakan sebagai indikator kualitas (Chepngeno *et al.*, 2016), bersifat sangat sensitif terhadap pengaruh lingkungan dan mudah terdegradasi oleh pengaruh suhu, pH, oksigen, enzim dan katalis logam. Vitamin C mudah larut dalam air oleh karena itu ketika bahan makanan mengalami pengirisan, pencucian dan perebusan maka kadar vitamin C-nya dapat mengalami penurunan.

#### Hasil Uji Hedonik Warna, Tekstur dan Rasa Keripik Salak

Penggorengan vakum sebagai pengganti penggorengan atmosfer konvensional telah terbukti memberikan kecepatan perpindahan panas dan massa yang lebih baik. Metode ini telah dilaporkan berhasil diterapkan untuk membuat keripik buah dan mempertahankan rasa dan aroma alami, serta menghasilkan tekstur yang baik (Hu *et al.*, 2019)

Hasil ANOVA (α=0,05) menunjukkan perendaman dalam larutan CaCl<sub>2</sub> dan pembekuan tidak berpengaruh nyata (p>0,05) terhadap warna, tekstur, dan rasa keripik salak. Uji hedonik warna, tekstur, dan rasa keripik salak pada perendaman dalam larutan CaCl<sub>2</sub> dan lama pembekuan disajikan pada Tabel 5.

#### Uji Hedonik Warna Keripik Salak

Berdasarkan Tabel 5, rata-rata preferensi panelis untuk warna keripik salak berkisar dari 3,0-3,70 (agak suka sampai suka). Warna keripik salak yang disukai dengan skor 3,70±0,577 adalah perendaman CaCl<sub>2</sub> 0,2 dan 0,3% dengan pembekuan 48 jam. Hasil ini berbeda dengan yang dilaporkan Arlai *et al.* (2014), bahwa perlakuan yang efektif pada keripik okra adalah blansing CaCl<sub>2</sub> konsentrasi 0,5 dan 1,0% (b/v), sedangkan efek pembekuan pada uji sensorik tidak signifikan terhadap kualitas keripik okra goreng vakum, tetapi kerenyahan dan penampilan keseluruhan memiliki skor hedonik tertinggi pada pembekuan -30°C dan waktu pembekuan sekitar 4 jam. Konsentrasi kalsium yang tinggi dan tingkat pembekuan yang kuat dapat meningkatkan kualitas okra goreng terutama pada kerenyahan dan atribut sensorik lainnya. Penelitian edamame segar dengan waktu pembekuan 1 hari, 2 hari dan 3 hari dengan suhu -20°C menunjukkan kualitas seperti

tekstur, aroma dan rasa serta komponen kimia lainnya tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan (Hariono *et al.*, 2018). Pan *et al.* (2016) menyatakan produk jamur shitake (*Lentinus edodes*) yang dibekukan pada suhu -20°C dan digoreng vakum menghasilkan keripik dengan kandungan minyak dan kadar air yang rendah, kerenyahan yang baik, warna kemerahan, dan kekuningan yang cerah.

Tabel 5. Hasil uji hedonik keripik salak

CaCl <sub>2</sub> (%)	Waktu Pembekuan (jam)	Warna	Tekstur	Rasa
0	0	3,30±0,577	33,33±0,577	3,00±0,000
	24	3,00±0,000	3,00±0,000	3,00±1,000
	48	3,00±1,000	3,00±1,000	3,00±0,000
0,1	0	3,30±0,577	3,33±0,577	3,33±0,577
	24	3,00±0,000	3,00±0,000	3,00±0,000
	48	3,33±0,577	3,00±1,000	2,70±0,577
0,2	0	3,00±1,000	3,33±0,577	3,33±0,577
	24	3,33±0,577	3,70±0,577	3,70±0,577
	48	3,70±0,577	3,70±0,577	3,70±0,577
0,3	0	3,33±0,577	3,33±0,577	3,00±0,000
	24	3,70±1,155	3,33±0,577	3,33±0,577
	48	3,70±0,577	3,33±0,577	2,70±0,577

Keterangan: Data disajikan dalam rata-rata pengulangan (n=3)±standar deviasi, skala uji hedonik (1-5) yakni: 1.sangat tidak suka, 2. tidak suka, 3. agak suka, 4. suka 5. sangat suka

