

PENGARUH SUHU PENGGORENGAN VAKUM DAN CARA PEMBUMBUN TERHADAP KARAKTERISTIK KERIPIK WORTEL

Nurdi Setyawan dan Widaningrum

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian
Jl. Tentara Pelajar 12 Bogor, 16114 Email : ns_stp03@yahoo.com

Sayuran merupakan bahan pangan yang mudah rusak. Penanganan pascapanen yang baik penting untuk menekan kerusakan, menjaga kualitas nutrisi dan keamanan sayuran. Perubahan gaya hidup konsumen yang menginginkan segala sesuatu yang serba cepat menuntut tersedianya bahan pangan siap santap (dalam bentuk *snack*) yang dapat langsung dikonsumsi. Teknologi pengolahan sayuran segar menjadi produk sayuran kering siap santap merupakan salah satu alternatifnya. Teknologi penggorengan dengan tekanan rendah memungkinkan mengolah komoditi sayuran menjadi hasil olahan berupa keripik (*chip*). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh suhu penggorengan vakum dan cara pembumbuan terhadap karakteristik keripik wortel siap santap. Perlakuan yang diterapkan adalah (1) pembumbuan (basah dan kering) dan (2) suhu penggorengan (60-70°C, 70-80°C, dan 80-90°C). Rancangan penelitian adalah rancangan acak lengkap dengan 4 kali ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan pembumbuan basah dan suhu penggorengan vakum (60-70)°C menghasilkan produk keripik wortel yang paling baik dengan kadar protein (7,37 %), kadar FFA (0,47 %), vitamin A (302,25 ppm), dan kadar serat (8,77%). Hasil analisis organoleptik, produk keripik wortel dengan perlakuan pembumbuan basah dan suhu penggorengan vakum (60-70)°C paling disukai oleh panelis.

Kata kunci : suhu, penggorengan vakum, bumbu, keripik wortel

ABSTRACT. Nurdi Setyawan and Widaningrum. 2013. **Effect of vacuum frying temperature and various technique of flavoring on characteristics of carrot chips.** Vegetables are perishable foodstuffs. Postharvest handling is essential to reduce damage, maintain safety and nutritional quality of vegetables. Changing in consumer lifestyles who want everything fast-paced demands the availability of food ready to eat (snacks) that can be eaten. Technology for processing fresh vegetable into dried vegetables products that ready to eat is one of the alternatives. Frying Technology with low pressure allows the processing of commodities into processed vegetables in the form of crisps (chips). The objective of the research was to determine the effect of vacuum frying temperature and technique of flavoring on the characteristics of carrots ready to eat. The treatments applied were (1) technique of flavoring (wet and dry) and (2) frying temperature (60-70°C, 70-80°C, and 80-90°C). The research used factorial completely randomized design with four replications. The results showed that combined treatment wet flavoring method and vacuum frying temperature (60-70)°C produced the best dried carrots with protein (7.37 %), FFA (0.47 %), vitamin A (302.248 ppm), and crude fiber (8.77 %). The results of organoleptic test showed that dried carrot products with wet flavoring method and vacuum frying temperature (60-70)°C most preferred by the panelists.

Keywords: Temperature, vacuum frying, flavoring, carrot chips

PENDAHULUAN

Produk hortikultura dari Indonesia mempunyai pangsa pasar tersendiri dan menjadi salah satu komoditas perdagangan internasional. Potensi tersebut merupakan peluang ekspor produk hortikultura Indonesia sehingga memberikan sumbangan bagi Produk Domestik Bruto (PDB). Produksi sayuran di Indonesia pada tahun 2011 mencapai 11,1 juta ton, dan untuk komoditas wortel mencapai 408.290 ton¹. Sayuran merupakan salah satu produk hortikultura yang mudah rusak atau busuk. Kondisi ini menuntut usaha penanganan pascapanen sayuran yang baik untuk menekan kehilangan hasil, menjaga kualitas gizi yang dimiliki sayuran serta menjamin keamanannya.

Salah satu usaha untuk memperpanjang masa simpan sayuran adalah dengan metode pengeringan atau pemasakan untuk mendapatkan produk sayuran kering siap santap. Menurut Winarno², pengeringan merupakan suatu proses penghilangan atau pengeluaran sebagian air dari bahan pangan dengan cara menguapkan air dengan menggunakan energi panas, sampai batas mikroba tidak dapat hidup. Keuntungan dari pengeringan adalah bahan pangan dapat menjadi lebih awet, volume bahan menjadi lebih kecil dan ringan serta mempermudah dan menghemat ruang pengangkutan dan penyimpanan, sehingga pada akhirnya dapat memperkecil biaya produksi, terutama apabila bahan yang dikeringkan jumlahnya besar.

Penggorengan vakum adalah salah satu teknologi pengeringan yang dapat diterapkan pada sayur-sayuran dan buah-buahan. Menggoreng dengan tekanan yang diturunkan (penggorengan vakum) merupakan salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi kadar minyak pada produk yang dihasilkan^{3,4,5,6}. Untuk tetap dapat mempertahankan gizinya, banyak jenis buah-buahan dan sayuran yang dapat diproses dengan penggorengan vakum, seperti buncis muda, brokoli, kembang kol, wortel, nenas, mangga, apel, dan sebagainya. Beberapa negara di Asia (Jepang, Thailand, Taiwan) telah menggunakan teknologi penggorengan vakum ini untuk memproduksi *snack* bergizi dan menyehatkan dari sayur-sayuran.

Keripik adalah jenis makanan ringan (*snack food*) yang tergolong jenis makanan *crackers* (makanan yang bersifat kering, renyah/*crispy*). Renyah adalah keras dan mudah patah. Sifat renyah, tahan lama, praktis, mudah dibawa dan disimpan, serta dapat dinikmati kapan saja merupakan kelebihan yang dimiliki oleh keripik⁷.

