

**SISTEM KEMASAN AKTIF DARI ARANG AKTIF CANGKANG KELAPA SAWIT  
BERBENTUK SACHET PADA KERIPIK SINGKONG****ACTIVE PACKAGING SYSTEM FROM ACTIVATED PALM SHELLS CHARCOAL  
SHAPED SACHET ON CASSAVA CHIPS**

Jabal Nursito, Rini Hustiany, Alan Dwi Wibowo

**INFO ARTIKEL**Submit: 5-8-2021  
Perbaikan: 13-7-2021  
Diterima: 26-7-2021**Keywords:**

Singkong, keripik, arang aktif, cangkang, kelapa sawit

**ABSTRACT**

Cassava chips are a fried snack. Cassava chips are added to the material that can adsorb gases, such as oxygen and water vapor, to reduce the occurrence of rancidity using a sachet-shaped adsorbent material. Activated charcoal is one of the gas adsorbents. Activated charcoal used is activated charcoal made from palm shells and activated with 20% phosphoric acid. This study aims to analyze the decrease in the quality of cassava chips with an active packaging system during storage for 30 days at 45°C. A total of 30 g cassava chips were packed with a standing pouch in polypropylene type and added activated charcoal from palm shells activated by 20% phosphoric acid as much as 1.5 g or 0.75 g which was packed with metalized aluminium plastic or LDPE plastic in the form of sachets. Storage of cassava chips with an active packaging system for 30 days and stored at a temperature of 45°C with a humidity of about 60% and observations are every 3 days in aroma and texture scoring test, moisture content, free fatty acid levels, fat content, and peroxide number. During storage from day 0 to day 30, the cassava chips have decreased the quality of the aroma from typical cassava chips to slightly rancid and the texture from crisp to somewhat not crisp. Moisture content, free fatty acid levels, and peroxide numbers during storage have increased. The fat content has decreased during storage. Based on this, cassava chips with the addition of 1.5 g activated charcoal and packaged with metalized aluminium plastic become the best active packaging system.

**1. PENDAHULUAN**

Di Indonesia singkong atau ubi kayu, mempunyai arti ekonomi penting dibandingkan dengan umbi-umbi lainnya. Selain menjadi makanan pokok, singkong juga dapat diolah sebagai makanan ringan, contohnya keripik singkong. Cara pengolahan keripik singkong sangat sederhana, dengan cara membersihkan kulit luar singkong dan membersihkan kotoran berupa tanah dengan cara mencucinya dengan air. Setelah itu singkong dipotong tipis-tipis lalu dilakukan proses penggorengan secara *deep fat frying* (Oyedeji *et al.*, 2017). Penggorengan secara *deep fat frying* juga dilakukan pada pengolahan keripik kentang (Shaker, 2015).

Proses pengolahan dan penyimpanan yang kurang tepat pada produk pangan goreng dapat

menyebabkan terjadinya proses hidrolisis dan oksidasi (Falade dan Oboh, 2015), sehingga dapat menurunkan mutu dan memperpendek umur simpan. Sebanyak 4-30% bobot akhir produk pangan goreng merupakan minyak yang terserap selama proses penggorengan (Lawson, 1995).

Proses hidrolisis dan oksidasi dapat dihambat dengan menggunakan suatu sistem kemasan aktif berbentuk sachet berupa arang aktif sebagai adsorben untuk menyerap uap air dan oksigen. Arang aktif yang ditambahkan mampu menghambat terjadinya proses hidrolisis dan oksidasi yang menyebabkan ketengikan (Sumiati, 2017; Hadi, 2018; Arif, 2018, dan Amrullah 2019).

Arang aktif yang digunakan berupa arang aktif yang terbuat dari cangkang kelapa sawit, dan di aktivasi dengan aktivator asam fosfat 20%. Asam fosfat dipilih sebagai aktivator karena bahan tersebut mampu meningkatkan rendemen arang aktif dan membuka pori-pori arang. Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya ternyata arang aktif tandan kosong kelapa sawit

Jabal Nursito, Rini Hustiany\*, dan Alan Dwi Wibowo  
Jurusan Teknologi Industri Pertanian  
Fakultas Pertanian – Universitas Lambung Mangkurat  
\*Email korenspondensi : rini.hustiany@ulm.ac.id

dengan diaktivasi asam fosfat 20% dapat memperlambat ketengikan pada produk yang digoreng atau produk yang mengandung banyak lemak, seperti kacang tanah goreng atau kacang tanah dan bawang merah goreng (Sumiati, 2017; Hadi, 2018; Arif, 2018, dan Amrullah 2019), juga dapat memperlambat kematangan pisang kepek (Markiah *et al.*, 2021).

Arang yang sudah diaktivasi dibungkus dengan menggunakan plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*) dan *metalized aluminium* plastik. Hustiany dan Rahmi (2019) menyatakan bahwa kemasan bahan aktif dengan permeabilitas yang rendah terhadap oksigen maupun uap air dapat memperlambat kerusakan pada olahan kacang tanah goreng maupun bawang merah goreng. Menurut Robertson (2013), plastik LDPE dan *metalized aluminium* plastik mempunyai permeabilitas yang rendah terhadap oksigen dan uap air, LDPE dengan permeabilitas terhadap oksigen adalah sebesar  $3,2 \times 10^{-17} \text{ kg.m.m}^{-2}\text{s}^{-1}\text{Pa}^{-1}$  dan permeabilitas terhadap uap air adalah sebesar  $48,2 \times 10^{-17} \text{ kg.m.m}^{-2}\text{s}^{-1}\text{Pa}^{-1}$ , maka WVTR (*water vapour transmission rate*) LDPE terhadap oksigen adalah sebesar  $7400 \text{ mL.m}^{-2}\text{.day}^{-1}$  dan terhadap uap air sebesar  $4 \text{ g.m}^{-2}\text{.day}^{-1}$ . Adapun aluminium foil dengan ketebalan  $12 \mu\text{m}$ , maka WVTR nya kurang dari  $0,01 \text{ g.m}^{-2}\text{.day}^{-1}$ , sedangkan ketebalan aluminium foil sebesar  $8\text{-}9 \mu\text{m}$ , maka WVTR nya sebesar  $0,07\text{-}0,1 \text{ g.m}^{-2}\text{.day}^{-1}$ . Aluminium foil dengan ketebalan lebih besar dari  $15 \mu\text{m}$  sudah bersifat *impermeable* (Robertson, 2013).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penurunan mutu keripik singkong dengan sistem kemasan aktif selama penyimpanan pada suhu  $45^{\circ}\text{C}$  dan menentukan sistem kemasan aktif terbaik dari berbagai jumlah dan jenis kemasan arang aktif dari cangkang kelapa sawit yang diaktivasi dengan asam fosfat 20%.