Secara umum kalsium dapat mengurangi reaksi enzimatis karena pembentukan Ca-pektat dalam dinding sel dapat mengurangi jumlah polifenol oksidase (PPO) dan/atau substrat reaktif yang dilepaskan (Perez-Cabrera *et al.*, 2011). Menurut Ngamchuachit *et al.* (2014), daging buah mangga yang diberi CaCl<sub>2</sub>, menunjukkan bahwa CaCl<sub>2</sub> menghambat proses pencoklatan. Hal ini terjadi karena untuk menghambat aktivitas PPO oleh ion klorida disertai dengan pengurangan kehilangan kompartementalisasi subseluler dan kebocoran PPO dan substratnya karena aksi pengencangan kalsium.

Warna untuk sebagian besar produk makanan adalah atribut kualitas yang penting. Warna berkaitan dengan preferensi konsumen untuk produk yang dihasilkan. Pra-perlakuan seperti blansing, pengeringan, pembekuan, antioksidan, dan *edible coating* telah digunakan untuk mempertahankan warna, meningkatkan tekstur, dan mengurangi penyerapan minyak (Diamante *et al.*, 2012a, Diamante *et al.*, 2012b).

Mempertahankan warna alami buah adalah atribut kualitas produk yang penting untuk buah goreng vakum (Moreira, 2014). Hal ini berkaitan dengan tekanan rendah dan suhu penggorengan vakum. Tekanan rendah berarti kadar oksigen rendah sehingga mengurangi proses oksidasi, yang dapat menyebabkan warna menjadi gelap. Suhu rendah memperlambat reaksi pencoklatan non-oksidatif. Teknologi penggorengan vakum memberikan kualitas yang lebih baik pada keripik pisang dalam hal serapan minyak dan karakteristik warna jika dibandingkan

dengan keripik goreng atmosferik (Udomkun *et al.*, 2018).

#### Uji Hedonik Tekstur Keripik Salak

Berdasarkan Tabel 5, bahwa nilai rata-rata kesukaan panelis terhadap tekstur keripik salak berkisar 3,0-3,70 yaitu dari taraf agak suka sampai suka. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tidak ada penolakan panelis terhadap tekstur. Tekstur keripik salak yang disukai panelis (skor 3,70±0,577) adalah keripik salak perendaman CaCl<sub>2</sub> 0,2% dengan pembekuan 24 jam dan 48 jam.

Tekstur merupakan karakteristik penting untuk penerimaan produk goreng vakum, dan itu tergantung pada bahan mentah dan kondisi proses. Buah salak yang direndam dalam CaCl<sub>2</sub> 0,2% menyebabkan terjadinya pembentukan jaringan kalsium pektat yang membantu meningkatkan porositas setelah air yang terdapat dalam bahan hilang selama proses penggorengan sehingga meningkatkan kerenyahan keripik yang dihasilkan (Asrina *et al.*, 2020). Menurut Cortellino *et al.* (2011), selama proses dehidrasi produk pangan nabati akan diikuti oleh perubahan struktur. Tekstur bahan dapat mengalami perubahan yang tadinya elastis menjadi kaku dan rapuh. Perubahan ini yang diharapkan untuk menghasilkan produk snack yang renyah.

Ion kalsium secara pasif dapat berdifusi didalam struktur dinding sel karena porositas dinding sel tanaman kira-kira 3,5 sampai 9,2 nm, sedangkan ion kalsium sekitar 0,1nm (Ngamchuachit *et al.*, 2014). Ion Ca<sub>2</sub><sup>+</sup> dapat membentuk ikatan dengan asam pektinat pada ubi jalar mengakibatkan terbentuknya ikatan silang antar ion Ca<sup>2+</sup>. Ikatan ikatan silang membuat kalsium pektat menjadi zat yang tidak larut (He *et al.*, 2014) yang bertanggung jawab atas kerenyahan keripik ubi jalar. Kerenyahan keripik ubi jalar terjadi karena pergerakan air di dalam keripik yang disebabkan oleh molekul kalsium pektat. Pergerakan air menciptakan ruang di dalam keripik mengakibatkan kadar air rendah dan meningkatkan kerenyahan keripik ubi jalar.

