

Pengaruh Pengolahan pada Sifat Fisik dan Kimia Singkong-Goreng Beku (The Effect of Processing on Physical and Chemical Properties of of Frozen-Fried Cassava)

Tiara Indra Saraswati*, Dede Robiatul Adawiyah, Fransisca Zakaria Rungkat

(Diterima April 2022/Disetujui September 2022)

ABSTRAK

Singkong (*Manihot esculenta*) merupakan umbi yang dapat dijadikan sumber karbohidrat utama selain nasi. Meskipun singkong telah banyak dimanfaatkan, diversifikasi singkong masih terbatas. Pengolahan singkong yang tepat sangat diperlukan agar nilai gizi singkong dapat terjaga dan aman dikonsumsi. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi nilai gizi dan segi keamanan, serta kualitas fisik singkong-goreng beku. Singkong-goreng beku diolah mula-mula dengan pengukusan 100°C selama 25 menit, diikuti dengan penggorengan terendam (*deep frying*) 180°C selama 45 detik, diakhiri dengan penyimpanan beku -20°C. Hasilnya menunjukkan bahwa analisis warna L, a*, dan b*, berturut-turut adalah 70,39 ± 0,98, -2,11 ± 0,72, dan 28,06 ± 1,06. Kadar protein, lemak, dan karbohidrat masing-masing adalah 1,14 ± 0,271 g/100 g, 12,18 ± 0,017 g/100 g, dan 35,80 ± 0,023 g/100 g, dengan kadar Ca, Mg, dan Fe berturut-turut 35,35 ± 2,49 mg/100 g, 9,860 ± 0,57 mg/100 g, dan 4,303 ± 0,27 mg/100 g. Kadar sianida turun menjadi 2,602 ± 0,00 mg/kg dari 75,458 ± 0,00 mg/kg. Pada semua perlakuan penggorengan, asam lemak *trans* tidak terdeteksi. Disimpulkan bahwa singkong-goreng beku berpotensi sebagai penyusun diet sehat.

Kata kunci: pangan beku, penggorengan terendam, singkong-goreng beku

ABSTRACT

Cassava (*Manihot esculenta*) can be used as the main source of carbohydrates besides rice. Although cassava has been widely used, the diversification of cassava is limited. Appropriate processing methods are needed so that the nutrition value of cassava can be maintained and safe for consumption. This study aimed to evaluate the nutrition value of frozen cassava fries through proximate, minerals, cyanide content, and trans fatty acids analysis and to assess the physical quality, such as color and texture. The best-frozen cassava fries processing methods obtained were steaming 100°C for 25 minutes and deep frying 180°C for 45 seconds. The results showed that color analysis L (tingkat kecerahan), a* (koordinat kromatisitas), and b* (koordinat kromatisitas), were 70.39±0.98, -2.11±0.72, and 28.06±1.06. The levels of protein, fat, and carbohydrates were 1.14±0.271 g/100g, 12.18±0.017 g/100g, dan 35.80±0.023 g/100g. The levels of Ca, Mg, and Fe were 35.35±2.49 mg/100g, 9.860±0.57 mg/100g, dan 4.303±0.27 mg/100g. The cyanide level decreased to 2.602±0.00 mg/kg from 75.458±0.00 mg/kg. In all frying treatments, trans fatty acids were not detected. In conclusion, frozen cassava fries have potential as a healthy diet component.

Keywords: cassava, deep frying, frozen-fried cassava

PENDAHULUAN

Singkong (*Manihot esculenta*) merupakan jenis umbi sumber karbohidrat selain nasi yang sudah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat. Namun, ragam olahan singkong masih sangat terbatas. Selain itu ada persepsi salah pada masyarakat, yang menganggap nasi sebagai makanan pokok di Indonesia, menyebabkan ketergantungan konsumsi pada nasi. Rata-rata konsumsi beras di Indonesia mencapai 111,58 kg/kapita/tahun, sedangkan rata-rata konsumsi beras di Asia hanya 65–70 kg/kapita/tahun (Kementerian Pertanian 2017). Berarti, ketergantungan masyarakat Indonesia pada nasi sangat tinggi dan dapat mengganggu ketahanan pangan nasional.

Singkong sangat mudah tumbuh di Indonesia dan kaya akan komponen gizi. Dalam 100 g, karbohidrat singkong mencapai 34,7 g, protein 1,2 g, kalsium 33 mg, dan vitamin C 30 mg. Sayangnya, selain nilai gizi yang tinggi, singkong memiliki senyawa yang toksik, yaitu sianida (Panghal *et al.* 2019). Dibandingkan dengan nasi, dalam 100 g nasi terdapat 79,34 g karbohidrat, 6,6 g protein, dan 0,58 lemak, sedangkan pada 100 g jagung terdapat 63,6 g karbohidrat, 7,9 g protein, dan 3,4 g lemak (Suliantini *et al.* 2011; Arianingrum 2011). Berdasarkan nilai tersebut, pangan lokal seperti singkong berpotensi sebagai pengganti sumber karbohidrat selain nasi dan jagung, serta berpotensi untuk didiversifikasi.

Meskipun memiliki nilai gizi tinggi dan banyak manfaat, diversifikasi pangan olahan singkong masih terbatas. Selain itu, masyarakat masih menilai singkong sebagai makanan murah, dan memilih nasi sebagai sumber karbohidrat utama. Salah satu upaya untuk meningkatkan antusias masyarakat menjadikan

singkong sebagai pengganti nasi adalah menentukan metode pengolahan praktis dan tepat dengan meminimumkan pengolahan sehingga dapat mempertahankan nilai fisik dan kimia singkong. Teknik pengolahan singkong lain yang dapat dipilih ialah pengukusan-dan-penggorengan untuk memproduksi singkong-goreng beku. Teknik dengan penggorengan dipilih karena konsumsi makanan yang mengandung minyak atau makanan gorengan lebih banyak disukai oleh masyarakat dibandingkan dengan makanan yang direbus. Makanan gorengan banyak disukai karena memiliki rasa yang lebih gurih dan bertekstur renyah. Produk singkong-goreng beku ini juga dimaksudkan untuk menyamai produk *french fries* atau kentang goreng, yang lebih populer.