Tersedianya sayuran siap santap (langsung makan) dengan kandungan nilai gizi tinggi merupakan tantangan tersendiri bagi para ahli teknologi pangan. Hingga saat ini, penerapan teknologi pengolahan produk sayuran siap santap masih terbatas dijumpai, padahal pangsa pasarnya masih terbuka sangat lebar, baik untuk memenuhi pasar domestik maupun untuk mensuplai permintaan dari luar negeri (ekspor). Teknologi ini dapat digunakan untuk memproduksi sayuran dan buah-buahan yang didehidrasi tanpa mengalami reaksi pencoklatan (*browning*) atau produk menjadi hangus. Pada operasi penggorengan vakum, bahan pangan mentah dipanaskan pada kondisi tekanan rendah ($< 60 \text{ Torr} \sim 8 \text{ kPa}$) yang dapat menurunkan titik didih minyak dan kadar air bahan pangan tersebut⁸.

Pada penggorengan konvensional, produk buah-buahan dan sayuran yang dihasilkan akan bermutu rendah, karena penggorengan dilakukan pada suhu yang cukup tinggi ($\pm 160\text{-}180^\circ\text{C}$) yaitu pada suhu didih minyak. Penggorengan pada suhu tinggi berdampak terhadap warna produk (mengalami reaksi pencoklatan atau *browning*) sehingga sayuran maupun buah-buahan yang digoreng secara konvensional kehilangan sebagian besar vitamin yang dikandungnya. Untuk mempertahankan warna sayur dan buah agar tetap menarik dan mengurangi kehilangan vitaminnya, buah atau sayur digoreng pada suhu didih minyak serendah mungkin, tidak perlu sampai $\pm 160^\circ\text{C}$. Titik didih minyak dapat menjadi jika tekanan di dalam ruang goreng divakumkan. Pada tekanan 66 cmHg vakum, minyak sudah mendidih pada suhu $\pm 82\text{-}85^\circ\text{C}$ ⁹.

Sejauh ini beberapa jenis buah yang sudah umum dibuat keripik dengan menggunakan penggorengan

vakum adalah pisang, apel, salak, nangka, pepaya, melon, mangga, nanas, dan sebagainya. Untuk produk buah dan sayuran lainnya masih perlu dilakukan penelitian. Keuntungan penggorengan vakum dibandingkan dengan penggorengan konvensional adalah warna buah atau sayur relatif tidak berubah, lebih renyah, tampil lebih menarik dan rasa lebih enak.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh suhu penggorengan vakum dan cara pembumbuan terhadap karakteristik fisikokimia dan sensori keripik wortel.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Wortel impor, minyak goreng dan bumbu masak rasa sapi sebagai bahan perisa dibeli dari Pasar Anyar, Bogor. Bahan perisa tabur dibuat dengan komposisi : garam, gula, ekstrak daging sapi, merica, bawang putih, perisa daging sapi, bawang merah, rempah-rempah, karamel, pemberi rasa asam, dan penguat rasa (mononatrium glutamat, hidrolisat protein nabati, dan nukleotida). Bahan lain yang digunakan adalah CaCl_2 dan bahan-bahan untuk analisis. Peralatan yang diperlukan antara lain *vacuum frying* tipe *water-jet* kapasitas 4 kg bahan per *batch*, peralatan dapur untuk persiapan contoh, dan peralatan untuk analisis.

Metode

Persiapan bahan baku

Wortel dipotong dan diiris setebal $\pm 5 \text{ mm}$ menggunakan *slicer* dan dicuci. Selanjutnya wortel direndam CaCl_2 (1000 ppm, selama 30 menit)¹⁰, ditiriskan dan bahan dipanaskan dengan cara *steam blanching* selama 5-10 menit. Cara tersebut dinamakan metode pembumbuan kering. Metode pembumbuan basah disiapkan dengan cara sebagai berikut: irisan wortel direbus dalam adonan bumbu selama 5-10 menit.

Penggorengan vakum

Irisan wortel (diperoleh dari metode pembumbuan kering maupun basah) digoreng dengan bantuan penggorengan vakum (*Vacuum frying*). Kapasitas tabung penggorengan adalah 4 kg irisan buah/wortel per proses, dengan volume minyak sebanyak 15 liter/*batch*. Minyak digunakan hanya untuk 2-4 kali proses, selanjutnya minyak diganti dengan yang baru. Suhu penggorengan diatur pada kisaran suhu: (i) $60\text{-}70^\circ\text{C}$, (ii) $70\text{-}80^\circ\text{C}$, dan (iii) $80\text{-}90^\circ\text{C}$. *Vacuum frying* dioperasikan pada tekanan $- 72 \text{ cm Hg}$. Lama penggorengan vakum kurang lebih satu sampai dua jam hingga diperoleh sayuran kering (keripik) wortel siap santap.

Karakterisasi sifat fisikokimia dan sensori keripik wortel (keripik wortel)

Karakterisasi keripik wortel dilakukan melalui analisis fisik, kimia dan sensori. Analisis fisik keripik wortel meliputi rendemen (metode gravimetri) dan warna (Chromameter Minolta CR-300). Analisis sifat kimia meliputi kadar air (AOAC ¹¹), kadar asam lemak bebas/FFA (metode titrasi), serat (metode gravimetri), vitamin C (metode titrasi), dan vitamin A (HPLC –C18 Isocratic 450 nm, fase gerak Acetonitril : THF : MeOH : Am Acetat = 68,4% : 22% : 6,8% : 1%). Analisis sensori meliputi tekstur, warna, aroma, sifat *crunchy*, dan rasa. Analisis sensoris melalui uji kesukaan (hedonik) berdasarkan prosedur yang diuraikan oleh Soekarto (1986). Analisis dilakukan oleh 25 orang panelis semi terlatih. Skor kesukaan ditentukan dengan tujuh nilai skala hedonik yaitu : 1 = Amat sangat tidak suka, 2 = Sangat tidak suka, 3 = Agak suka, 4 = Netral, 5 = Suka, 6 = Sangat suka, 7 = Amat sangat suka.