Pengaruh kalsium dalam menjaga kekencangan buah mungkin terjadi karena kalsium yang terikat pada gugus karboksil bebas polimer poligalakturonat, menstabilkan dan memperkuat dinding sel. Ion kalsium memainkan peran kunci dalam menghambat pelunakan buah dengan memperkuat dinding sel, serta menutupi kutikula dan lentisel (Nguyen, 2020).

Galletto *et al.* (2010) menyatakan aplikasi CaCl<sub>2</sub> dikombinasikan dengan pembekuan memberikan manfaat yang signifikan dalam menjaga ketegaran stroberi. Kalsium berkontribusi untuk meningkatkan kekakuan dinding sel, memperlambat pelunakan jaringan, juga mengurangi aktivitas enzim pektinase yang bertanggung jawab untuk degradasi dinding sel. Kalsium bertanggung jawab atas ketegaran dan kualitas buah. Hal ini sejalan dengan penelitian Arlai *et al.* (2014) pada keripik okra, perlakuan yang efektif untuk meningkatkan kualitas okra goreng vakum adalah okra diblanching dengan kalsium klorida pada konsentrasi

0,5% (b/v) selama 90 detik dengan pembekuan  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  selama 4 jam.

Kalsium klorida dapat diaplikasikan dalam pemrosesan makanan untuk menjaga ketegaran buah dan sayuran kaleng. Biasanya proses termal pada makanan akan menghasilkan penurunan ketegaran produk. Hal ini terjadi karena perubahan permeabilitas sel, perubahan pektin, dan efek gula dalam media perendaman. Kalsium dapat digunakan sebagai agen perendaman untuk meningkatkan kekerasan produk seperti pepaya kaleng, pir, apel, dan juga kerenyahan produk seperti keripik (Tjandra *et al.*, 2019). Andriani *et al.* (2018), melaporkan buah mangga yang direndam dalam  $\text{CaCl}_2$  dapat menghambat pelunakan daging buah. Kadar kalsium yang tinggi di dinding sel juga ditemukan mengurangi aktivitas enzim pelunak buah (Paola *et al.*, 2014). Kalsium dalam jaringan buah dapat mempengaruhi kekerasan buah melalui peningkatan tekanan turgor sel dengan memperbaiki integritas struktur sel. Kalsium berkontribusi untuk meningkatkan kekakuan sel dinding dan juga mengurangi aktivitas pektinase enzim, yang merupakan penyebab utama degenerasi sel. Kekerasan bawang merah ungu meningkat secara nyata (+8,07%) saat konsentrasi  $\text{CaCl}_2$  meningkat dari 0,25 menjadi 0,5% (Thuy *et al.*, 2020).

Selain itu tekstur keripik salak juga dipengaruhi kadar air, sebagaimana kadar air keripik salak yang diperoleh sangat rendah yakni  $0,33\pm 0,070$ - $0,47\pm 0,080\%$  (Tabel 2). Menurut Oyedeji *et al.* (2017), sifat tekstur dipengaruhi oleh kadar air. Peningkatan kekuatan pecah berkorelasi dengan hilangnya kandungan air. Tingkat kerenyahan terbentuk sejalan dengan peningkatan kehilangan sejumlah air dalam bahan pada saat penggorengan. Ukuran pori bahan meningkat selama proses penggorengan (Yamsaengsung *et al.*, 2011), sehingga membuat bahan menjadi semakin renyah.

Pembekuan dilakukan dengan tujuan meningkatkan kerenyahan keripik salak. Buah yang disimpan pada ruang pendingin selama satu hari sudah terbentuk kristal-kristal es. Cara ini dapat meningkatkan porositas bahan yang digoreng sehingga lebih renyah. Hasil penelitian Albertos *et al.* (2016) bahwa pra-perlakuan pembekuan meningkatkan nilai kerenyahan keripik wortel, dibandingkan dengan perlakuan tekanan hidrostatik. Keripik nangka yang dibekukan memiliki tekstur lebih renyah dibandingkan keripik nangka yang tidak dibekukan dan dikeringkan sebagian (Maity *et al.*, 2017).