Berdasarkan data Statistik Konsumsi Pangan (2015), pertumbuhan konsumsi kentang goreng di Indonesia tahun 2011–2015 meningkat hingga 12,57%. Dengan begitu, singkong-goreng beku juga berpeluang sama untuk diminati masyarakat. Selain agar diminati masyarakat, tantangan lainnya ialah menciptakan ragam olahan singkong, potensi penyusun diet sehat dan aman, serta proses yang minimum. Hal tersebut sejalan dengan pola makan yang disarankan WHO (2019), di antaranya nabati, utuh, alami, dan beragam. Pemilihan bahan baku dan pengolahan singkong yang tepat melalui pengukusan, penggorengan, dan penyimpanan beku dapat menghasilkan singkong-goreng beku yang gizinya dapat dipertahankan, sehat, dan aman dikonsumsi. Dengan begitu, singkong-goreng beku juga berpeluang sama untuk diminati masyarakat. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi nilai kimia (proksimat dan mineral), segi keamanan (logam berat, sianida, dan asam lemak *trans*), dan kualitas fisik (warna dan tekstur).

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan baku utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah singkong varietas Manggu yang diperoleh dari petani di desa Carang Pulang, Bogor, Jawa Barat. Singkong yang digunakan berumur panen 7–8 bulan. Bahan untuk pengujian kimia merupakan bahan yang lazim di laboratorium. Alat yang digunakan adalah panci kukus merk Global Eagle berdiameter 45 cm dan *deep fryer merk Professional Series 3-Quart* dengan volume 3 liter. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah *chromameter CR 310* Minolta (skala pengukuran L, a, b), *Texture Analyzer Stable Microsystem TA XT2i* menggunakan aluminium *cylinder probe P/75* berdiameter 75 mm (*pre-test speed* 5 mm/sec, *test speed* 2 mm/sec, dan *compressed by* 60%), dengan hasil pengujian berupa *hardness*, *springiness*, *cohesiveness*, *chewiness*, dan *adhesiveness*, instrumen spektrometer serapan atom nyala (AAS) seri 100 Perkin Elmer (dilengkapi dengan *furnace burner* dan *hydride vapour generator* (HVG-1),

dan kromatografi gas (GC) (Agilent Technologist, USA), Chromatopac (Shimadzu C-R6A), kolom kapiler DB-23 (60 m × 0,25 mm i.d., ketebalan film 0,25 µm), fase gerak berupa gas helium (UHP) kecepatan 0,26 µL/menit dan tekanan 1 kg/cm², dan gas nitrogen (UHP) sebagai pendorong fase gerak dengan kecepatan 31,25 mL/menit.

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada Agustus 2019–Februari 2021 di Laboratorium Pengolahan Pangan, Laboratorium Kimia, dan Laboratorium Sensori, Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Persiapan Bahan Baku

Persiapan bahan baku meliputi sortasi, penguasaan, pencucian, perendaman, dan pemotongan. Selanjutnya, umbi singkong dipotong dengan ukuran panjang 5 cm, lebar 1 cm, dan tebal 1 cm.

Optimisasi Pengolahan

Proses pengolahan dioptimisasi melalui dua tahap, yaitu pengukusan dan penggorengan. Singkong dikukus selama 25 menit. Penggorengan menggunakan metode penggorengan terendam (*deep frying*) dengan 2 taraf, yaitu penggorengan *par-frying* (*partially frying*) menggunakan penggorengan terendam 180°C selama 45 detik sebelum penyimpanan beku –20°C, dan penggorengan terendam 180°C selama 90 detik sebelum pengujian.

Pencirian Sifat Fisik dan Kimia

Sifat fisik dan kimia produk singkong-goreng yang diuji di antaranya warna (Panthere *et al.* 2013), tekstur (Kim 2014, Li *et al.* 2020), proksimat (AOAC 2005), mineral dan logam berat (AOAC 1999; Apriantono *et al.* 1989; Nielsen 2003), kadar sianida (AOAC 1995), dan asam lemak *trans* (Kapitan 2013).

Warna dianalisis menggunakan sistem CIE L*a*b*c, dan °Hue dengan alat kromameter. Prinsip kerja alat ialah mengukur parameter atau tristimulus warna XYZ menggunakan tiga buah filter X (merah), Y (hijau), dan Z (biru). Data hasil pengukuran dapat berupa Yxy, L*a*b*, Hunter Lab, atau nilai tristimulus XYZ, yang sebelumnya diolah melalui pengolahan data. Sistem warna CIELAB merupakan skala warna-warna yang seragam dalam dimensi warna. Hasil L, a*, b*, c, dan °Hue didapat dicetak dengan mesin perekam data.

Tekstur dianalisis menggunakan metode TPA berbasis kompresi dan alat *texture analyzer* untuk mengukur nilai tekstur secara objektif dengan probe berbentuk silindris. Alat yang digunakan Texture Analyzer Stable Microsystem TA XT2i dan *cylinder probe P/75* berdiameter 75 mm. Parameter yang diamati di antaranya *pre-test speed* 5 mm/sec, *test speed* 2 mm/sec, dan *compressed by* 60%. Hasil pengujian berupa *hardness*, *springiness*, *cohesiveness*, *chewiness*, dan *adhesiveness*.