## 2. BAHAN DAN METODE

### Bahan penelitian

Singkong berdaging putih didapatkan dari Pasar Batuah, Martapura, Kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan. Cangkang kelapa sawit didapatkan dari PT. Tapian Nadenggan, Kabupaten Kotabaru, Kalimantan Selatan, minyak goreng kelapa sawit, asam fosfat, NaOH, natrium tio sulfat, asam asetat glasial, kloroform, dan heksan (Merck), etanol, indikator phenolftalein, *metalized aluminium* plastik, LDPE, dan plastik *standing pouch* (jenis plastik *polypropylene*).

### Metode penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah

Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 2 faktor, yaitu faktor I adalah berat arang aktif dan faktor II adalah jenis kemasan arang aktif. Faktor pertama, berat arang aktif, yaitu :  $A_1$  : 1,5 g dan  $A_2$  : 0,75 g. Faktor kedua, jenis kemasan arang aktif, yaitu :  $B_1$  : *metalized aluminium* plastik dan  $B_2$  : plastik LDPE. Jumlah ulangan sebanyak 2 kali, sehingga didapat total satuan percobaan sebanyak 8 satuan percobaan. Rancangan percobaan ini diuji dengan menggunakan uji Kruskal-Wallis dan dilanjutkan dengan uji Tukey pada taraf 5% dengan SPSS versi 24 untuk uji skoring. Adapun kadar air, kadar asam lemak bebas, kadar lemak, dan bilangan peroksida dianalisis lanjut dengan regresi linear atau regresi kuadratik dengan  $R^2$  yang mendekati 1 menggunakan *Microsoft Excel*.

### Pelaksanaan penelitian

#### Preparasi Keripik Singkong

Singkong sebanyak 10 kg terlebih dahulu dilakukan proses pengupasan dari kulit luarnya, lalu di cuci dengan air, untuk membersihkan singkong dari kotoran berupa pasir, tanah, dan lainnya. Kemudian didapatkan singkong bersih  $\pm 8,5 \text{ kg}$ , lalu dipotong tipis (tebal  $\pm 1 \text{ mm}$ ). Singkong yang sudah dipotong digoreng sebanyak 0,5 kg sekali goreng dengan lama penggorengan  $\pm 4$  menit sampai singkong berwarna kuning keemasan. Proses penggorengan dilakukan dengan minyak goreng sebanyak 1,5 L dengan suhu  $160\text{-}180^{\circ}\text{C}$ . Minyak goreng diganti setiap 2 kali penggorengan.

#### Pembuatan Arang Aktif

Cangkang kelapa sawit terlebih dahulu dilakukan proses penjemuran dan sortasi. Proses penjemuran dilakukan dibawah sinar matahari, dengan tujuan untuk mengurangi kadar air yang terdapat pada cangkang kelapa sawit hingga  $\leq 11\%$ . Sortasi dilakukan untuk membuang bahan lain selain cangkang kelapa sawit, sehingga cangkang kelapa sawit bebas dari bahan lainnya.

Cangkang kelapa sawit selanjutnya dikarbonasi secara pirolisis sampai menjadi arang dengan alat pirolisis pada suhu  $500^{\circ}\text{C}$  selama 5 jam. Arang yang dihasilkan dari proses karbonasi dicecilkan ukurannya dengan cara ditumbuk, lalu di ayak dengan saringan 80 mesh.

Arang yang berbentuk serbuk direndam dalam asam fosfat 20% dengan perbandingan bahan dan aktivator 1:4 selama 24 jam. Setelah itu, arang ditiriskan untuk memisahkan antara arang dan aktivator, kemudian arang dikeringkan dengan oven pada suhu  $110^{\circ}\text{C}$  selama 6 jam. Proses selanjutnya, arang ditanur pada suhu  $500^{\circ}\text{C}$  selama 30 menit. Arang yang telah diaktivasi

kemudian dicuci dengan akuades sampai pH arang menjadi netral. Kemudian dilakukan proses pengeringan kembali menggunakan oven pada suhu 110°C selama 6 jam.

### **Pengemasan Keripik Singkong dan Penambahan Arang Aktif**

Keripik singkong ditimbang sebanyak 30 g dan dikemas dengan menggunakan kemasan *standing pouch* (tebal = 0,12 mm) dengan jenis plastik PP (*polypropylene*). Kemudian ditambahkan kemasan aktif dalam bentuk *sachet* yang berisi arang aktif sebanyak 1,5 g atau 0,75 g yang dikemas dengan *metalized aluminium* plastik atau plastik LDPE. Kemudian dilakukan penyimpanan pada suhu 45°C dan kelembaban 60% (pada bagian bawah oven ditambahkan dengan air di dalam loyang agar selalu tetap ada untuk menjaga suhu dan kelembaban stabil) selama 30 hari dan dilakukan pengamatan setiap 3 hari.

### **Pengamatan Uji Skoring**

Uji skoring pada keripik singkong dalam system kemasan aktif meliputi aroma dan tekstur dengan menggunakan 20 orang panelis. Uji Skoring aroma dengan skala: 1 = khas keripik singkong, 2 = agak khas keripik singkong, 3 = agak tengik, dan 4 = tengik. Adapun uji skoring tekstur dengan skala: 1 = renyah, 2 = agak renyah, 3 = agak liat, dan 4 = liat.