Kerenyahan merupakan faktor penilaian yang utama dalam menentukan kualitas keripik. Kerenyahan adalah kondisi dimana volume ruang pada bahan yang terisi air dapat terganti oleh udara karena selama proses penggorengan atau pemanasan terjadi penguapan. Setelah dilakukan penirisan minyak, kerenyahan pada keripik akan meningkat karena volume ruang lebih besar dibandingkan volume ruang awal, karena pada saat pengatusan minyak keripik diputar dengan spinner

sehingga minyak yang ada didalam pori-pori bahan keluar dan diisi oleh udara (Nurainy *et al.*, 2013).

#### Uji Hedonik Rasa Keripik Salak

Hasil pengamatan uji hedonik rasa keripik salak disajikan pada Tabel 5. Rata-rata hasil skor uji sensorik rasa pada konsentrasi  $\text{CaCl}_2$  dan lama pembekuan menunjukkan bahwa nilai kesukaan panelis terhadap rasa keripik salak berkisar antara  $2,7\pm 0,577$ - $3,70\pm 0,577$  yakni pada taraf agak suka sampai suka. Perendaman salak pada larutan  $\text{CaCl}_2$  0,2% dan pembekuan 48 jam menghasilkan rasa keripik salak yang disukai panelis ( $3,70\pm 0,577$ ), sedangkan pada perendaman  $\text{CaCl}_2$  0,1% dengan lama pembekuan 48 jam menghasilkan rasa keripik salak yang agak disukai ( $2,70\pm 0,577$ ). Secara keseluruhan rasa yang dihasilkan antara satu perlakuan dengan yang lain tidak terlalu jauh berbeda.

Penggorengan vakum adalah proses penguapan air pada suhu rendah untuk mempertahankan rasa alami dan meminimalkan kehilangan nutrisi. Nilai rasa dapat menjadi lebih kuat pada produk goreng vakum jika dibandingkan dengan rasa bahan baku. Ini disebabkan oleh pengeluaran air liur yang sangat sedikit selama makan produk goreng (Setyawan *et al.*, 2013).

Sebagian besar manfaat penggorengan vakum adalah suhu rendah, paparan oksigen minimal sehingga mengurangi efek buruk pada kualitas minyak, mempertahankan warna dan rasa alami mengurangi kandungan akrilamida dan mempertahankan senyawa nutrisi seperti vitamin dan mineral. Penggorengan vakum adalah pilihan yang baik untuk mencapai produk kering berkualitas tinggi lebih baik pada warna dan rasa karena berkurangnya oksidasi, dan waktu penggorengan jauh lebih singkat dibandingkan dengan teknik lain. Hasil penelitian Asiah dan Handayani (2018), perendaman dalam kalsium hidroksida memberikan pengaruh terhadap intensitas warna, rasa dan tingkat kerenyahan keripik nenas dan intensitas kerenyahan tertinggi pada perendaman kalsium hidroksida 0,5% selama 30 menit.

Penerimaan keseluruhan berdasarkan uji hedonik (Tabel 5), bahwa buah salak yang diberi perlakuan  $\text{CaCl}_2$  0,2% dengan pembekuan 48 jam menghasilkan keripik salak yang disukai dari segi warna, tekstur dan rasa. Hal ini sesuai penelitian Pandey *et al.* (2020), bahwa pra-perlakuan pembekuan buah pepaya menghasilkan keripik dengan nilai tinggi pada parameter sensoriknya yakni, warna, kerenyahan, rasa, penampilan dan penerimaan secara keseluruhan. Hal ini berbeda dengan penelitian Barlina *et al.* (2019), bahwa perendaman dalam larutan  $\text{CaCl}_2$  0-2% tidak memiliki efek pada warna, flavor, rasa, dan kerenyahan keripik kelapa, tetapi melalui pengukuran dengan alat *texture analyzer* kerenyahan keripik kelapa, dipengaruhi oleh perendaman dalam larutan  $\text{CaCl}_2$ .

#### Kesimpulan

Pra-perlakuan buah salak sebelum digoreng vakum dengan perendaman  $\text{CaCl}_2$  0,2% selama 40 menit dilanjutkan dengan pembekuan 48 jam pada suhu

-20°C merupakan kondisi yang paling optimum untuk menghasilkan keripik salak dengan kadar air yang rendah, vitamin C yang tinggi serta kualitas warna, tekstur dan rasa yang disukai.