Analisis proksimat di antaranya kadar air dan kadar abu (metode oven-gravimetri), protein (metode Kjeldahl), lemak (*soxhlet*), dan karbohidrat (*by-difference*). Analisis mineral dan logam mineral menggunakan metode destruksi kering dengan instrumen Flame AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*). Kadar sianida dianalisis secara titrimetri, dan asam lemak *trans* menggunakan instrumen GC-FID (*gas chromatography-flame ionization detector*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Prinsip Pengolahan Singkong

Pemasakan menggunakan pengukusan dapat mempertahankan cita rasa alami dari bahan pangan. Selain menambah cita rasa, perpindahan panas secara konveksi dari uap panas ke bahan pangan juga dapat memperpanjang daya simpan produk pangan tersebut. Apabila dibandingkan dengan cara perebusan, pengukusan menyebabkan kehilangan zat gizi yang lebih rendah. Hal ini dapat terjadi karena selama perebusan bahan pangan terendam air sehingga beberapa zat gizi larut-air ikut larut dalam air rebusan (Sundari *et al.* 2015).

Penggorengan merupakan salah satu cara pemasakan yang menghasilkan produk makanan menjadi lebih gurih, berwarna lebih menarik, nilai gizi meningkat, dan waktu pemasakan yang lebih singkat. Selain itu, penggorengan juga berperan sebagai pengawetan, seperti penghancuran termal pada mikroorganisme, enzim, dan penurunan aktivitas air pada permukaan makanan (Bordin *et al.* 2013). Keuntungan dari menggoreng menggunakan penggorengan terendam di antaranya (1) memasak menjadi lebih singkat, (2) efisiensi energi dan ekonomi, (3) konsistensi pada produk yang dimasak, dan (4) menambah warna, rasa, dan tekstur yang renyah (Oke *et al.* 2017). Penggorengan menggunakan cara penggorengan terendam secara global sudah digunakan dalam industri pangan. Industri pangan menggunakan cara ini karena dapat menekan biaya produksi dan secara keberterimaannya oleh konsumen sangat tinggi.

Setelah digoreng, singkong disimpan beku pada suhu -20°C hingga siap untuk dimasak. Salah satu cara untuk memperpanjang umur simpan ialah dengan pembekuan. Teknologi ini cukup efisien, efektif, dapat mempertahankan nutrisi pangan, dan mampu menghambat pertumbuhan bakteri, kapang, dan khamir penyebab pembusukan pangan. Pada prinsipnya, pembekuan pangan adalah menurunkan suhu produk pangan sampai di bawah titik bekunya untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme, aktivitas enzim, dan reaksi kimia. Kristal es yang terbentuk juga menurunkan jumlah air bebas pada bahan pangan sehingga pertumbuhan mikroorganisme dapat dihambat (Hariyadi 2007).

Proksimat

Berdasarkan hasil pengujian *t*, kadar air, kadar lemak, kadar abu, dan kadar karbohidrat menunjukkan perbedaan yang nyata antara singkong-goreng segar dan singkong-goreng beku ($p < 0,05$). Namun, kadar protein tidak berbeda nyata di antara kedua perlakuan tersebut (Tabel 1). Menurut Jamaluddin (2018), pada saat penggorengan, air dalam singkong berdifusi dari bahan ke permukaan bahan dan menguap. Akibatnya, permukaan singkong menjadi kering dan membentuk kerak. Struktur kerak tersebut menjadi berongga. Setelah itu, minyak akan masuk ke dalam singkong melalui rongga tersebut setelah air menguap. Dengan berpindahnya minyak ke dalam singkong, kadar lemak meningkat hingga mencapai $12,18 \pm 0,017$ g/100 g. Penggorengan membuat kadar protein menurun lebih banyak dibandingkan dengan pengolahan lain, seperti perebusan dan pengukusan. Hal tersebut karena protein akan rusak pada suhu tinggi. Suhu penggorengan $160\text{--}200^{\circ}\text{C}$ menyebabkan kerusakan yang cukup tinggi dan dapat menurunkan kadar protein (Nguju *et al.* 2018). Tingginya suhu mengakibatkan kadar protein pada bahan pangan semakin menurun.

Kadar karbohidrat meningkat setelah pengukusan dan penggorengan. Diketahui, faktor-faktor yang memengaruhi perubahan kadar karbohidrat, di antaranya pemanasan suhu tinggi (pengolahan), kondisi penanganan, dan penyimpanan. Berdasarkan pernyataan tersebut, peningkatan kadar karbohidrat dipengaruhi oleh menurunnya nilai kadar air. Dengan menurunnya kadar air, kadar karbohidrat menjadi meningkat, yakni akibat dari penggunaan metode analisis *by-difference* (Soputan *et al.* 2016).

Mineral dan Logam Berat

Kadar mineral singkong-goreng segar yang tertinggi ialah kalium ($682,97 \pm 10,85$ mg/100 g) dan yang terendah ialah tembaga ($0,0869 \pm 0,02$ mg/100 g) (Tabel 2). Mineral merupakan kofaktor enzim yang sangat penting untuk kesehatan manusia. Kalsium (Ca) bekerja sama dengan vitamin D mencegah penyakit osteoporosis dan mendukung proses penyembuhan luka (Prasetya *et al.* 2015). Pengolahan dengan cara pengukusan menyebabkan kehilangan nilai gizi terendah dibandingkan dengan cara pengolahan lainnya.

Tabel 1 Proksimat singkong-goreng segar dan singkong-goreng beku

Proksimat (g/100 g) (bb)	Singkong-goreng segar	Singkong-goreng beku
Air	$60,66 \pm 0,300^*$	$49,88 \pm 0,00^{**}$
Abu	$5,05 \pm 0,019^*$	$1,18 \pm 0,029^{**}$
Protein	$1,25 \pm 0,248^*$	$1,14 \pm 0,271^*$
Lemak	$1,56 \pm 0,049^*$	$12,18 \pm 0,017^{**}$
Karbohidrat	$32,16 \pm 0,087^*$	$35,80 \pm 0,023^{**}$

Keterangan: Tanda * yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$).