Analisis statistik

Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap pola faktorial yang terdiri dari dua faktor yaitu faktor A (cara pembumbuan basah dan kering) dan faktor B (suhu penggorengan 60-70°C, 70-80°C, dan 80-90°C). Percobaan diulang 4 kali. Uji sidik ragam (ANOVA) diterapkan pada data yang diperoleh dan dilanjutkan dengan uji beda rata-rata (*Duncan Multiple Range Test*) untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap karakteristik keripik wortel. Analisis statistik dilakukan menggunakan piranti lunak SPSS versi 11.5.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik fisikokimia bahan baku wortel

Pada penelitian ini digunakan wortel dengan panjang rata-rata mencapai 18,35 cm dan berat 847,5 g per 5 buah. Komposisi kimia wortel dapat dilihat pada Tabel 1. Kadar β -karoten didalamnya mencapai 2.528,03 ppm. Menurut Hamilton *et al* ¹³ dan Bohne ¹⁴, β -karoten merupakan salah satu kandungan wortel dipandang dari struktur kimianya mampu menangkap radikal bebas (*radical scavenger*) dan dikenal sebagai antioksidan.

Karakteristik fisik keripik wortel

Rendemen keripik wortel berkisar antara 14,88 - 16,56 bk%. Proses penggorengan vakum berlangsung selama 1,32 - 1,67 jam. Hasil perhitungan rendemen dan pengamatan lama penggorengan vakum keripik wortel disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Karakteristik kimia bahan baku wortel
Table 1. Chemical characterization of carrot

Parameter/Parameter	Nilai/ Value
Kadar Air (%) / Water content (%)	91,16
Kadar Abu (% bk) / Ash content (% db)	12,49
Protein (% bk) / Protein (% db)	8,48
Kadar lemak (% bk) / Fat content (% db)	0,57
Serat kasar (% bk) / Fiber (% db)	6,44
Vitamin C (mg/100g bk) / Vitamin C (mg/100g db)	0,48
β -karoten (ppm bk) / β -carotene (ppm db)	2.528,03

bk = berat kering db = dry basis

Tabel 2. Rata-rata rendemen dan lama penggorengan produk keripik wortel menggunakan perlakuan kombinasi cara pembumbuan dan suhu penggorengan vakum

Table 2. The average of carrot chips yield and time of frying were produced by combination of flavouring and vacuum frying temperature

Perlakuan / Treatment	Rendemen (%) / Yield (% db)	Waktu penggorengan (jam) / Time of frying (hour)
A1B1	14,88 ^a	1,44 ^{ab}
A1B2	16,34 ^{bc}	1,50 ^{ab}
A1B3	16,38 ^{bc}	1,32 ^a
A2B1	15,94 ^b	1,67 ^b
A2B2	16,56 ^c	1,42 ^b
A2B3	16,25 ^{bc}	1,48 ^{ab}

Keterangan/ Remarks :

Angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata pada taraf 5%/ Number followed by the same letter within a column were not significantly different as 5%

A1 = Pembumbuan basah/wet flavour

A2 = Pembumbuan kering (bumbu tabur)/ dry flavour

B1 = Suhu penggorengan vakum (60-70)°C/ vacuum frying temperature (60-70)°C

B2 = Suhu penggorengan vakum (70-80)°C/ vacuum frying temperature (70-80)°C

B3 = Suhu penggorengan vakum (80-90)°C/ vacuum frying temperature (80-90)°C

Warna keripik wortel diwakili oleh parameter L, a dan b yang dihasilkan oleh alat chromameter. Parameter tersebut mewakili tingkat kecerahan (L), kecenderungan warna merah-biru (a) dan hijau-kuning (b). Menurut Winarno 2, bagi banyak produk pangan, warna bersamasama dengan aroma, tekstur dan rasa memegang peranan penting dalam menentukan penerimaan produk oleh konsumen. Bahkan warna dapat dijadikan parameter mutu yang pertama kali dipertimbangkan oleh konsumen sebelum menilai mutu organoleptik lainnya. Warna juga

dapat memberikan petunjuk mengenai perubahan kimia dalam makanan, seperti pencoklatan dan karamelisasi.

Wortel segar mempunyai nilai L 54,24, lebih tinggi dibanding produk keripik wortel untuk semua perlakuan (34,93 - 42,80). Hal ini menunjukkan bahwa produk keripik wortel kurang cerah dibanding bahan segarnya. Nilai a wortel segar adalah -10,985, lebih rendah dibanding produk keripik wortel untuk semua perlakuan (22,57-25,76). Ini menunjukkan bahwa produk keripik wortel sangat dominan dengan warna merah.

Berdasarkan nilai rata-rata L pada Tabel 3 menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu penggorengan mengakibatkan kecerahan produk keripik wortel semakin berkurang (nilai L menurun). Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian lain yang sejenis. Sudjud dalam Sofyan¹⁰ melaporkan bahwa semakin tinggi suhu dan lama waktu penggorengan mengakibatkan kecerahan produk keripik buah cempedak semakin berkurang.

Nilai b wortel segar mencapai 16,94, juga lebih rendah dari pada produk keripik wortel untuk semua perlakuan (50,50 – 57,58). Hal ini menunjukkan bahwa produk keripik wortel sangat dominan dengan warna kuning. Hasil analisis warna keripik wortel disajikan pada Tabel 3. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa interaksi perlakuan suhu dan cara pembumbuan tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap atribut warna L, a dan b pada keripik wortel.

Tabel 3. Rata-rata hasil pengukuran warna produk keripik wortel menggunakan perlakuan kombinasi cara pembumbuan dan suhu penggorengan vakum

Table 3. The average of carrot chips colour were produced by combination of flavouring and vacuum frying temperature

Perlakuan / Treatment	Rata-rata Nilai Warna (Notasi Hunter)/ Average of colour value (Hunter notation)		
	L	a	b
A1B1	42,80 ^a	25,76 ^b	57,58 ^a
A1B2	39,06 ^a	24,20 ^{ab}	55,41 ^a
A1B3	34,93 ^a	24,13 ^{ab}	50,52 ^a
A2B1	39,76 ^a	23,61 ^{ab}	51,67 ^a
A2B2	38,29 ^a	23,46 ^{ab}	52,05 ^a
A2B3	37,08 ^a	22,57 ^a	50,50 ^a

Keterangan/ Remarks :

Angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata pada taraf 5% / Number followed by the same letter within a column were not significantly different as 5%

A1 = Pembumbuan basah/wet flavour

A2 = Pembumbuan kering (bumbu tabur)/ dry flavour

B1 = Suhu penggorengan vakum (60-70)°C/ vacuum frying

temperature (60-70)°C

B2 = Suhu penggorengan vakum (70-80)°C/ vacuum frying temperature (70-80)°C

B3 = Suhu penggorengan vakum (80-90)°C/ vacuum frying temperature (80-90)°C

Karakteristik kimia keripik wortel

Lama waktu penggorengan vakum dan metode penggorengan merupakan faktor penting yang mempengaruhi stabilitas *phytochemical* dan *nutrachemical* suatu produk¹⁵. Karakteristik kimia produk keripik wortel yang diamati dalam penelitian ini meliputi kadar air, abu, lemak, protein, serat kasar, vitamin C, β -karoten, dan FFA.