### **Uji karakteristik kimia**

Uji yang dilakukan pada keripik singkong selama penyimpanan, berupa kadar air (AOAC 950.46, 2012), asam lemak bebas, kadar lemak (AOAC 960.39, 2012), dan bilangan peroksida (metode titrasi).

### **Kadar Asam Lemak Bebas (ALB)**

Kadar asam lemak bebas menggunakan metode yang dikutip dari Maligan (2014). Sampel sebanyak 5 g ditambahkan 50 ml alkohol 95% dan dipanaskan hingga mendidih. Setelah sampel dingin, ditambahkan dengan 2-3 tetes indikator PP dan dititrasi dengan larutan 0,1 N NaOH yang telah distandarisasi sampai warna merah jambu tercapai dan tidak hilang selama 30 detik. Perhitungan kadar asam lemak bebas dengan rumus :

$$\text{Kadar ALB (\%)} = \frac{\text{ml NaOH} \times \text{N NaOH} \times \text{BM Asam Lemak Palmitat}}{\text{Berat Sampel (g)} \times 1000} \times 100 \% \quad (1)$$

### **Bilangan Peroksida**

Analisis bilangan peroksida dikutip dari Rohman (2016) dengan metode titrasi. Asam asetat glasial dan kloroform (3:2) dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml dan ditambahkan 5 g sampel. Selanjutnya, ditambahkan KI jenuh 0,5 ml dan dikocok sampai jernih dan didiamkan selama 1 menit dengan sesekali digoyang, kemudian ditambahkan 30 ml akuades. Iod yang dibebaskan dititrasi dengan tiosulfat ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) 0,1 N sampai warna kuning hampir hilang, lalu ditambahkan 0,5 ml larutan pati 1%. Titrasi dilanjutkan sampai warna biru tepat hilang. Pengerjaan blanko dilakukan dengan cara yang sama hanya tidak ditambahkan sampel. Bilangan peroksida dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Bilangan Peroksida (meq/1000 g)} = \frac{\text{ml tiosulfat} \times \text{N tiosulfat}}{\text{Berat sampel (g)}} \times 1000 \quad (2)$$

## **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Aroma**

Aroma keripik singkong selama penyimpanan mengalami perubahan, dari aroma khas keripik singkong hingga agak tengik selama penyimpanan 30 hari. Perubahan aroma dikarenakan proses hidrolisis dan oksidasi lemak yang terjadi pada keripik singkong. Proses hidrolisis dan oksidasi dapat terjadi selama proses penggorengan hingga proses penyimpanan.

Nilai rata-rata aroma keripik singkong tanpa penambahan arang aktif pada hari ke-9 mulai terjadi perubahan dari nilai 1,00 menjadi 2,25 (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa keripik singkong tanpa penambahan arang aktif lebih cepat mengalami penurunan mutu aroma.

Pada hari ke-15, keripik singkong dengan penambahan arang aktif 0,75 g dengan kemasan *metalized aluminium* plastik dan LDPE mulai mengalami perubahan aroma dari khas keripik singkong menjadi agak khas keripik singkong, dengan nilai rata-rata 2,10. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan arang aktif 0,75 g tidak mampu menyerap uap air dan oksigen secara optimal pada hari ke-15.

Pada hari ke-18, keripik singkong pada semua sistem kemasan aktif mengalami perubahan. Namun keripik singkong dengan penambahan arang aktif sebanyak 1,5 g dan dikemas dengan *metalized aluminium* plastik mendapatkan nilai rata-rata paling kecil dengan nilai 2,10. Penambahan arang aktif 1,5 g lebih mampu mempertahankan mutu keripik singkong daripada penambahan arang 0,75 g, karena semakin banyak arang aktif yang ditambahkan dapat memperbanyak luas

permukaan arang aktif, sehingga akan lebih optimal menyerap oksigen dan uap air.

Kemasan *metalized aluminium* plastik memiliki permeabilitas yang rendah atau pori-pori yang lebih kecil dibandingkan dengan plastik LDPE, sehingga penyerapan uap air dan oksigen yang terdapat didalam kemasan keripik singkong berlangsung lebih lambat atau berjalan dengan konstan. Hal ini menyebabkan arang aktif yang dikemas dengan *metalized aluminium* plastik lebih lambat mengalami kejenuhan, sehingga mampu menyerap oksigen dan uap air lebih lama. *Metalized aluminium* plastik memiliki permeabilitas sebesar  $0,34 \times 10^{-17} \text{ kg.m.m}^{-2}\text{s}^{-1}\text{Pa}^{-1}$  (Brown, 1992), sedangkan menurut Hustiany dan Rahmi (2019), plastik LDPE memiliki permeabilitas sebesar  $3,2 \times 10^{-17} \text{ kg. m.m}^{-2}\text{s}^{-1}\text{Pa}^{-1}$ .

Tabel 1. Rataan nilai aroma keripik singkong selama 30 hari penyimpanan pada suhu 45°C

Jenis kemasan	Arang aktif (g)	Lama penyimpanan (hari)				
		0	6	9	12	15
A		1,00 <sup>a</sup>	1,95 <sup>a</sup>	2,25 <sup>b</sup>	2,05 <sup>b</sup>	2,52 <sup>b</sup>
B1	1,5	1,00 <sup>a</sup>	1,82 <sup>a</sup>	1,85 <sup>a</sup>	1,57 <sup>a</sup>	1,82 <sup>a</sup>
B2	0,75	1,00 <sup>a</sup>	1,71 <sup>a</sup>	1,97 <sup>ab</sup>	1,90 <sup>ab</sup>	2,10 <sup>a</sup>
C1	1,5	1,00 <sup>a</sup>	1,82 <sup>a</sup>	1,65 <sup>a</sup>	1,72 <sup>ab</sup>	1,92 <sup>a</sup>
C2	0,75	1,00 <sup>a</sup>	1,95 <sup>a</sup>	1,95 <sup>ab</sup>	1,95 <sup>ab</sup>	2,10 <sup>a</sup>