Berdasarkan hasil pengujian *independent t-test*, logam berat Cr dan Cr⁶⁺ berbeda nyata di antara kedua perlakuan ($p < 0,05$; Tabel 3). Kandungan logam berat arsen (As), kadmium (Cd), merkuri (Hg), dan timbal (Pb) menunjukkan kadar yang berada di bawah batas maksimum cemaran logam berat yang ditetapkan Peraturan Kepala BPOM No 5 Tahun 2018 tentang Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan Olahan. Dengan demikian, produk singkong-goreng beku dapat dinyatakan aman dari segi logam berat.

Menurut Andarwulan *et al.* (2011), pengolahan bahan pangan dapat memengaruhi ketersediaan mineral. Kadar mineral pada singkong beragam (Tabel 4). Mineral bersifat inert, tidak berubah selama pengolahan yang melibatkan pemanasan. Perbedaan kadar mineral singkong dapat terjadi karena perbedaan umur panen, iklim, kondisi tanah, dan varietas singkong. Pada pengolahan dan penyimpanan, mineral dapat larut dengan komponen kimia lainnya pada produk pangan dan kadarnya tidak menurun secara nyata. Selain itu, mineral juga tahan panas sehingga proses seperti pengukusan dan penggorengan terendam tidak berpengaruh nyata pada penurunan kadar mineral singkong-goreng beku (Rahayu *et al.* 2010). Mineral Fe, K, Na, Mg, Zn, dan

Tabel 2 Kadar mineral singkong segar

Mineral	Singkong segar (mg/100 g)
Kalium (K)	682,97 ± 10,85
Kalsium (Ca)	35,35 ± 2,49
Natrium (Na)	33,538 ± 0,61
Magnesium (Mg)	9,860 ± 0,57
Besi (Fe)	4,303 ± 0,27
Zink (Zn)	0,979 ± 0,03
Mangan (Mn)	0,586 ± 0,07
Tembaga (Cu)	0,0869 ± 0,02

Tabel 3 Kadar logam berat singkong-goreng segar dan singkong-goreng beku

Logam berat	Singkong-segar (mg/kg)	Singkong-goreng beku (mg/kg)
Kromium total (Cr)	0,667 ± 0,02*	<0,011**
Kromium Heksavalen (Cr ⁶⁺)	0,059 ± 0,003*	<0,011**
Barium (Ba)	<0,277	<0,277
Aluminium (Al)	<0,135	<0,135
Nikel (Ni)	<0,026	<0,026
Kobalt (Co)	<0,025	<0,025
Timbal (Pb)	<0,03	<0,03
Stanum (Sn)	<0,02	<0,02
Boron (B)	<0,02	<0,02
Arsen (As)	<0,01	<0,01
Kadmium (Cd)	<0,005	<0,005
Merkuri (Hg)	<0,001	<0,001
Perak (Ag)	<0,001	<0,001
Selenium (Se)	<0,001	<0,001

Keterangan: Tanda * yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$).

Mn memiliki berbagai manfaat bagi kesehatan manusia. Besi (Fe) juga membantu pengangkutan oksigen dan peredarannya dalam darah ke seluruh tubuh (Rachmaningrum & Candra 2016). Kalium (K) berfungsi dalam mendukung kinerja bagian syaraf dan otot (Stone *et al.* 2016). Natrium (Na) membantu menstabilkan kondisi asam dan basa serta menjaga kestabilan air di dalam tubuh (Atun *et al.* 2014). Magnesium (Mg) memiliki fungsi sebagai penguat tulang, otot, dan memproduksi tenaga dari dalam tubuh (Furkon 2014). Zink (Zn) berfungsi meningkatkan fungsi otak, membantu penyerapan nutrisi, dan pembentukan massa otot (Rachmaningrum & Candra 2016). Mangan (Mn) berfungsi menangkal radikal bebas, mencegah osteoporosis, dan berperan dalam metabolisme glukosa (Rahayu *et al.* 2019). Tembaga (Cu) berperan dalam memproduksi kolagen, menjaga kekebalan tubuh, dan kesehatan jantung (Rahayu *et al.* 2019).

Warna

Berdasarkan hasil uji, nilai L*, a*, dan h berbeda nyata di antara kedua perlakuan ($p < 0,05$; Tabel 5), tetapi tidak untuk nilai b* dan C. Singkong-goreng segar dan singkong-goreng beku memiliki nilai kecerahan (L*) yang cerah. Nilai a* bernilai negatif, yang menunjukkan bahwa singkong-goreng segar dan singkong-goreng beku berada di spektrum warna hijau. Nilai b* positif mengindikasikan bahwa singkong-goreng segar dan singkong-goreng beku berada di spektrum warna kuning. Nilai C positif berarti singkong-

Tabel 4 Keragaman nilai mineral singkong

Mineral	Nilai (mg/100 g)			
Ca	17,6*	77**	33***	9,1****
Fe	1,4*	1,1**	0,7***	-
Zn	1,4*	0,4**	-	-
Mn	0,3*	-	-	-
K	-	394**	-	-
Na	-	2**	-	-
Mg	-	-	-	12****

Keterangan: *) Montagnac *et al.* 2009; **) Widyastuti & Winangsi 2018; ***) Tabel komposisi pangan Indonesia 2018; dan ****) Hasrianti 2018.

Tabel 5 Ciri warna L*a*b* singkong-goreng segar dan singkong-goreng beku

Notasi warna	Singkong-goreng segar	Singkong-goreng beku
L*	79,03 ± 0,27*	70,39 ± 0,98**
a*	-3,94 ± 0,21*	-2,11 ± 0,72**
b*	27,00 ± 0,82*	28,06 ± 1,06*
C	27,30 ± 0,76*	28,15 ± 1,00*
h	98,32 ± 0,68*	94,34 ± 1,63**

Keterangan: Tanda * yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$). L* (tingkat kecerahan), a* (spektrum warna hijau-merah), nilai b* (spektrum warna biru-kuning), h (derajat warna), dan C (intensitas ketajaman warna).

goreng segar dan singkong-goreng beku memiliki tingkat intensitas warna tajam.