Air

Hasil uji statistik (uji sidik ragam) menunjukkan bahwa interaksi perlakuan suhu dan bumbu tidak berpengaruh terhadap kadar air keripik wortel, namun secara faktor tunggal, suhu berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap kadar air keripik wortel yang dihasilkan (Tabel 4). Kadar air keripik wortel siap santap berkisar antara 3,47 - 4,71 %bk sedangkan kadar air wortel segarnya 91,16%. Kadar air keripik wortel yang rendah ini efektif membuat produk memiliki umur simpan yang lama. Hal ini terjadi karena kadar air yang rendah tidak memungkinkan mikroba dapat tumbuh dan berkembang sehingga kerusakan yang terjadi pada keripik wortel dapat ditunda. Berdasarkan nilai rata-rata pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa dengan meningkatnya suhu penggorengan maka kadar air keripik wortel akan semakin turun. Hal yang sama juga terjadi pada keripik melon seperti dikemukakan Sofyan¹⁰, dimana kadar air keripik melon semakin turun dengan semakin tingginya suhu penggorengan vakum.

Abu

Kadar abu keripik wortel berkisar antara 4,53 - 5,53% bk. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa interaksi perlakuan suhu dan perbedaan cara pembumbuan berpengaruh sangat nyata ($P<0,01$) terhadap kadar abu keripik wortel. Nilai rata-rata pada Tabel 5 menunjukkan bahwa kadar abu keripik wortel pada perlakuan pembumbuan basah untuk semua perlakuan suhu lebih tinggi (3,63-4,07% bk) daripada kadar abu pada pembumbuan kering (3,47-4,71% bk). Kadar abu mencerminkan mineral yang terkandung dalam suatu bahan. Penggorengan vakum ternyata menurunkan kandungan abu pada produk keripik wortel bahan segarnya (12,49% bk). Hal ini dimungkinkan banyaknya komponen mineral (abu) yang larut dalam minyak selama proses penggorengan vakum. Menurut *Debnath et al.*¹⁶, *deep fat frying* biasanya melibatkan tiga tipe pindah massa seperti (a) migrasi air dari bagian inti

(core) bahan pangan ke bagian permukaan yang terbuang selama pemasakan; (b) absorpsi minyak ke dalam bahan pangan dan (c) *leaching* komponen bahan pangan yang bersifat mudah larut ke dalam minyak. Mineral (abu) adalah komponen yang mudah larut dalam air atau minyak, terutama minyak yang dipanaskan seperti dalam proses penggorengan vakum pada penelitian ini.

Lemak

Hasil uji statistik (uji sidik ragam) menunjukkan bahwa interaksi perlakuan suhu dan perbedaan cara pembumbuan berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar lemak keripik wortel. Berdasarkan nilai rata-rata pada Tabel 5 dapat dilihat bahwa kadar lemak keripik wortel pada perlakuan pembumbuan basah untuk semua perlakuan suhu lebih tinggi daripada kadar lemak pada pembumbuan kering. Kadar lemak keripik wortel berkisar antara 33,28- 39,17% bk, jauh meningkat dari bahan segarnya yang hanya sekitar 0,57% bk.

Kadar lemak keripik wortel menunjukkan nilai yang cukup tinggi. Kadar lemak yang cukup tinggi ini dapat dipahami sebagai akibat perlakuan penggorengan

Tabel 4. Rata-rata kadar air keripik wortel menggunakan perlakuan kombinasi cara pembumbuan dan suhu penggorengan vakum

Table 4. The average of water content on carrot chips produced by combination of flavouring and vacuum frying temperature

Perlakuan / Treatment	Taraf / Level	Kadar air (%bk) / Moisture content (%db)
Suhu / Temperature	60-70 °C	4.40 ^b
	70-80 °C	3.77 ^a
	80-90 °C	3.55 ^a
Cara pembumbuan / Addition of ingredient method	Basah / Wet	3.83 ^a
	Kering / Dry	3.98 ^a

Keterangan/ Remarks :

Angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata pada taraf 5% / Number followed by the same letter within a column were not significantly different as 5%

A1 = Pembumbuan basah/wet flavour

A2 = Pembumbuan kering (bumbu tabur)/ dry flavour

B1 = Suhu penggorengan vakum (60-70)°C/ vacuum frying temperature (60-70)°C

B2 = Suhu penggorengan vakum (70-80)°C/ vacuum frying temperature (70-80)°C

B3 = Suhu penggorengan vakum (80-90)°C/ vacuum frying temperature (80-90)°C

pada penggoreng vakum dengan volume minyak goreng yang sangat banyak (kapasitas alat *vacuum frying* adalah 60 liter minyak goreng setiap kali proses) dan waktu yang sangat intensif (waktu penggorengan rata-rata 1,32-1,67 jam). Hasil analisis statistik (uji sidik ragam) menunjukkan bahwa interaksi perlakuan suhu dan perbedaan cara pembumbuan berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar lemak keripik wortel (Tabel 5). Kadar lemak keripik wortel masih memenuhi persyaratan SNI mutu makanan ringan ekstrudat¹⁷, yaitu maksimal 38%.