Jenis kemasan	Arang aktif (g)	Lama penyimpanan (hari)				
		18	21	24	27	30
A		2,60 <sup>b</sup>	2,87 <sup>b</sup>	2,27 <sup>ab</sup>	2,97 <sup>c</sup>	3,00 <sup>b</sup>
B1	1,5	2,10 <sup>a</sup>	2,07 <sup>a</sup>	1,77 <sup>a</sup>	1,60 <sup>a</sup>	2,42 <sup>a</sup>
B2	0,75	2,15 <sup>a</sup>	2,45 <sup>ab</sup>	1,92 <sup>ab</sup>	1,95 <sup>ab</sup>	2,35 <sup>a</sup>
C1	1,5	2,30 <sup>ab</sup>	2,40 <sup>a</sup>	2,43 <sup>b</sup>	2,02 <sup>b</sup>	2,47 <sup>a</sup>
C2	0,75	2,32 <sup>ab</sup>	2,37 <sup>a</sup>	2,12 <sup>ab</sup>	2,27 <sup>b</sup>	2,42 <sup>a</sup>

Keterangan:

A : Tanpa penambahan arang aktif

B1 : *Metalized aluminium* plastik, arang aktif 1,5 g

B2 : *Metalized aluminium* plastik, arang aktif 0,75 g

C1 : Plastik LDPE 1,5 g

C2 : Plastik LDPE 0,75 g

Skala : 1= Khas keripik singkong, 2= Agak khas keripik singkong, 3= Agak tengik, 4= Tengik

### Tekstur

Selama penyimpanan, tekstur keripik singkong mengalami perubahan dari renyah hingga agak liat. Tekstur yang renyah disebabkan pada saat penggorengan terjadi transfer air dengan minyak, sehingga minyak menempati pori-pori yang ditinggalkan oleh air. Penyerapan minyak tidak tergantung kepada kadar air awal, akan tetapi tergantung kepada bentuk sel bahan (Zhang *et al.*, 2016). Kemudian terbentuk rongga-rongga kosong

dan tekstur menjadi renyah. Menurut Mallema (2003), semakin banyak pori-pori, maka produk semakin renyah.

Sampai hari ke-12, keripik singkong tanpa penambahan arang aktif mengalami penurunan mutu tekstur lebih cepat dengan nilai 2,20 (Tabel 2). Pada hari ke-15, keripik singkong dengan penambahan arang aktif 0,75 g mulai terjadi penurunan mutu dari renyah menjadi agak renyah.

Pada hari ke-18, penambahan arang aktif 1,5 g mulai terjadi penurunan mutu tekstur. Pada penambahan arang aktif 1,5 g plastik LDPE dengan nilai terkecil, yaitu 2,12. Namun, pada hari ke-30 penambahan arang aktif 1,5 g yang dikemas dengan *metalized aluminium* plastik mendapatkan nilai terendah, yaitu 2,35. Hal ini terjadi karena kemasan plastik LDPE dengan permeabilitas lebih besar daripada *metalized aluminium* plastik lebih cepat menyerap uap air dan oksigen. Dengan demikian arang aktif yang dikemas dengan plastik LDPE lebih cepat mengalami kejenuhan dan arang aktif tidak mampu lagi menyerap uap air dan oksigen sampai dengan hari ke-30.

Tabel 2. Rataan nilai tekstur keripik singkong selama 30 hari penyimpanan pada suhu 45°C

Jenis kemasan	Arang aktif (g)	Lama penyimpanan (hari)				
		0	6	9	12	15
A		1,00 <sup>a</sup>	1,90 <sup>ab</sup>	1,92 <sup>a</sup>	2,20 <sup>b</sup>	2,52 <sup>b</sup>
B1	1,5	1,00 <sup>a</sup>	1,65 <sup>ab</sup>	1,67 <sup>a</sup>	1,62 <sup>a</sup>	1,82 <sup>a</sup>
B2	0,75	1,00 <sup>a</sup>	1,80 <sup>ab</sup>	2,02 <sup>a</sup>	1,90 <sup>ab</sup>	2,10 <sup>a</sup>
C1	1,5	1,00 <sup>a</sup>	1,42 <sup>a</sup>	1,67 <sup>a</sup>	1,80 <sup>ab</sup>	1,92 <sup>a</sup>
C2	0,75	1,00 <sup>a</sup>	1,97 <sup>b</sup>	1,85 <sup>a</sup>	1,92 <sup>ab</sup>	2,05 <sup>a</sup>

Jenis kemasan	Arang aktif (g)	Lama penyimpanan (hari)				
		18	21	24	27	30
A		2,45 <sup>b</sup>	2,71 <sup>b</sup>	2,65 <sup>b</sup>	2,77 <sup>c</sup>	2,97 <sup>b</sup>
B1	1,5	2,20 <sup>ab</sup>	2,10 <sup>a</sup>	1,75 <sup>a</sup>	1,65 <sup>a</sup>	2,35 <sup>a</sup>
B2	0,75	2,00 <sup>a</sup>	2,25 <sup>a</sup>	1,82 <sup>a</sup>	2,10 <sup>b</sup>	2,42 <sup>a</sup>
C1	1,5	2,12 <sup>ab</sup>	2,00 <sup>a</sup>	1,67 <sup>a</sup>	2,00 <sup>ab</sup>	2,57 <sup>a</sup>
C2	0,75	2,25 <sup>ab</sup>	2,34 <sup>ab</sup>	1,77 <sup>a</sup>	1,97 <sup>ab</sup>	2,37 <sup>a</sup>

Keterangan:

A : Tanpa penambahan arang aktif

B1 : *Metalized aluminium* plastik, arang aktif 1,5 g

B2 : *Metalized aluminium* plastik, arang aktif 0,75 g

C1 : Plastik LDPE 1,5 g

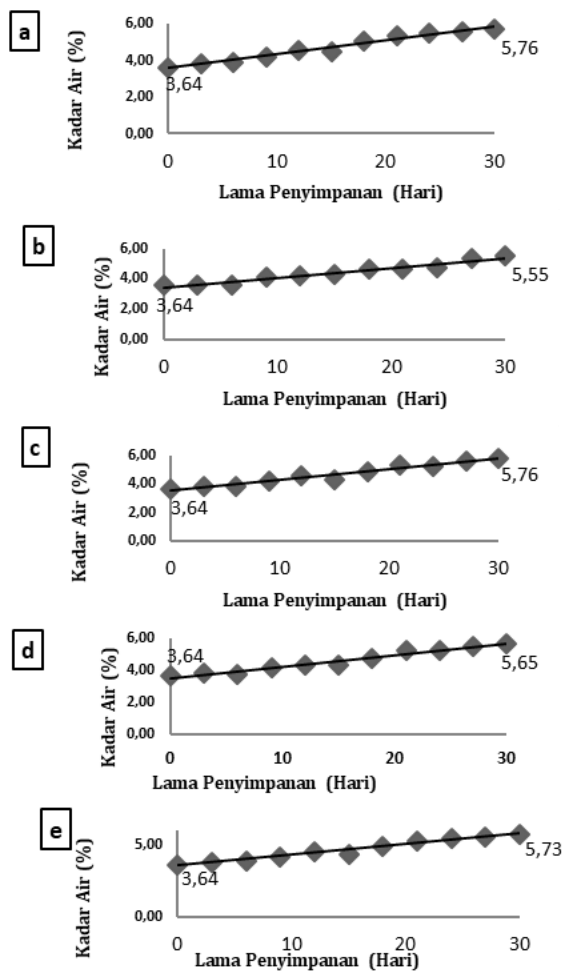
C2 : Plastik LDPE 0,75 g

Skala : 1= Renyah, 2= Agak renyah, 3= Agak liat, 4= Liat

### Kadar Air

Kadar air keripik singkong selama penyimpanan mengalami peningkatan (Gambar 1), baik dengan menggunakan arang aktif maupun tanpa penambahan arang aktif. Semakin tinggi

tingkat porositasnya, maka semakin tinggi pula kadar air keripik tersebut (Yang *et al.*, 2017). Kenaikan kadar air ini dikarenakan uap air pada lingkungan penyimpanan masuk ke dalam kemasan keripik singkong dan menyebabkan kenaikan kadar air pada keripik singkong (permeabilitas polipropilen terhadap oksigen sebesar  $0,25 \times 10^{-16} \text{ kg.m}^{-2}\text{s}^{-1}\text{Pa}^{-1}$  dan uap air sebesar  $3,43 \times 10^{-16} \text{ kg.m}^{-2}\text{s}^{-1}\text{Pa}^{-1}$  (Robertson, 2013).



Gambar 1. Kadar air keripik singkong selama 30 hari penyimpanan pada suhu 45°C. a. Tanpa penambahan arang aktif; b. *Metalized aluminium* plastik dengan 1,5 g arang aktif; c. *Metalized aluminium* plastik dengan 0,75 g arang aktif; d. Plastik LDPE dengan 1,5 g arang aktif; dan e. Plastik LDPE dengan 0,75 g arang aktif

Keripik singkong yang ditambahkan arang aktif sebanyak 1,5 g dan dikemas dengan *metalized aluminium* plastik mengalami peningkatan kadar air yang lebih rendah dengan nilai kemiringan sebesar 0,0651 (Tabel 3). Hal ini disebabkan jumlah arang aktif yang lebih banyak mengakibatkan luas permukaan yang lebih besar, sehingga mampu menyerap uap air lebih baik.

Apabila arang aktif dikemas dengan *metalized aluminium* plastik dengan permeabilitas yang lebih kecil dibandingkan LDPE, maka arang aktif tidak cepat jenuh. Arang aktif masih mampu untuk menyerap uap air dan oksigen dalam waktu yang lebih lama apabila arang aktif dikemas dengan *metalized aluminium* plastik. Hal ini disebabkan masuknya uap air dan oksigen ke dalam kemasan arang aktif juga lebih lambat.

Tabel 3. Nilai kemiringan x dan R<sup>2</sup> kadar air keripik singkong selama 30 hari penyimpanan pada suhu 45°C

Jenis kemasan Arang Aktif	Arang aktif (g)	x	R <sup>2</sup>
Tanpa penambahan arang aktif		0,0758	0,9788
<i>Metalized aluminium</i> plastik	1,5	0,0651	0,9383
	0,75	0,0753	0,9648
Plastik LDPE	1,5	0,0728	0,9602
	0,75	0,0746	0,9694

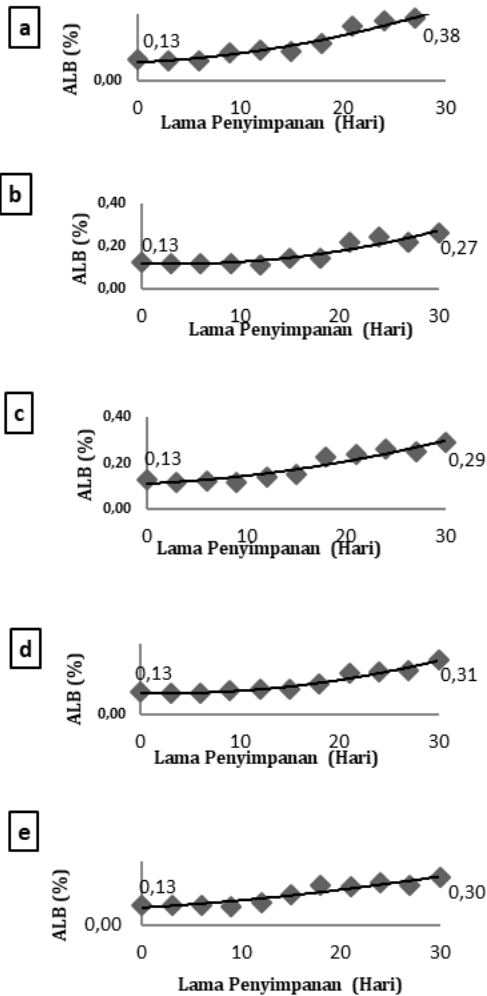
### Kadar Asam Lemak Bebas

Kadar asam lemak bebas (ALB) keripik singkong pada hari ke-0 sebesar 0,13%. Hal ini menunjukkan bahwa sudah terbentuk asam lemak bebas sebelum penyimpanan. Hal ini sesuai dengan pendapat Aniolowska dan Kita (2015) yang menyatakan terjadi peningkatan asam lemak terutama asam lemak jenuh selama penggorengan kentang. Hal ini disebabkan terjadinya hidrolisis pada lemak dan menghasilkan asam lemak bebas dengan adanya air dan suhu tertentu.