#### Daftar Pustaka

- Adedeji, A.A., Ngadi, M. 2018. Impact of freezing method, frying and storage on fat absorption kinetics and structural changes of parfried potato. *Journal of Food Engineering* 218:24–32. DOI:10.1016/j.jfoodeng.2017.08.024
- Akinpelu, O.R., Idowu, M.A., Sobukola, O.P., Henshaw, F., Sanni, S.A., Bodunde, G., Agbonlahor, M., Munoz, L. 2014. Optimization of processing conditions for vacuum frying of high quality fried plantain chips using response surface methodology (RSM). *Food Science Biotechnology* 23:1121–1128. DOI:10.1007/s10068-014-0153-x.
- Albertos, I., Martin-Diana, A.B., Sanz, M.A., Barat, J.M., Diez, A.M., Jaime I., Rico, D. 2016. Effect of high pressure processing or freezing technologies as pretreatment in vacuum fried carrot snacks. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 33:115–122. DOI:10.1016/j.ifset.2015.11.004.
- Andrés-Bello, A., García-Segovia, P., Martínez-Monzó, J. 2010. Vacuum frying process of gilthead sea bream (*Sparus aurata*) fillets. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 11(4):630-636. DOI:10.1016/j.ifset.2010.06.002.
- Andriani, L., Yahdi; Lutvia, K. 2018. Pengaruh konsentrasi kalsium klorida (CaCl<sub>2</sub>) dan lama perendaman terhadap umur simpan dan pematangan buah mangga (*Mangifera indica* L.) CV. Manalagi. *Jurnal Tadris* (2):227-240. DOI:10.20414/jb.v9i2.50.
- Arlai, A., Sajhasang, W., Poupheet, S., Thongjaroenyuang, S. 2014. Effect of calcium chloride and freezing on vacuum fried okra quality. *Food and Applied Bioscience Journal* 2(2):161-168. DOI:10.14456/fabj.2014.14.
- Asiah, N., Handayani, D. 2018. Pengaruh konsentrasi dan waktu perendaman dengan larutan kalsium hidroksida terhadap mutu sensori produk vacuum frying buah nanas. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 7(2):78-82. DOI:10.17728/jatp.2907.
- Asrina; Jamaluddin; Fadilah, R. 2020. Kualitas keripik salak (*Salacca zalacca*) pada berbagai variasi temperatur dan waktu selama penggorengan hampa udara. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian* 6(2):263–274. DOI:10.26858/jptp.v6i2.12434.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2000. Official methods of analysis of AOAC international. Ed ke-17. Association of Official Analytical Chemists, Maryland.
- Ayustaningwarno, F. 2014. Teknologi pangan, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Ayustaningwarno, F., Dekker, M., Fogliano, V., Verkerk, R. 2018. Effect of vacuum frying on quality attributes of fruits. *Food Engineering Reviews* 10:154–164. DOI:10.1007/s12393-018-9178-x.
- Barlina, R., Trivana, L., Manaroinsong, E. 2019. Effect of immersion in calcium chloride solution on the characteristic of coconut chips during storage. *Cord* 35(01):10-18. DOI:10.37833/cord.v35i01.6.
- Breemer, R., Palijama, S., Palijama, F.R. 2018. Pengaruh pengaturan suhu penggorengan vacuum terhadap sifat-sifat kimia keripik salak (*Salacca edulis* Reinw). *Agritekno Jurnal Teknologi Pertanian* 7(2):56-59. DOI: 10.30598/jagritekno.2018.7.2.56.
- Caetano, P.K., Mariano-Nasser, F.A.D.C., De Mendonça, V.Z., Furlaneto, K.A., Daiuto, E.R., Vieites, R.L. 2018. Physicochemical and sensory characteristics of sweet potato chips undergoing different cooking methods. *Food Science and Technology* 38(3):434-440. DOI:10.1590/1678-457X.08217.
- Chepngeno, J., Owino, W., Kinyuru, J., Ngoni Nenguwo, N. 2016. Effect of calcium chloride and hydrocooling on postharvest quality of selected vegetables. *Journal of Food Research* 5(2):23-40. DOI:10.5539/jfr.v5n2p23.
- Cortellino, G., Pani, P., Torreggiani, D. 2011. Crispy airdried pineapple rings: optimization of processing parameters. *Procedia Food Science* 1:1324-1330. DOI:10.1016/j.profoo.2011.09.196.
- Diamante, L.M., Savage, G.P., Vanhanen, L. 2012a. Optimisation of vacuum frying of gold kiwifruit slices: application of response surface methodology. *International Journal Food Science Technology* 47:518–524. DOI:10.1111/j.1365-2621.2011.02872.x.
- Diamante L.M., Savage, G.P., Vanhanen, L., Ihns, R. 2012b. Vacuum-frying of apricot slices: effects of frying temperature, time and maltodextrin levels on the moisture, color and texture properties. *Journal Food Process Preservation* 36:320–328. DOI:10.1111/j.1745-4549.2011.00598.x.
- Diamante, L.M., Savage, G.P., Vanhanen, L. 2013. Response surface methodology optimization of vacuum-fried gold kiwifruit slices based on its moisture, oil and ascorbic acid contents. *Journal Food Process Preservation* 37:432–440. DOI:10.1111/j.1745-4549.2011.00659.x.
- Deng, K., Tian, Y., Chen, J., Miao, S. 2019. Optimization of process variables on physical and sensory attributes of shiitake (*Lentinula edodes*) slices during vacuum frying. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 54:162-171. DOI:10.1016/j.ifset.2019.04.009.
- Dueik, V., Bouchon, P. 2011. Development of healthy low-fat snacks: understanding the mechanisms of quality changes during atmospheric vacuum frying. *Food Reviews International* 27:408-432. DOI:10.1080/87559129.2011.563638