Pada penelitian Da Silva dan Moreira¹⁸, pengamatan visual pada keripik kentang dan keripik ubi jalar menunjukkan bahwa pada keripik kentang yang digoreng vakum, terdapat sejumlah kantung besar (yang terisi dengan minyak) pada permukaan produk dibanding dengan pada keripik kentang yang digoreng secara konvensional. Sebaliknya, pada keripik ubi jalar yang digoreng secara konvensional memiliki kantung minyak yang lebih banyak dibanding pada keripik ubi jalar yang digoreng secara vakum. Pada kasus penggorengan vakum komoditi non-karbohidrat seperti wortel dan yang lainnya, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk memahami komposisi dan struktur bahan baku terhadap absorpsi minyak selama proses penggorengan vakum. Sampai saat ini, mekanisme absorpsi minyak pada kondisi vakum belum dapat dijelaskan⁴.

Protein

Kadar protein keripik wortel berkisar antara 5,88-7,37% bk (Tabel 5). Hasil uji statistik menunjukkan bahwa interaksi perlakuan suhu dan perbedaan cara pembumbuan berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar protein keripik wortel. Semakin tinggi suhu penggorengan, semakin rendah kadar protein keripik wortel. Hal ini tampak jelas pada keripik wortel yang disiapkan dengan cara pembumbuan basah. Kondisi berbeda terjadi pada keripik wortel yang disiapkan melalui pembumbuan kering. Pada kasus ini, keripik yang digoreng vakum pada suhu rendah (perlakuan A2B1) mengandung protein lebih rendah (5,88%) dibanding keripik wortel yang digoreng pada suhu lebih tinggi (A2B2 dan A2B3). Hal ini diduga karena penggorengan pada suhu rendah memerlukan waktu relatif lama sehingga terjadi kerusakan protein. Secara keseluruhan, kadar protein dalam keripik wortel masih dapat diterima.

Tabel 5. Rata-rata kadar abu, lemak, protein dan serat keripik wortel menggunakan perlakuan kombinasi cara pembumbuan dan suhu penggorengan vakum

Table 5. The average of ash, fat, protein and fiber content on carrot chips produced by combination of flavouring and vacuum frying temperature

Perlakuan / Treatment	Abu (%bk)/ Ash (% db)	Lemak (%bk)/ Fat (%db)	Protein (%bk)/ Protein (% db)	Serat (%db)/ Fiber (%db)
A1B1	5,48 ^d	39,17 ^c	7,37 ^c	8,77 ^b
A1B2	5,53 ^d	38,64 ^c	6,83 ^{bc}	6,16 ^a
A1B3	5,10 ^e	38,09 ^{bc}	6,19 ^a	6,76 ^a
A2B1	4,97 ^{bc}	33,28 ^a	5,88 ^a	6,18 ^a
A2B2	4,53 ^a	34,58 ^a	6,79 ^b	6,38 ^a
A2B3	4,76 ^b	36,59 ^b	6,22 ^a	6,48 ^a

Keterangan/ Remarks :

Angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata pada taraf 5% Number followed by the same letter within a column were not significantly different as 5%

A1 = Pembumbuan basah/wet flavour

A2 = Pembumbuan kering (bumbu tabur)/ dry flavour

B1 = Suhu penggorengan vakum (60-70)°C/ vacuum frying temperature (60-70)°C

B2 = Suhu penggorengan vakum (70-80)°C/ vacuum frying temperature (70-80)°C

B3 = Suhu penggorengan vakum (80-90)°C/ vacuum frying temperature (80-90)°C

Menurut Winarno², panas atau suhu tinggi, pH, bahan kimia, kejadian mekanik, dan sebagainya akan menyebabkan denaturasi pada struktur protein. Denaturasi adalah suatu perubahan atau modifikasi terhadap struktur sekunder, tersier, dan kuaterner molekul protein tanpa terjadinya pemecahan ikatan-ikatan kovalen. Dalam proses produksi pangan, suhu juga berpengaruh terhadap kecepatan kerusakan suatu bahan atau penurunan mutu.

Walaupun suhu penggorengan vakum berpengaruh nyata terhadap kadar protein keripik wortel, tetapi kadar proteinnya masih berada pada kisaran 5,88-7,37%. Hal ini terjadi karena suhu goreng vakum yang digunakan masih cukup rendah yaitu 70-90°C. Menurut Xu and Kerr¹⁹, dalam *deep fat frying* pada penggorengan konvensional, seluruh bahan pangan atau hampir seluruhnya tercelup dalam minyak panas yang biasanya dilakukan pada suhu di atas 160°C. Umumnya temperatur penggorengan yang digunakan berkisar antara 163-196°C, tergantung pada jenis makanan yang digoreng. Di bawah suhu 163°C waktu yang diperlukan tidak efektif digunakan dalam skala komersial, namun

suhu di atas 196°C akan mempercepat proses degradasi minyak goreng. Suhu yang terlalu tinggi ini akan menyebabkan produk masih mentah di bagian dalam, tetapi bagian luarnya mungkin sudah gosong. Hal inilah yang menyebabkan kadar protein masih relatif seragam pada semua perlakuan dalam penelitian ini, karena suhu penggorengan vakum yang digunakan masih relatif rendah (dibawah 100°C) sehingga protein yang mungkin terdapat dalam bahan masih cukup tinggi karena tidak mengalami denaturasi.

Serat Kasar

Kadar serat kasar keripik wortel menunjukkan nilai yang cukup tinggi, berkisar antara 6,163-8,768%. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa interaksi suhu dan perbedaan cara pembumbuan berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kadar serat kasar keripik wortel. Kadar serat kasar tertinggi (8,77%) terdapat pada wortel yang disiapkan dengan cara pembumbuan basah dan digoreng vakum pada suhu 60-70 °C (Perlakuan A1B1). Kadar serat kasar pada keripik wortel lainnya relatif sama yaitu sekitar 6,16 – 6,76 % (Tabel 5).