Berdasarkan Tabel 6, perbedaan warna singkong-goreng segar dan singkong-goreng beku menghasilkan kombinasi warna yang terang (ΔL^* positif), hijau (Δa^* negatif), dan kuning (Δb^* positif). Notasi h atau derajat *hue* dimaknai sebagai derajat warna setiap asing produk. Berdasarkan daerah kisaran warna kromatisitas (Tabel 5), nilai *hue* 90–126 termasuk dalam kategori warna *Yellow* (Y) (Andarwulan *et al.* 2011). Jadi, singkong-goreng segar dan singkong-goreng beku termasuk dalam kategori warna *Yellow* (Y).

Nilai ΔE^* merupakan perbedaan warna yang paling mendekati persepsi mata manusia atas perbedaan warna. ΔE^* dengan nilai $>6,0$ menunjukkan pengaruh perbedaan warna dalam kategori pengaruh besar (Andarwulan *et al.* 2011). Berdasarkan Tabel 5, total perbedaan warna antara singkong-goreng segar dan singkong-goreng beku adalah 8,89, yakni termasuk kategori pengaruh besar. Perbedaan nilai notasi warna pada singkong-goreng segar dan singkong-goreng beku diperoleh dari penggorengan menggunakan minyak goreng dan degradasi warna akibat jarak waktu pengupasan dan pengujian. Selain itu, perubahan warna dapat terjadi akibat karamelisasi karbohidrat sehingga pangan yang dihasilkan berwarna kuning keemasan ketika sudah matang (Jamaluddin 2018).

Tekstur

Parameter *hardness*, *chewiness*, dan *adhesiveness* menunjukkan perbedaan nyata antara singkong-goreng segar dan singkong-goreng beku ($p < 0,05$; Tabel 7), sedangkan parameter *springiness* dan *cohesiveness* tidak berbeda nyata. *Hardness* menunjukkan bahwa dibutuhkan tekanan yang sangat tinggi untuk memecah dan menghancurkan singkong-goreng segar saat dimakan. *Springiness* juga berarti

Tabel 6 Perbedaan warna singkong

Notasi warna	Perbedaan warna	Kategori
ΔL^*	8,64	+ (lebih terang)
Δa^*	-1,83	- (lebih hijau)
Δb^*	1,06	+ (lebih kuning)
ΔE^*	8,89	Pengaruh besar

Keterangan: ΔL^* (perbedaan warna terang), Δa^* (perbedaan warna hijau), Δb^* (perbedaan warna kuning), ΔE^* (perbedaan warna mendekati persepsi mata manusia).

Tabel 7 Tekstur singkong-goreng segar dan singkong-goreng beku

Parameter	Singkong-goreng segar	Singkong-goreng beku
<i>Hardness</i> (gf)	1568,83 \pm 34,75*	555,8 \pm 177,10**
<i>Springiness</i>	1,927 \pm 0,24*	2,01 \pm 0,37*
<i>Cohesiveness</i>	0,33 \pm 0,04*	0,39 \pm 0,09*
<i>Chewiness</i> (g.s)	270,650 \pm 49,21*	130,9 \pm 14,71*
<i>Adhesiveness</i> (gf)	-*	-5,4 \pm 1,55*

Keterangan: Tanda * yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$).

waktu antara akhir gigitan pertama dan awal gigitan kedua. Berdasarkan hasil pengujian, singkong-goreng beku memiliki kemampuan sedikit lebih *springiness* atau lebih elastis dibandingkan dengan singkong-goreng segar. *Cohesiveness* merupakan daya energi yang dibutuhkan untuk menghancurkan produk di dalam mulut. Singkong-goreng beku membutuhkan daya energi yang sedikit lebih besar untuk dapat hancur saat dimakan dibandingkan dengan singkong-goreng segar. *Chewiness* merupakan daya yang dibutuhkan untuk mengunyah produk singkong hingga siap untuk ditelan. Semakin tinggi nilai *chewiness* singkong, semakin tinggi juga daya yang dibutuhkan untuk mengunyah singkong (Indiarto *et al.* 2012, Mehta *et al.* 2013).

Berdasarkan hasil pengujian, daya yang dibutuhkan untuk mengunyah singkong-goreng segar hingga siap ditelan lebih tinggi dibandingkan dengan singkong-goreng beku. Pengolahan melalui pengukusan dan penggorengan membuat singkong-goreng beku memiliki tekstur yang tidak lebih keras sehingga lebih mudah dikunyah dan ditelan. Pada singkong-goreng beku tidak dibutuhkan tekanan sebesar singkong-goreng segar untuk memecah dan menghancurkan selama proses makan. Hal tersebut karena singkong-goreng segar dan singkong-goreng beku melalui perlakuan yang berbeda. Singkong-goreng beku dikukus selama 25 menit dan digoreng-terendam sebelum disimpan-beku, sedangkan singkong-goreng segar hanya digoreng-terendam sebelum disajikan. Pada pengukusan, umbi singkong-goreng beku menyerap air yang membuat teksturnya juga berubah dari keras menjadi lebih lembut. Selain itu, penggorengan terendam juga membuat kandungan air dalam umbi singkong-goreng beku menguap dan digantikan oleh minyak, sehingga terjadi penurunan tingkat *hardness* setelah melalui pengolahan tersebut. Selain itu, pengukusan dan penggorengan menyebabkan terjadinya proses gelatinisasi. Gelatinisasi menyebabkan ukuran granula pati singkong meningkat sehingga tekstur *hardness* singkong menurun dan membuat teksturnya menjadi lembut (Florentina *et al.* 2016).