Kadar asam lemak bebas keripik singkong selama penyimpanan 30 hari dengan suhu 45°C mengalami peningkatan secara kuadratik, baik yang ditambahkan arang aktif maupun tanpa penambahan arang aktif (Gambar 2). Asam lemak bebas berasal dari minyak sawit yang digunakan untuk penggorengan. Menurut de Almeida *et al.* (2019) minyak sawit yang disimpan pada suhu 26 – 32°C selama 12 hari, maka terbentuk asam lemak bebas dari 1,17 sampai 3,14%.

Kadar asam lemak bebas keripik singkong pada hari ke-0 sampai hari ke-15 mengalami peningkatan yang cukup lambat, setelah hari ke-15 sampai hari ke-30, terjadi peningkatan kadar asam lemak bebas yang cepat. Pada hari ke-0 sampai hari ke-15, keripik singkong dengan sistem kemasan aktif 1,5 g arang aktif dengan kemasan plastik LDPE memiliki kemiringan terkecil, yaitu 0,0014 dibandingkan kemasan aktif dengan 1,5 g arang aktif dengan kemasan *metalized aluminium* plastik, yaitu 0,0018. Akan tetapi setelah hari ke-15 sampai hari ke-30, keripik singkong dengan

arang aktif 1,5 g dan dikemas dengan *metalized aluminium* plastik memiliki nilai kemiringan 0,0002, lebih rendah daripada nilai kemiringan keripik singkong yang ditambahkan arang aktif 1,5 g dan dikemas dengan plastik LDPE, dengan nilai kemiringan 0,0003 (Tabel 4).



Gambar 2. Kadar asam lemak bebas keripik singkong selama 30 hari penyimpanan pada suhu 45°C. a. Tanpa Penambahan Arang Aktif; b. *Metalized aluminium* plastik dengan 1,5 g arang aktif; c. *Metalized aluminium* plastik dengan 0,75 g arang aktif; d. Plastik LDPE dengan 1,5 g arang aktif; dan e. Plastik LDPE dengan 0,75 g arang aktif

Hal ini dikarenakan permeabilitas plastik LDPE lebih besar daripada *metalized aluminium* plastik, sehingga arang aktif yang dikemas dengan plastik LDPE menyerap uap air secara cepat di awal penyimpanan, namun hal ini menyebabkan arang aktif cepat mengalami kejenuhan. Berbeda dengan kemasan *metalized aluminium* plastik yang memiliki permeabilitas yang rendah, sehingga membuat arang aktif tidak mudah mengalami kejenuhan, yang mengakibatkan arang aktif lebih optimal menyerap uap air selama penyimpanan.

Tabel 4. Nilai kemiringan  $x$ ,  $x^2$  dan  $R^2$  kadar asam lemak bebas keripik singkong selama 30 hari penyimpanan pada suhu 45°C

Jenis Kemasan Arang Aktif	Arang Aktif (g)	$x$	$x^2$	$R^2$
Tanpa penambahan arang aktif		0,0027	0,0003	0,9553
<i>Metalized aluminium</i> plastik	1,5	0,0018	0,0002	0,9029
	0,75	0,002	0,0001	0,9003
Plastik LDPE	1,5	0,0014	0,0003	0,9576
	0,75	0,0037	0,0005	0,8986

Pada penyimpanan selama 30 hari, keripik singkong dengan penambahan arang aktif 1,5 g dengan kemasan *metalized aluminium* plastik mengalami peningkatan asam lemak bebas sebesar 0,14%, sedangkan pada keripik singkong dengan penambahan arang aktif 1,5 g dengan kemasan plastik LDPE mengalami peningkatan asam lemak bebas lebih besar, yaitu 0,18%.

Jenis kemasan dan jumlah arang aktif yang digunakan di dalam sistem kemasan aktif keripik singkong saling berpengaruh satu dengan yang lainnya. Tidak ada faktor yang lebih dominan antara jenis kemasan dan jumlah arang aktif.

### Kadar Lemak

Kadar lemak pada keripik singkong selama penyimpanan cenderung mengalami penurunan. Hal ini terjadi karena pengaruh kadar air yang menghidrolisis lemak menjadi asam lemak bebas. Semakin tinggi kadar asam lemak bebas menyebabkan turunnya kandungan lemak pada keripik singkong. Kandungan lemak keripik singkong dapat dilihat pada Gambar 3.

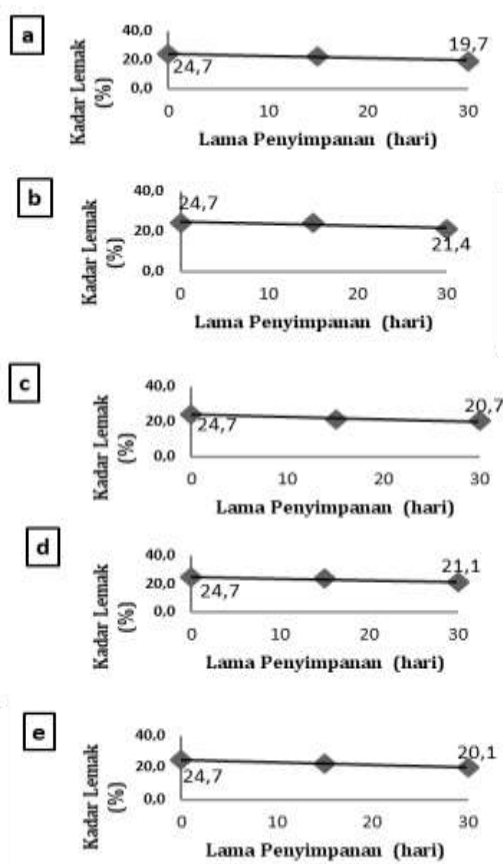
Penurunan tercepat kadar lemak pada keripik singkong adalah keripik singkong tanpa penambahan arang aktif. Keripik singkong tanpa penambahan arang aktif memiliki nilai kemiringan yang paling besar, yaitu 0,1647 (Tabel 5).