- Dueik, V., Robert, P., Bouchon, P. 2010. Vacuum frying reduces oil uptake and improves the quality parameters of carrot crisps. *Food Chemistry* 119(3):1143-1149. DOI:10.1016/j.foodchem.2009.08.027.
- Galetto, C.D., Verdini, R.A., Zorrilla, S.E., Rubiolo, A.C. 2010. Freezing of strawberries by immersion in CaCl<sub>2</sub> solutions. *Food Chemistry* 123(2):243-248. DOI:10.1016/j.foodchem.2010.04.018.
- García-Segovia, P., Urbano-Ramos, A.M.S., Fiszman, J., Martínez-Monzo. 2016. Effects of processing conditions on the quality of vacuum fried cassava chips (*Manihot esculenta* Crantz). *LWT-Food Science and Technology* 69:515-521. DOI:10.1016/j.lwt.2016.02.014.
- Khaliq, G., Mohamed, M.T.M., Tengku, M., Ali, A. 2015. Effect of gum Arabic coating combined with calcium chloride on physico-chemical and qualitative properties of mango (*Mangifera indica* L) fruit during low temperature storage. *Scientia Horticulturae* 190:187-194. DOI:10.1016/j.scienta.2015.04.020.
- Hariono, B., Kurnianto, M.F., Bakri, A., Ardiansyah, M., Wijaya, R. 2018. Improvement of sensory and chemistry quality of fried edamame by freezing. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 207. Institute of Physics Publishing. DOI:10.1088/1755-1315/207/1/012048.
- Hariyadi, P. 2013. Freeze drying technology: for better quality & flavor of dried products. *Foodreview Indonesia VIII(2) Februari 2013*:52-57.
- He, J., Cheng, L., Gu, Z., Hong, Y., Li, Z. 2014. Effects of low temperature blanching on tissue firmness and cell wall strengthening during sweet potato flour processing. *International journal of food science & technology*, 49(5):1360-1369. DOI:10.1111/ijfs.12437.
- Herman; Rusli, R., Ilimu, E., Hamid, R., Haeruddin, 2011. Analisis kadar mineral dalam abu buah nipa (*Nypa fructicans*) Kaliwanggu Teluk Kendari Sulawesi Tenggara. *Journal Tropical Pharmacy Chemistry* 1(2):104-110. DOI:10.25026/jtpc.v1i2.
- Hu, J., Zeng, H., Deng, Ch., Wang, P., Fan, L., Zheng, B., Zhang, Yi, 2019. Optimization of vacuum frying condition for producing silver carp surimi chips. *Food Science Nutrition* 7:2517-2526. DOI: 10.1002/fsn3.1077.
- Irfan, P.K., Vanjakshi, V., Prakash, M.N.K., Ravi, R. Kudachikar, V.B. 2013. Calcium chloride extends the keeping quality of fig fruit (*Ficus carica* L.) during storage and shelf-life. *Post Harvest Biology and Technology* 82:70-75. DOI:10.1016/j.postharvbio.2013.02.008.
- Lastriyanto, A., Argo, B.D., Pratiwi, R.A. 2019. Karakteristik fisik dan protein fillet daging ikan lele beku (*Clarias batrachus*) hasil penggorengan vakum. *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem* 7(1):87-96. DOI:10.21776/ub.jkptb.