Meskipun berdasarkan hasil statistik tidak ada perbedaan nyata di antara kedua olahan tersebut, singkong-goreng beku memiliki nilai *springiness* dan *cohesiveness* yang lebih tinggi dibandingkan dengan singkong-goreng segar. Hal tersebut berarti singkong-goreng beku sedikit lebih elastis (*springiness*) dan membutuhkan daya energi yang lebih besar

(*cohesiveness*) dibandingkan dengan singkong-goreng segar.

Nilai *chewiness* singkong-goreng segar lebih tinggi dibandingkan dengan singkong-goreng beku terbaik. Hal tersebut berarti daya yang dibutuhkan untuk mengunyah singkong-goreng segar hingga siap ditelan lebih tinggi dibandingkan dengan singkong-goreng beku terbaik. Pengukusan dan penggorengan membuat singkong-goreng beku terbaik memiliki tekstur yang tidak lebih keras sehingga lebih mudah dikunyah dan ditelan.

Singkong-goreng segar tidak memiliki *adhesiveness*, sedangkan singkong-goreng beku terbaik memiliki *adhesiveness* $-5,4 \pm 1,55$ gf. Meskipun singkong-goreng beku terbaik memiliki nilai *adhesiveness*, nilainya juga terbilang rendah. Hal ini berarti tekanan yang diperlukan untuk memindahkan singkong-goreng beku terbaik yang menempel pada mulut tidak terlalu besar, dengan kata lain, singkong-goreng beku terbaik tidak terlalu lengket.

Kadar Sianida

Penurunan kadar sianida terlihat jelas dari mulai tahap perlakuan pertama, yaitu pencucian (Gambar 1). Kemudian, kadarnya terus menurun hingga perendaman dan beberapa perlakuan singkong-goreng beku. Upaya untuk menurunkan kadar sianida pada singkong ialah melalui perendaman dan perebusan yang berulang. Secara tradisional, dikenal beberapa cara pengolahan singkong untuk mengurangi kadar sianida, di antaranya pencucian, perendaman, pemasakan, dan pengeringan. Perendaman dan perebusan yang berulang hanya dapat menghilangkan kadar sianida 50%. Senyawa sianida bersifat mudah menguap pada suhu kamar, berbau khas sianida, dan mudah berdifusi (Assanovo *et al.* 2017).

Berdasarkan Petunjuk Meminimalkan Terbentuknya Cemar Kimia BPOM (2012), singkong memiliki kategori yang beragam berdasarkan tingkat sianidanya. Singkong-goreng segar dibedakan menjadi 3 kategori, yaitu singkong manis, sedang, dan pahit. Singkong pahit mengandung sianida tertinggi, dapat lebih dari 100 mg/kg. Singkong tidak terlalu pahit

(sedang) memiliki kadar sianida sedang, yaitu 40–80 mg/kg. Menurut Ariani *et al.* (2017), singkong varietas Malang 6 tergolong singkong pahit, varietas Adira 4 dan Malang 4 termasuk tidak terlalu pahit (sedang), dan varietas Adira 1 tergolong manis. Berdasarkan hasil pengujian pada singkong-goreng segar ($75,458 \pm 0,00$ mg/kg), singkong varietas Manggu Bogor termasuk kategori singkong sedang.

Kadar sianida pada singkong bergantung pada kesuburan tanah, varietas, dan genetik tanaman. Selain itu, kadar sianida pada varietas singkong yang berbeda dapat memengaruhi rasa sehingga menurunnya kadar asam sianida menjadi perhatian utama dalam pemanfaatan singkong (Cliff *et al.* 2011; Burns *et al.* 2012). Singkong dengan kadar sianida <50 mg/kg termasuk dalam kategori tidak pahit (manis), sehingga singkong-goreng beku termasuk dalam singkong tidak pahit dan aman untuk dikonsumsi.

Berdasarkan hasil pengujian ANOVA dua-arah pada taraf nyata 5% (Tabel 8), tahapan pencucian, perendaman, lama waktu pengukusan, dan perlakuan penggorengan awal nyata memengaruhi penurunan kadar sianida pada semua perlakuan singkong. Berdasarkan uji lanjut Duncan, produk singkong-goreng beku berbeda nyata dengan semua produk pada semua perlakuan yang diuji.

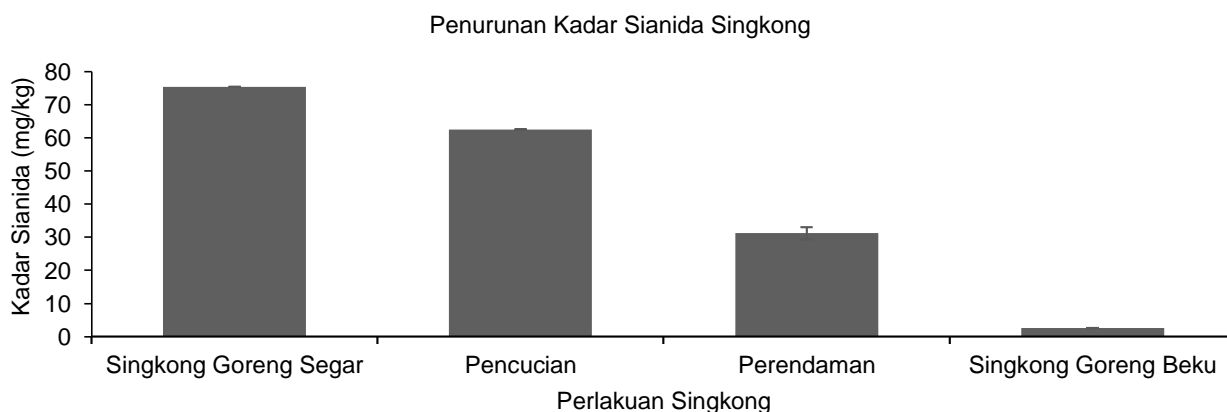
Asam Lemak Trans

Dalam singkong-goreng beku pada hasil penggorengan menggunakan minyak kelapa sawit sebanyak 1, 3, 5 7, dan 9× tidak terdeteksi asam lemak *trans*. Hal tersebut dapat terjadi karena penggorengan

Tabel 8 Kadar sianida pada setiap tahap pengolahan singkong

Perlakuan	Kadar sianida (mg/kg)
Singkong segar	74,458 ± 0,00*
Pencucian	62,448 ± 0,00**
Perendaman	31,224 ± 1,84***
Singkong-goreng beku	2,601 ± 0,00****

Keterangan: Tanda * yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($p > 0,05$).