Tabel 5. Nilai kemiringan  $x$ , dan  $R^2$  kadar lemak keripik singkong selama 30 hari penyimpanan pada suhu 45°C

Jenis Kemasan Arang Aktif	Arang Aktif (g)	$x$	$R^2$
Tanpa penambahan arang aktif		-0,1647	0,9855
<i>Metalized aluminium</i> plastik	1,5	-0,1094	0,8403
	0,75	-0,1335	0,8509
Plastik LDPE	1,5	-0,1197	0,9348
	0,75	-0,1511	0,9808

Hal ini disebabkan kadar air keripik singkong tanpa penambahan arang aktif adalah tinggi,

sehingga mudah menghidrolisis lemak menjadi asam lemak bebas yang mengakibatkan turunnya kadar lemak pada keripik singkong. Adapun keripik singkong yang ditambahkan arang aktif 1,5 g yang dikemas dengan *metalized aluminium* plastik mengalami penurunan kadar lemak yang rendah, dengan nilai kemiringan 0,1094. Hal ini dikarenakan keripik singkong dengan penambahan arang aktif 1,5 g menyerap uap air, kemudian dikemas dengan *metalized aluminium* plastik yang memiliki permeabilitas yang lebih kecil dibandingkan plastik LDPE, sehingga lebih lambat mengalami kejenuhan. Akhirnya arang aktif mampu lebih lama menyerap uap air.

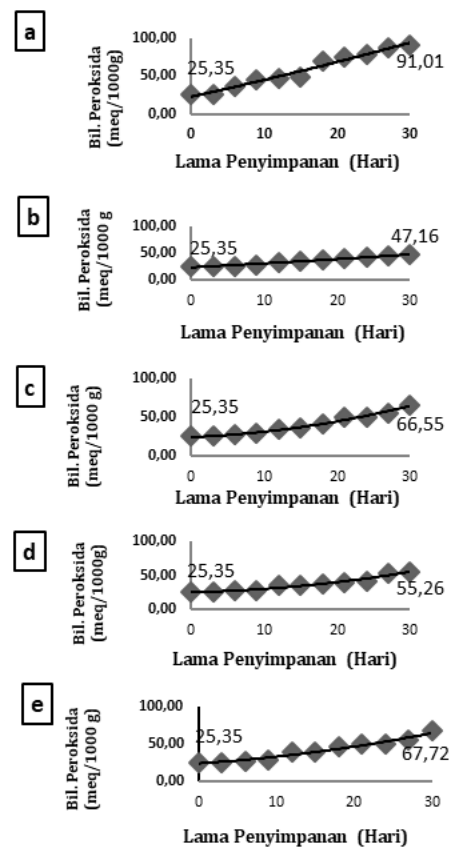


Gambar 3. Kadar lemak keripik singkong selama 30 hari penyimpanan pada suhu 45°C. a. Tanpa Penambahan Arang Aktif; b. *Metalized aluminium* plastik dengan 1,5 g arang aktif; c. *Metalized aluminium* plastik dengan 0,75 g arang aktif; d. Plastik LDPE dengan 1,5 g arang aktif; dan e. Plastik LDPE dengan 0,75 g arang aktif

### Bilangan Peroksida

Bilangan peroksida dapat digunakan sebagai petunjuk adanya kerusakan oksidatif lemak. Bilangan peroksida keripik singkong selama penyimpanan 30 hari mengalami kenaikan secara kuadratik (Gambar 4). Akibat terjadinya oksidasi

asam lemak bebas menjadi aldehid dan keton. Kenaikan secara kuadratik juga terjadi pada keripik kentang yang digoreng tanpa dicuci dan disimpan selama 6 minggu (Marasca *et al.*, 2016).



Gambar 4. Bilangan peroksida keripik singkong selama 30 hari penyimpanan pada suhu 45°C. a. Tanpa Penambahan Arang Aktif; b. *Metalized aluminium* plastik dengan 1,5 g arang aktif; c. *Metalized aluminium* plastik dengan 0,75 g arang aktif; d. Plastik LDPE dengan 1,5 g arang aktif; dan e. Plastik LDPE dengan 0,75 g arang aktif

Bilangan peroksida keripik singkong pada hari ke-0 sampai hari ke-15 mengalami peningkatan yang cukup lambat, setelah hari ke-15 sampai hari ke-30, terjadi peningkatan bilangan peroksida yang cepat. Pada hari ke-0 sampai hari ke-15, keripik singkong dengan sistem kemasan aktif 1,5 g arang aktif dengan kemasan plastik LDPE memiliki kemiringan terkecil, yaitu 0,249 dibandingkan dengan kemasan aktif dengan 1,5 g arang aktif dengan kemasan *metalized aluminium* plastik, yaitu 0,3747. Akan tetapi setelah hari ke-15 sampai hari ke-30, keripik singkong dengan arang aktif 1,5 g dan dikemas dengan *metalized aluminium* plastik memiliki nilai kemiringan 0,003, lebih rendah daripada nilai kemiringan keripik singkong yang ditambahkan arang aktif 1,5 g dan dikemas dengan plastik

LDPE, dengan nilai kemiringan 0,0252 (Tabel 6).