- Maity, T., Bawa, A.S., Raju, P.S. 2017. Effect of preconditioning on physicochemical, microstructural, and sensory quality of vacuum-fried jackfruit chips. *Drying Technology an International Journal* 36(1):63-71. DOI:10.1080/07373937.2017.1300590.
- Moreira, R.G. 2014. Vacuum frying versus conventional frying-An overview. *European Journal Lipid Science Technology* 116:723-734. DOI:10.1002/ejlt.201300272.
- Mufarida, N.A. 2019. Pengaruh optimalisasi suhu dan waktu pada mesin vacuum frying terhadap peningkatan kualitas keripik mangga Situbondo. *Jurnal Penelitian Ipteks* 4(1):22-33. DOI:10.32528/ipteks.v4i1.2107.
- Ngamchuachit, P., Hanne, K., Sivertsen, Mitcham, E.J., Barrett, D.M. 2014. Effectiveness of calcium chloride and calcium lactate on maintenance of textural and sensory qualities of fresh-cut mangos. *Journal of Food Science* 79(5):C786-94. DOI:10.1111/1750-3841.
- Nguyen, M.P. 2020. Synergistic effect of calcium chloride and chitosan treatment on physicochemical characteristics of pineapple (*Ananas comosus*) fruit during cool storage. *International Journal of Life Science and Pharma Research* 10(3):24-28. DOI:10.22376/ijpbs/lpr.2020.10.3.L24-28.
- Nurainy, F., Nurdjanah, S., Nawansih, O., Hidayat, R. 2013. Pengaruh konsentrasi CaCl<sub>2</sub> dan lama perendaman terhadap sifat sensorik keripik pisang muli (*Musa paradisiaca* L.) dengan penggorengan vakum (*Vacuum Frying*). *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian* 18(1):78-90. DOI:10.23960/Jtihp.V18i1.78%20-%2090.
- Oyedeji, A.B., Sobukola, O.P., Henshaw, F., Adegunwa, M.O., Ijabadeniyi, O.A., Sanni, L.O., Tomlins, K.I. 2017. Effect of frying treatments on texture and colour parameters of deep fat fried yellow fleshed cassava chips. *Journal of Food Quality* 8373801:10-18. DOI:10.1155/2017/8373801.
- Pandey, A.K., Kumar, S., Ravi, P.E., Patki. 2020. Use of partial drying and freezing pre-treatments for development of vacuum fried papaya (*Carica papaya* L.) chips. *Journal Food Science Technology* 57:2310-2320. DOI:10.1007/s13197-020-04269-w.
- Paola, L., Oyola, Y.A.D., Álvarez-Herrera, J.G. 2014. Postharvest behavior of tamarillo (*Solanum betaceum* Cav.) treated with CaCl<sub>2</sub> under different storage temperatures. *Agronomía Colombiana* 32(2):238-245. DOI:10.15446/agron.colomb.v32n2.42764.
- Pan, H.D., Li, J.T., Xie, J., Cheng, M., Jia, D., Zhao, S.M. 2016. Effect of freezing conditions on the quality of crispy *Lentinus edodes*. *Modern Food Science and Technology* 32(3):259-264. DOI:10.13982/j.mfst.1673-9078.2016.3.041.
- Park Y-S, Im, M.H., Ham, K.S., Kang, S.G., Park, Y.K., Namiesnik, J., Leontowicz, H., Leontowicz, M., Trakhtenberg, S., Gorinstein, S. 2015. Quantitative assessment of the main antioxidant compounds, antioxidant activities and FTIR