Gambar 1 Penurunan kadar sianida singkong.

berlangsung singkat, yaitu 90 detik dan suhu kurang dari 200°C, yaitu 180°C. Menurut Sartika (2009), menggoreng singkong selama 30 menit pertama menggunakan cara penggorengan terendam belum terbentuk asam lemak *trans*, tetapi kadar asam oleat sudah menurun. Setelah penggorengan ke-2 pada waktu yang sama baru terbentuk asam lemak *trans*. Seiring dengan bertambahnya waktu dan frekuensi penggorengan, jumlah asam lemak *trans* terus meningkat. Isomer *trans* (asam elaidat) terbentuk karena reaksi oksidasi asam oleat (*cis*).

Kombinasi tingginya suhu dan lamanya penggorengan memengaruhi keberadaan asam lemak *trans*. Kombinasi suhu yang tidak terlalu tinggi dan penggorengan yang singkat ini dapat menghasilkan singkong-goreng beku dengan kategori produk asam lemak *trans zero*. Berdasarkan regulasi WHO (2019), konsumsi asam lemak *trans* yang dapat diterima per hari ialah <1% dari total asupan energi, atau setara dengan <2,2 g/hari. Dengan begitu, produk singkong-goreng beku sudah memenuhi rekomendasi regulasi WHO, serta termasuk dalam kategori produk pangan dengan asam lemak *trans zero*.

KESIMPULAN

Dapat disimpulkan bahwa pengolahan singkong dengan cara penggorengan meningkatkan kadar lemak dan kadar karbohidrat. Singkong-goreng beku aman berdasarkan kandungan sianida, logam berat, dan asam lemak *trans*, dengan warna terang, cerah, dengan kombinasi warna kuning-kehijauan. Singkong-goreng segar memiliki kadar mineral yang tinggi, dan berpotensi sebagai penyusun diet sehat. Sebagai tindak lanjut, disarankan untuk menguji umur simpan agar lamanya penyimpanan singkong-goreng beku dapat ditentukan. Selanjutnya, perlu diuji coba pengolahan skala industri kecil, didaftarkan izin edarnya, dan dipasarkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didukung oleh dana proyek penelitian “Pengolahan Cassava untuk Menghasilkan Produk Pangan Sehat Pengganti Nasi” merupakan program penelitian terapan unggulan perguruan tinggi (PTUPT) 2019 yang diketuai oleh Prof. Dr.Ir. Fransiska Rungkat Zakaria, M.Sc.

DAFTAR PUSTAKA

Andarwulan N, Feri K, Dian H. 2011. *Analisis Pangan*. Bogor (ID): Dian Rakyat.

Ariani LN, Estiasih T, Martati E. 2017. Karakteristik sifat fisiko kimia ubi kayu berbasis kadar sianida. *Jurnal*

Teknologi Pertanian. 18: 119–128. <https://doi.org/10.21776/ub.jtp.2017.018.02.12>

Arianingrum. 2011. Kandungan Kimia jagung dan manfaatnya bagi kesehatan. [internet] [diakses pada September 2022]. Tersedia pada: <http://staffnew.uny.ac.id/upload/132206563/pengabdian/artikel-ppm-jagung2.doc>.

Assanovo JB, Agbo GN, Coulin P, Monsan V, Heuberger C, Coulibaly SK, Farah Z. 2017. Influence of microbiological and chemical quality of traditional starter made from cassava on “attiéké” produced from our cassava varieties, *Food Control*. 78: 286–296. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.02.066>

Atun L, Siswati T, Kurdanti W. 2014. Asupan sumber natrium, rasio kalium natrium, aktivitas fisik, dan tekanan darah pasien hipertensi. *Media Gizi Mikro Indonesia*. 6(1): 63–71.

Bordin K, Kunitake MT, Aracava KK, Trindade CSF. 2013. Changes in food caused by deep fat frying—a review. *Arch Latinoam Nutrisci*. 63(1):5–13.

[BPOM] Badan Pengawasan Obat dan Makanan. 2012. Petunjuk Meminimalkan Terbentuknya Cemar Kimia Pada Pangan Siap Saji dan Pangan Industri Rumah Tangga Sebagai Pangan Jajanan Anak Sekolah. Direktorat Standardisasi Produk Pangan. Jakarta (ID).

[BPOM] Badan Pengawas Obat dan Makanan. 2018. Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan tentang Batas Maksimum Cemar Logam Berat dalam Pangan Olahan.

Burns AE, Bradbury JH, Cavagnaro TR, Gleadow RM. 2012. Total cyanide content of cassava food products in australia. *Journal of Food Composition and Analysis*. 25(1): 79–82. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2011.06.005>

Cliff J, Muquingue H, Nhassico D, Nzwalo H, Bradbury JH. 2011. Konzo and continuing cyanide intoxication from cassava in mozambique. *Food and Chemical Toxicology*. 49: 631–635. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2010.06.056>

Florentina, Syamsir E, Hunaefi D, Budijanto S. 2015. Teknik gelatinisasi tepung beras untuk menurunkan penyerapan minyak selama penggorengan minyak terendam. *Jurnal Fakultas Teknologi Pertanian UGM*. 36: 387–393. <https://doi.org/10.22146/agritech.16760>

Furkon LA. 2014. *Ilmu Kesehatan dan Gizi*. Tangerang Selatan (ID): Universitas Terbuka.