Tabel 6. Nilai kemiringan x, x<sup>2</sup>, dan R<sup>2</sup> bilangan peroksida singkong selama 30 hari penyimpanan pada suhu 45°C

Jenis Kemasan Arang Aktif	Arang Aktif (g)	x	x <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>
Tanpa penambahan arang aktif		2,1472	0,0079	0,973
<i>Metalized aluminium</i> plastik	1,5	0,3747	0,003	0,9711
	0,75	0,7216	0,0323	0,9821
Plastik LDPE	1,5	0,249	0,0252	0,945
	0,75	0,6608	0,0233	0,9693

Hal ini dikarenakan permeabilitas dari *metalized aluminium* plastik lebih kecil daripada plastik LDPE, sehingga arang aktif yang dikemas dengan *metalized aluminium* plastik tidak mudah mengalami kejenuhan untuk menyerap oksigen selama proses penyimpanan 30 hari. Selama proses penyimpanan 30 hari, keripik singkong dengan penambahan arang aktif 1,5 g dengan kemasan *metalized aluminium* plastik mengalami peningkatan bilangan peroksida sebesar 21,81 meq/1000 g, sedangkan pada keripik singkong dengan penambahan arang aktif 1,5 g dengan kemasan plastik LDPE mengalami peningkatan lebih besar, yaitu 29,91 meq/1000 g.

#### 4. KESIMPULAN

Selama penyimpanan 30 hari pada suhu 45°C, keripik singkong mengalami penurunan mutu sensori, berupa aroma mulai dari khas keripik singkong menjadi agak tengik dan tekstur mulai dari renyah hingga agak liat. Adapun kadar air, kadar asam lemak bebas, dan bilangan peroksida mengalami peningkatan, sedangkan kadar lemak mengalami penurunan selama penyimpanan 30 hari pada suhu 45°C. Berdasarkan karakteristik sensori dan karakteristik kimia, jenis kemasan dan jumlah arang aktif terbaik adalah kemasan *metalized aluminium* plastik dengan arang aktif sebanyak 1,5% g.

#### DAFTAR PUSTAKA

- de Almeida, D. T., Viana, T. V., Costa, M. M., Silva, C., S., Feitosa, S. 2019. Effects of Different Storage Conditions on The Oxidative Stability of Crude and Refined Palm Oil, Olein and Stearin (*Elaeis guineensis*). Food Science Technology 39 (Suppl. 1): 211-217.
- Amrullah, M. 2019. *Active Packaging* dari Komposit Arang Aktif Tandan Kosong Kelapa Sawit Dengan ZnO pada Kacang Tanah (*Arachis Hypogaea* L.) Goreng. Skripsi. Banjarbaru: Universitas Lambung Mangkurat.
- Aniolowska, M., Kita, K. 2015. The Effect of Type of Oil and Degree of Degradation on Glycidyl Esters Content During the Frying of French Fries. American Oil Chemistry Society 92: 1621-1631.
- AOAC, Official Method 950.46. 2012. Moisture in Meat, in: Official Methods of Analysis of AOAC International [19th ed.]. Gaithersburg, MD, USA : AOAC International.
- AOAC, Official Method 960.39. 2012. Fat (crude) or Ether Extract in Meat, in: Official Methods of Analysis of AOAC International [19th ed.]. Gaithersburg, MD, USA : AOAC International.
- Arif, A. Y. 2018. *Active Packaging* dari Tandan Kosong Kelapa Sawit sebagai Adsorben Uap Air dan Oksigen pada Bawang Merah Goreng. Skripsi. Banjarbaru: Universitas Lambung Mangkurat.
- Brown, E. W. 1992. *Plastic in Food Packaging, Properties, Design, and Fabrication*. New York : Marcell Dekker Inc.
- Falade, A. O., Oboh, G. 2015. Thermal Oxidation Induces Lipid Peroxidation and Changes in the Physicochemical Properties and  $\beta$ -Carotene Content of Arachis Oil. Hindawi International Journal of Food Science: 1-5.
- Hadi, M. A. 2018. *Active Packaging* Karbon Aktif TKKS sebagai Adsorben Uap Air dan Oksigen pada Kacang Tanah Jaruk Selama Penyimpanan. Skripsi. Banjarbaru: Universitas Lambung Mangkurat.
- Hustiany R., Rahmi, A. 2019. Kemasan Aktif Berbasis Arang Aktif Tandan Kosong dan Cangkang Kelapa Sawit. Malang : CV IRDH Research.
- Lawson, H. 1995. *Food Oils and Fats : Technology, Utilization, and Nutrition*. New York : Chapman and Hall.
- Maligan, M. J. 2014. Analisis Lemak dan Minyak. Malang : Brawijaya.
- Marasca, E., Greetham, D., Herring, S. D., Fisk, I. D. 2016. Impact of Nitrogen Flushing and Oil Choice on The Progression of Lipid Oxidation in Unwashed Fried Sliced Potato Crisps. Food Chemistry 199: 81-86.
- Markiah, R., Hustiany., Rahmi, A. 2020. Upaya Mempertahankan Umur Simpan Pisang Kepok dengan Kemasan Aktif Berbahan Arang Aktif Cangkang Kelapa Sawit. Jurnal Teknologi Industri Pertanian 30(2) : 198-208.
- Mellema, M. 2003. Mechanism and Reduction of Fat Uptake in Deep Fat Fried Food. Food Science 14 : 364-373.
- Oyededeji, 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. Hindawi Journal of Food Quality: 1-10.
- Robertson, G. L 2013. *Food Packaging Principles and Practice*. 3rd edition. US : Taylor & Francis Group, CLC.
- Rohman, A. 2016. Lipid : Sifat Fisika-Kimia dan Analisisnya. Jogjakarta : Pustaka Pelajar.
- Shaker, M. A. 2015. Comparison between Traditional Deep-Fat Frying and Air-frying for Production of Healthy Fried Potato Strips. International Food Research Journal 22(4): 1557-1563.
- Sumiati. 2017. *Active Packaging* dari Tandan Kosong Kelapa Sawit sebagai Adsorben Uap Air dan Oksigen pada Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.) Goreng. Skripsi. Banjarbaru: Universitas Lambung Mangkurat.
- Yang, J., Martin, A., Richardson, S., Wu, C. H. 2017. Microstructure Investigation and Its Effects on Moisture Sorption in Fried Potato Chips. Journal of Food Engineering. 214 : 117-128.
- Zhang, T., Li, J., Ding, Z., Fan, L. 2016. Effects of Initial Moisture Content on the Oil Absorption Behavior of Potato Chips During Frying Process. *Food and Bioprocess Technology* 9 : 331-340.