- spectra from commonly consumed fruits, compared to standard kiwi fruit. *Lwt-Food Science Technology* 63:346–352. DOI:10.1016/j.lwt.2015.03.057.
- Perez-Cabrera, L., Chafer, M., Chiralt, A., Gonzalez-Martinez, C. 2011. Effectiveness of anti browning agents applied by vacuum impregnation on minimally processed pear. *Food Science and Technology* 44(10):2273-2280. DOI:10.1016/j.lwt.2011.04.007.
- Ren, A., Pan, S., Li, W., Chen, G., Xu Duan, Xu. 2018. Effect of various pretreatments on quality attributes of vacuum-fried shiitake mushroom chips. *Journal of Food Quality* 4510126:7-14. DOI:10.1155/2018/4510126.
- Rosida, D.F., Syehan, B., Happyanto, D.C., Anggraeni, F.T. 2020. Keripik salak vacuum frying sebagai alternatif pengembangan produk inovatif di daerah agroklimat Bangkalan Madura. *Jurnal Layanan Masyarakat (Journal of Public Service)* 4(1):23-30. DOI:10.20473/Jlm.V4i1.2020.23-30.
- Sanjinez-Argandoña, E.J., Yahagi, L.Y., Costa, T.B., Giunco, A.G. 2018. Mango dehydration: influence of osmotic pre-treatment and addition of calcium chloride. *Revista Brasileira de Fruticultura* 40(4):419-425. DOI:10.1590/0100-29452018419.
- Setyawan, A.D., Sugiyarto, Solichatun; Susilowati, A. 2013. Review: Physical, physical chemistries, chemical and sensorial characteristics of the several fruits and vegetable chips produced by low-temperature of vacuum frying machine. *Nusantara Bioscience* 5(2):86-103. DOI:10.13057/Nusbiosci/N050206.
- Singh, R.P., Heldman, D.R. 2014. Dehydration. *Introduction to food engineering (fifth edition)*. San Diego: Academic Press, New York. Page 675–710. DOI:10.1016/B978-0-12-398530-9.00012-7.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-4304-1996 Keripik Nanas. 1996. Badan Standardisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-4269-1996 Keripik Nangka. 1996. Badan Standardisasi Nasional.
- Sudarmadji, S., Haryono, B., Suhardi. 1997. *Prosedur analisis untuk bahan makanan dan pertanian*. Yogyakarta, Liberty.
- Supapvanich, S., Megia, R., Ding, P. 2011. Salak (*Salacca zalacca* (Gaertner) Voss. In book: *Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits* (pp.334-350), Chapter 16. Publisher: Woodhead Publishing Limited, UK. DOI:10.1533/9780857092618.334.
- Thuy, N.M., Tuyen, N.T.M. Tai, N.V. 2020. Combination of mild heat and calcium chloride treatment on the texture and bioactive compounds of purple shallot. *Food Research* 4(5):1681–1687. DOI:10.26656/fr.2017.4(5).245.
- Tjandra, T.I.P., Suseno, S., Ristiari, Jati, I.R.A.P. 2019. Physicochemical characteristics of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) chips pre-treated by commercial and eggshell extracted calcium chloride. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 255:012011. DOI:10.1088/1755-1315/255/1/012011.
- Tumbel, N., Hilda, F.G., Manurung, K.S. 2015. Uji kinerja alat penggoreng vakum yang diaplikasikan pada buah nangka (*Artocarpus integra*) *Jurnal Penelitian Teknologi Industri* 7(2):129-148. DOI:10.33749/jpti.v7i2.4811.
- Udomkun, P., Innawong, B., Njukwe, E. 2018. Effect of vacuum frying conditions on physico-chemical properties of banana chips. *Science, Engineering and Health Studies* 12(3):169-178. DOI:10.14456/sehs.2018.16.
- Vauvre, J.M., Kesteloot, R., Patsioura, A., Vitrac, O. 2014. Microscopic oil uptake mechanisms in fried products. *European Journal Lipid Science Technology* 116:741–755. DOI:10.1002/ejlt.201300278.
- Zambre, S., Bhotmange, M.G. 2019. Effect of vacuum frying on quality parameters of colocasia leaves rolls. *International Journal of Engineering Trends and Technology* 67(9):78-82. DOI:10.14445/22315381/IJETT-V67I9P213.
- Yamsaengsung, R., Ariyapuchai, T., Prasertsit, K. 2011. Effect of vacuum frying on structural changes of bananas. *Journal of Food Engineering* 106(4):298-305. DOI:10.1016/j.jfoodeng.2011.05.016.