Hariyadi P. 2007. Teknologi Pembekuan Pangan. *Foodreview Indonesia*. 2(7): 30–35.

Hasrianti. 2018. Kajian Sifat Fisikokimia Tepung Onggok Industri Besar dan Industri Kecil. Balai

- Riset dan Standardisasi Industri Bandar Lampung. Lampung (ID).
- Indiarto R, Bambang N, Edy S. 2012. Kajian karakteristik tekstur (texture profile analysis) dan organoleptik daging ayam asap berbasis teknologi asap cair tempurung kelapa. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*. 5(2):xx.
- Jamaluddin. 2018. *Perpindahan Panas dan Massa pada Penyangraian dan Penggorengan Bahan Pangan*. Makassar (ID): Badan Penerbit Universitas Negeri Makassar.
- Kapitan OB. 2013. Analisis kandungan asam lemak trans (trans fat) dalam minyak goreng bekas penggorengan jajanan di pinggir jalan kota kupang. *Jurnal Kimia Terapan*. 1(1):17–31.
- Kementerian Pertanian. 2017. Stok beras aman sampai 2020. [internet] [Diakses Agustus 2021]. Tersedia pada: <https://www.pertanian.go.id/home/?show=news&act=view&id=4108>.
- Mehta F, Rajagopalan R, Trivedi P. 2013. Formulation, optimization, and texture characterization of environment friendly gum. *Der Pharmacia Sinica*. 3: 664–679.
- Montagnac AJ, Davis CR, Tanumihardjo SA. 2009. Nutritional Value of Cassava for Use as a Staple Food and Recent Advances for Improvement. *Comprehensive Review in Food Science and Food Safety*. 8(3): 181–194. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2009.00077.x>
- Nguju AL, Kale PR, Sabtu B. 2018. Pengaruh cara memasak yang berbeda terhadap kadar protein, lemak, kolesterol dan rasa daging sapi Bali. *Jurnal Nukleus Peternakan*. 5:17–23.
- Oke KW, Idowu MA, Sobukola OP, Odeyeye SAO, Okinsola AO. 2017. Frying of food: critical review. *Journal of Culinary Science & Technology*. 16(2): 07–127. <https://doi.org/10.1080/15428052.2017.1333936>
- Prasetya D, Wirjatmadi B, Adriani M. 2015. Pengaruh pemberian susu yang difortifikasi (kalsium dan vitamin D) dan senam osteoporosis terhadap kepadatan tulang pada wanita pra lansia di wilayah kerja puskesmas banyuanyar kabupaten Suampang. *Jurnal Ilmiah Kedokteran*. 4(1): 25–37.
- Rachmaningrum CA, Candra A. 2016. Pengaruh suplementasi seng (Zn) dan zat besi (Fe) terhadap kadar hemoglobin balita usia 3-5 tahun. *Journal of Nutrition College*. 4(2): 328-333.
- Rahayu A, Yulidasari A, Setiawan MI. 2019. *Buku Ajar Dasar-Dasar Gizi*. Yogyakarta (ID): Penerbit CV Mine.
- Rahayu SE, Susanti R, Pribadi P. 2010. Perbandingan kadar vitamin dan mineral dalam buah segar dari manisan basah karika ding (*Carica pubescens* Lenne dan K. Kock). *Journal Biodaintifika*. 2(2): 90–100.
- Sartika RAD. 2009. Pengaruh suhu dan lama proses menggoreng (deef frying) terhadap pembentukan asam lemak trans. *Makara Sains*. 13:23–28. <https://doi.org/10.7454/mss.v13i1.354>
- [SKP] Statistik Konsumsi Pangan. 2015. Rata-rata konsumsi per kapita kentang, 2011–2015. [internet] [Diakses Juni 2021]. Tersedia pada: <http://epublikasi.setjen.pertanian.go.id/epublikasi/StatistikPertanian/2015/STATISTIK%20KONSUMSI%20PANGAN%202015/files/assets/basic-html/page56.html>.
- Soputan DD, Mamuaja CF, Lolowang TF. 2016. Uji organoleptik dan karakteristik kimia produk klappertaart di kota Manado selama penyimpanan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. 4: 18–27.
- Stone M, Martyn L, Weaver CM. 2016. Potassium intake, bioavailability, hypertension, and glucose control. *Nutrients*. 8(7): 1–13. <https://doi.org/10.3390/nu8070444>
- Suliantini R, Gusti W, Teguh, Muhidin. 2011. Pengujian kadar antosianin padi gogo beras merah hasil koleksi plasma nutfah sulawesi tenggara. *Jurnal Ilmiah Budidaya Pertanian*. 4: 43–48.
- Sundari D, Almasyhuri, Lamid A. 2015. Pengaruh proses pemasakan terhadap komposisi zat gizi bahan pangan sumber protein. *Media Litbangkes*. 25(24): 235–242. <https://doi.org/10.22435/mpk.v25i4.4590.235-242>
- [WHO] World Health Organization. 2019. Sustainable Healthy Diet: Guiding Priamiinnnciples. [internet] [Diakses Juli 2021]. Tersedia pada: <http://www.fao.org/3/ca6640en/ca6640en.pdf>.
- Widyastuti NW, Winangsi R. 2018. Meningkatkan Daya Saing Produk Usaha Mikro Melalui Desain Kemasan Kelompok Usaha Produsen dan Retailer Makanan “Kue Subuh”. *Jurnal Pengabdian Masyarakat IPTEK*. 4(1): 17–25. https://doi.org/10.32528/pengabdian_iptek.v4i1.1495