Serat kasar tidak sama dengan serat pangan (*dietary fiber*). *Dietary fiber* merupakan komponen dari jaringan tanaman yang tahan terhadap proses hidrolisis oleh enzim dalam lambung dan usus kecil. Serat-serat tersebut banyak berasal dari dinding sel berbagai sayuran dan buah-buahan. Secara kimia dinding sel tersebut terdiri dari beberapa jenis karbohidrat seperti selulosa, hemiselulosa, pektin, dan nonkarbohidrat seperti polimer lignin, beberapa gumi, dan *mucilage*. Karena itu *dietary fiber* pada umumnya merupakan karbohidrat atau polisakarida. Berbagai jenis makanan nabati pada umumnya banyak mengandung *dietary fiber*. Walaupun demikian serat kasar tidaklah identik dengan *dietary fiber*. Menurut Winarno², kira-kira hanya sekitar seperlima sampai setengah dari seluruh serat kasar yang benar-benar berfungsi sebagai *dietary fiber*. Pada proses penggorengan vakum dan pemasakan dengan pemanasan suhu rendah, kadar serat kasar pada keripik wortel relatif tidak mengalami penurunan dibanding pada bahan segarnya.

β-Karoten

Kadar vitamin A keripik wortel menurun dibandingkan kadar β-karoten pada bahan segarnya (2.528,03 ppm bk). Kadar β-karoten dalam produk keripik wortel berkisar antara 136,22 - 302,26 ppm (Tabel 6). Kadar β-karoten dalam produk keripik wortel berkurang seiring dengan meningkatnya suhu penggorengan vakum. Hal ini dapat dipahami karena semakin tinggi suhu akan menyebabkan semakin terdenaturasinya kandungan β-karoten sehingga kadarnya menurun.

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa interaksi suhu dan perbedaan cara pembumbuan berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap perubahan kadar β -karoten keripik wortel. Kadar β -karoten produk keripik wortel pada perlakuan pembumbuan basah lebih tinggi daripada kadar vitamin A pada perlakuan pembumbuan kering. Hal ini terjadi pada semua perlakuan suhu yang diuji.

Senyawa β -karoten merupakan prekursor Vitamin A. Walaupun demikian, keduanya terdapat pada tempat yang berbeda di alam. Vitamin A banyak terdapat pada hati, mentega, susu, telur, dan produk-produk yang berasal dari hewani sedangkan β -karoten banyak terdapat pada sayuran yang berwarna kuning dan hijau tua²⁰. Vitamin A dan β -karoten memiliki sifat yang sangat mudah terdegradasi baik oleh cahaya maupun pemanasan². Ini menyebabkan pada intensitas pemanasan yang suhunya semakin meningkat, kadarnya terus menurun. Penelitian Da Silva & Moreira¹⁸ pada keripik buncis muda yang digoreng vakum dengan digoreng secara tradisional, diperoleh hasil bahwa keripik buncis muda yang digoreng vakum memiliki total karotenoid yang lebih tinggi (66,61 $\mu\text{g/g}$ bk) daripada yang digoreng secara tradisional (54,63 $\mu\text{g}/100$ g bk). Nilai tersebut jauh lebih rendah dibandingkan dengan kadar β -karoten pada hasil penelitian ini. Hal ini dapat dipahami karena suhu penggorengan vakum yang dilakukan pada penelitian tersebut sangat tinggi, yaitu 121°C. Selain itu total karoten merupakan salah satu komponen pembentuk (prekursor) Vitamin A sehingga jumlahnya pasti lebih kecil.

Asam Lemak Bebas (Free Fatty Acid / FFA)

Pada penelitian ini, hasil uji statistik menunjukkan bahwa interaksi suhu dan perbedaan cara pembumbuan berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap perubahan kadar asam lemak bebas atau *free fatty acid* (FFA) keripik wortel. Berdasarkan nilai rata-rata pada Tabel 6 menunjukkan bahwa kadar FFA keripik wortel pada perlakuan pembumbuan kering untuk semua perlakuan suhu lebih tinggi daripada kadar FFA pada pembumbuan basah kecuali pada suhu 70-80°C.

Secara keseluruhan, kandungan FFA keripik wortel yang dihasilkan cukup rendah (0,47-0,59% bk). Ini menunjukkan bahwa sebagian besar asam lemak yang ada pada wortel terdiri dari asam lemak bebas dengan ikatan tunggal. Pada ikatan rangkap laju oksidasi berjalan lebih cepat karena adanya reaksi kimia dan pemutusan rantai karbon. Fenomena ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Morello *et al.*²¹, yang menyatakan bahwa stabilitas minyak sangat tergantung pada jumlah ikatan rangkapnya. Semakin banyak ikatan rangkapnya

stabilitas minyak semakin rendah. Kandungan asam lemak yang tinggi akan menyebabkan ketengikan yang mengindikasikan bahwa produk tersebut sudah mengalami kerusakan dan tidak layak dikonsumsi.

Kandungan asam lemak bebas yang rendah pada keripik wortel yang dihasilkan membuat keripik wortel tidak mudah tengik dan dapat memiliki daya tahan simpan yang panjang. Oleh karena belum memiliki SNI, kadar FFA keripik wortel dapat dibandingkan dengan SNI keripik umbi-umbian. Kadar FFA keripik wortel memenuhi persyaratan SNI mutu keripik ubi jalar²² yaitu maksimal 1.0% dan memenuhi persyaratan SNI mutu keripik singkong²³ yaitu maksimal 0.7%. Tabel 6. Rata-rata kadar β -karoten dan asam lemak bebas (FFA) keripik wortel menggunakan perlakuan kombinasi cara pembumbuan dan suhu penggorengan vakum

Table 6. The average of β -carotene, and free fatty acid (FFA) content on carrot chips produced by combination of flavouring and vacuum frying temperature

Perlakuan / <i>Treatment</i>	β -karoten (ppm bk)/ β -carotene (ppm db)	FFA (% bk)/ FFA (% db)
A1B1	302,25 ^c	0,47 ^a
A1B2	208,87 ^c	0,59 ^b
A1B3	167,34 ^b	0,47 ^a
A2B1	239,33 ^d	0,50 ^{ab}
A2B2	182,26 ^b	0,51 ^{ab}
A2B3	136,22 ^a	0,58 ^b

Keterangan/ *Remarks* :

Angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata pada taraf 5% / *Number followed by the same letter within a column were not significantly different as 5%*

Kandungan asam lemak bebas (FFA) secara luas digunakan oleh banyak pelaku industri makanan sebagai indikator kerusakan minyak. Metode ini merupakan metode pemantauan yang relatif cepat dan handal untuk mengukur keasaman minyak selama penggorengan²⁴. FFA terutama dibentuk oleh hidrolisis trigliserida dan sebagian oleh dekomposisi hidroperoksida minyak goreng pada suhu tinggi dengan adanya kelembaban dan udara. Pembentukan FFA sangat terkait dengan titik asap, dimana peningkatan kadar FFA menurunkan titik asap²⁴. Penggorengan kentang dengan menggunakan minyak kelapa sawit membuktikan bahwa penggorengan vakum menurunkan pembentukan FFA pada minyak kelapa sawit sebanyak 2 kali lebih rendah daripada pembentukan FFA pada penggorengan tradisional. Da Silva dan Moreira¹⁸ melaporkan bahwa proses penggorengan vakum dapat menurunkan kandungan minyak pada keripik ubi jalar dan keripik buncis masing-masing sebanyak 24 dan 16% dibanding pada keripik ubi jalar dan keripik buncis yang digoreng dengan penggorengan tradisional.

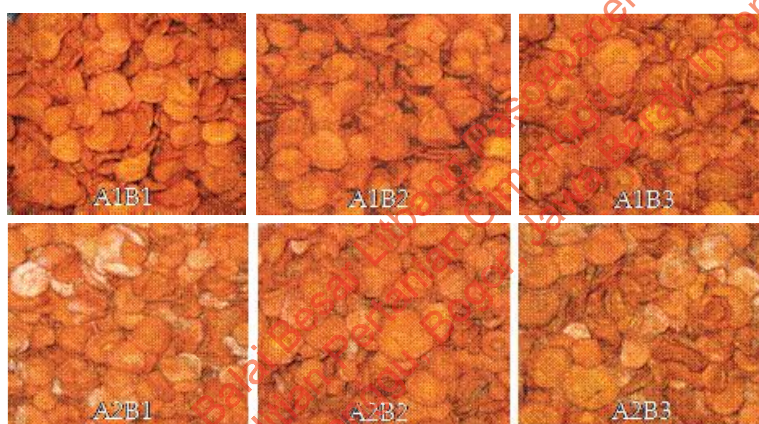
Minyak yang belum dan sudah digunakan untuk menggoreng juga dianalisis kadar FFA-nya. Kadar FFA awal minyak goreng sebesar 0,07% berubah menjadi 0,59% setelah digunakan untuk menggoreng. Kandungan FFA keduanya masih memenuhi persyaratan SNI Minyak Goreng²⁵ yang mensyaratkan kandungan asam lemak bebas (FFA) maksimal 2%. Nilai FFA pada minyak goreng bekas lebih tinggi karena ada sebagian asam lemak dari bahan (wortel kering) yang larut dalam minyak goreng saat direndam (digoreng) vakum.

Sifat Sensori produk keripik wortel

Sifat sensori/ organoleptik yang diamati pada penelitian ini meliputi warna, aroma, tekstur, rasa, kerenyahan,

dan penerimaan secara umum. Hasil analisis sifat organoleptik produk keripik wortel disajikan pada Tabel 7.

Hasil uji statistik (uji sidik ragam) menunjukkan bahwa interaksi perlakuan suhu dan perbedaan cara pembumbuan tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap semua parameter (warna, aroma, tekstur, rasa, kerenyahan, dan penerimaan secara umum) keripik wortel, namun faktor suhu secara tunggal berpengaruh nyata terhadap warna keripik wortel yang dihasilkan, dan faktor perbedaan cara pembumbuan secara tunggal berpengaruh nyata terhadap aroma dan kerenyahan keripik wortel yang dihasilkan.



Keterangan/ Remarks :

A1 = Pembumbuan basah/wet flavour

A2 = Pembumbuan kering (bumbu tabur)/ dry flavour

B1 = Suhu penggorengan vakum (60-70)°C/ vacuum frying temperature (60-70)°C

B2 = Suhu penggorengan vakum (70-80)°C/ vacuum frying temperature (70-80)°C

B3 = Suhu penggorengan vakum (80-90)°C/ vacuum frying temperature (80-90)°C

Tabel 7. Rata-rata sifat sensori produk keripik wortel siap santap menggunakan perlakuan kombinasi cara pembumbuan dan suhu penggorengan vakum

Table 7. The average of carrot chips sensory were produced by combination of flavouring and vacuum frying temperature

Perlakuan / Treatment	Skor/score					
	Warna/ Colour	Aroma/ Aroma	Tekstur/ Texture	Rasa/ Taste	Kerenyahan/ Crispy	Penerimaan umum/ General conclusion
A1B1	5,56 ^c	4,92 ^{ab}	5,68 ^b	5,44 ^a	6,00 ^b	5,68 ^a
A1B2	4,20 ^a	5,04 ^{ab}	5,36 ^{ab}	5,40 ^a	5,96 ^b	5,36 ^a
A1B3	4,72 ^{ab}	5,48 ^b	5,12 ^{ab}	5,68 ^a	6,04 ^b	5,68 ^a
A2B1	5,04 ^c	4,44 ^a	5,08 ^a	5,56 ^a	5,44 ^a	5,52 ^a
A2B2	4,68 ^{ab}	4,72 ^a	5,28 ^{ab}	5,60 ^a	5,80 ^{ab}	5,56 ^a
A2B3	4,52 ^{ab}	4,68 ^a	5,24 ^a	5,56 ^a	5,76 ^{ab}	5,52 ^a

Keterangan/ Remarks :

Angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata pada taraf 5%// Number followed by the same letter within a column were not significantly different as 5%

A1 = Pembumbuan basah/wet flavour; A2 = Pembumbuan kering (bumbu tabur)/ dry flavour

B1 = Suhu penggorengan vakum (60-70)°C/ vacuum frying temperature (60-70)°C

B2 = Suhu penggorengan vakum (70-80)°C/ vacuum frying temperature (70-80)°C

B3 = Suhu penggorengan vakum (80-90)°C/ vacuum frying temperature (80-90)°C

Panelis memberikan nilai kesukaan terhadap warna keripik wortel 4,2-5,56 (agak suka sampai sangat suka), aroma keripik wortel 4,44-5,48 (agak suka sampai sangat suka), tekstur keripik wortel 5,08-5,68 (suka sampai sangat suka), rasa keripik wortel 5,40-5,68 (suka sampai sangat suka), kerenyahan keripik wortel 5,44-6,00 (suka sampai sangat suka). Sedangkan kesukaan secara umum terhadap keripik wortel, panelis memberikan nilai 5,36-5,68 (suka sampai sangat suka). Dari hasil uji organoleptik diketahui bahwa panelis sangat menyukai produk keripik wortel ini. Selain masih menyerupai bentuk dan warna segarnya, rasa dan kerenyahannya pun cukup digemari sebagai *snack* sayuran kering siap santap. Penampilan keripik wortel dengan berbagai perlakuan disajikan pada Gambar 1.

KESIMPULAN

Kombinasi perlakuan pembumbuan basah dan suhu penggorengan vakum (60-70)°C menghasilkan produk keripik wortel yang paling baik dengan kadar protein (7,37%), kadar FFA (0,47 %), vitamin A (302,25 ppm), dan kadar serat (8,77%).

Hasil analisis organoleptik, produk keripik wortel dengan perlakuan pembumbuan basah dan suhu penggorengan vakum (60-70)°C paling disukai oleh panelis, dengan skor kesukaan paling tinggi 5,68 (sangat suka).

DAFTAR PUSTAKA

1. Produksi tanaman sayuran di Indonesia. Jakarta: Direktorat Jenderal Hortikultura; 2011.
2. Winarno FG. Kimia pangan dan gizi. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama; 2002.
3. Shyu SL, Hwang LS. Effects of processing conditions on the quality of vacuum fried apple chips. *Food Research International*. 2001; 34: 133-142.
4. Garayo J, Moreira RG. Vacuum frying of potato chips. *J. of Food Processing Engineering*. 2002; 55(2): 181-191.
5. Granda C, Moreira RG, Tichy SE. Reduction of acrylamide formation in potato chips by low-temperature vacuum frying. *Journal of Food Science* 2004; 69 (8): E405-E411.
6. Troncoso E, Pedreschi F. Modeling waterloss and oil uptake during vacuum frying of pre-treated potato slices. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie-Food Science and Technology*. 2009; 42 (6): 1164-1173.
7. Sulistyowati A. Membuat keripik buah dan sayur. Cetakan I. Jakarta: Puspa Swara; 1999.
8. Shyu S, Hau L, Hwang LS. Effect of vacuum frying on the oxidative stability of oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 1998; (75): 1393-1398.
9. Penggorengan vakum: berpotensi untuk berkembangnya bisnis kripik sayuran dan buah-buahan. *Buletin Fakultas Pertanian Universitas Lampung*. No. 1/Tahun III/Mei 2006. [Internet]. [Diunduh 5 Juli 2008]. Tersedia di: <http://www.google.co.id>.
10. Sofyan I. Mempelajari pengaruh ketebalan irisan dan suhu penggorengan secara vakum terhadap karakteristik keripik melon. *Infotek* 6(3): September. [Internet] 2004. [Diunduh 26 Oktober 2008]. Tersedia di: <http://www.google.co.id>.
11. Official Methods of Analysis [Internet] 2005. [Diunduh 18 Maret 2008]. Tersedia di: <http://www.aoac.org/vmeth/page1>.
12. Soekarto ST. Penilaian organoleptik. Jakarta: Bhratara Karya Aksara; 2002.
13. Hamilton RJ, Kalu C, Prisk E, Padley FB, Pierce H. Chemistry of free radicals in lipids, food chemistry, 1997; 60 (2): 193-199.
14. Bohne M, Struy H, Gerber A, Gollnick H. Protection against UVA damage and effects on neutrophil-derived reactive oxygen species by beta-carotene. *Inflamm. Res*. 1997; 46 (10): 425-426.
15. Shirsat SG, Thomas P. Effect of irradiation and coking methods on ascorbic acid levels of four potato cultivars. *J. of Food Science and Technology - Mysore*. 1998; 35(6): 509-514.
16. Debnath S, Bhat KK, Rastogi NK. Effect of pre-drying on kinetics of moisture loss and oil uptake during deep fat frying of chickpea flour-based snack food. *J. of Lebensm.-Wiss. U.-Technol*. 2003; 36 (2003): 91-98.
17. Standar mutu makanan ringan ekstrudat. Badan Standardisasi Nasional. SNI 01-2886-2000. 2000.
18. Da Silva, Paulo, Moreira RG. Vacuum frying of high quality fruit and vegetable-based snacks. *LWT-Food Science and Technology*. 2008; 41:1758-1767.
19. Xu Suxuan, Kerr WL. Comparative study of physical and sensory properties of corn chips made by continuous vacuum frying and deep fat frying. *LWT - Food Science and Technology*. 2012; 48: 96-101.
20. Mutia N, Hartini TNS, Hakim M. Kurang asupan vitamin A, C, E dan betakaroten meningkatkan kejadian preeklampsia di RSUD Sardjito Yogyakarta. *Gizi Indonesia*. 2010; 33 (2): 136-142.
21. Morello JS, Maria JM, Maria JT, Maria PR. Changes in commercial virgin olive oil (cv Arbequina) during storage, with special emphasis on the phenolic fraction. *J. of Food Chemistry*. 2004; 85:357-364.
22. Standar mutu keripik ubi jalar. Badan Standardisasi Nasional. SNI 01-4306-1996. 1996.
23. Standar mutu keripik singkong. Badan Standardisasi Nasional. SNI 01-4305-1996. 1996.
24. Tarmizi AHA, Niranjana K, Gordon M. Physico-chemical changes occurring in oil when atmospheric frying is combined with post-frying vacuum application. *Food Chemistry*. 2013; 136: 902-908.
25. Standar mutu minyak goreng. Badan Standardisasi Nasional. SNI 01-3741-2002. 2002.