



## Pengaruh proses *crisping* pada kualitas kesegaran tespong (*Oenanthe javanica* D.C) selama masa penyimpanan

Muhammad Gilang Ramadhan<sup>1\*</sup>, Sudaryanto Zain<sup>2</sup>, Sarifah Nurjanah<sup>2</sup>, Abdullah Md Zain<sup>3</sup>, Roshita Ibrahim<sup>4</sup>, Asri Widyasanti<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Agroindustri, Politeknik Negeri Subang, Subang, Indonesia

<sup>2</sup>Teknik Pertanian, Universitas Padjadjaran, Bandung, Indonesia

<sup>3</sup>Agroteknologi, Universiti Malaysia Terengganu, Terengganu, Malaysia

<sup>4</sup>Chemical Engineering Technology, University Malaysia Perlis, Arau, Malaysia

### Article history

Diterima:

3 Januari 2022

Diperbaiki:

28 Januari 2022

Disetujui:

7 Februari 2022

### Keyword

Transpiration;

Water celery;

Water diffusion;

Postharvest;

Crisping

### ABSTRACT

Water loss by transpiration causes withering in tespong (water celeries). Crisping can be considered to maintain the availability of water in tespong. The crisping is a process of diffusing water into vegetables through a soaking process by employing the mechanism of opening and closing of stomata and other natural openings which is influenced by surrounding temperature. The purpose of this study was to determine the effect of temperature and soaking time on the crisping process in maintaining the freshness quality of tespong. Tespong samples were immersed at 30°C and 40°C soaking temperatures for 3, 5, 7, and 10 minutes of soaking time, followed by a cooling process in cold storage at 5±2 °C for 16 hours before being stored in a chiller at 8±2°C for 4 days. Tespong's weight loss, moisture content, color, and texture were observed during the storage time. As a control treatment, 2 groups of tespong were prepared. Control 1 was placed directly in a chiller with a temperature of 5±2°C whereas control 2 was in a laboratory room. The results showed that crisping treatment with 30°C soaking temperatures and 3 minutes soaking time gave better results in maintaining tespong's freshness where weight loss, moisture content, L, a\*, b\*, and texture were -5.67%, 89.36%, 52.40, -14.54, 23.84, and 388.44 g/d, respectively.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

\* Penulis korespondensi

Email : muhammad.ramadhan@polsub.ac.id

DOI 10.21107/agrointek.v17i2.13192

## PENDAHULUAN

Tespong (*Oenanthe javanica* D.C) merupakan komoditas hortikultura berupa sayuran daun yang populer di kawasan Asia Tenggara. Tespong dikenal kaya akan serat kasar, vitamin, dan mineral serta memiliki kandungan fenolat dan flavonoid yang memiliki sifat antioksidan yang sangat baik (Kumar *et al.* 2021). Di Indonesia dan Malaysia, tespong umumnya dikonsumsi sebagai lalapan. Selain itu, di beberapa negara, salah satunya Cina, tespong juga dikenal sebagai tanaman obat tradisional yang digunakan untuk mengobati penyakit kuning, hipertensi, demam, dan sakit perut (Lee *et al.* 2015). Namun, sama halnya dengan komoditas sayuran daun lainnya, tespong cenderung cepat mengalami kerusakan setelah dipanen karena adanya proses respirasi dan transpirasi yang terus berlanjut.

Menurut Falagán dan Terry (2018), respirasi dan transpirasi yang terus terjadi setelah panen bertanggungjawab atas adanya pemecahan substrat, seperti gula dan asam organik, dan hilangnya air pada sayuran. Kehilangan air pada sayuran akan berdampak langsung pada proses pelayuan. Oleh karena itu, kehilangan air karena proses metabolisme tersebut perlu dikendalikan agar sayuran tidak cepat mengalami kemunduran mutu.

Salah satu metode yang dapat dilakukan untuk mempertahankan ketersediaan cadangan air pada tespong adalah dengan proses *crisping*. Proses *crisping* ialah upaya mendifusikan air ke dalam sayuran melalui bukaan alami seperti stomata, hidatoda dan lentisel dengan meningkatkan tekanan air lingkungan melalui mekanisme perendaman (Utama *et al.* 2007). Proses ini dapat dikombinasikan dengan pemberian perlakuan panas untuk memaksimalkan bukaan stomata pada sayuran. Menurut Salisbury dan Ross (1992), stomata pada sayuran cenderung membuka ketika suhu meningkat di atas suhu ruang ( $>28^{\circ}\text{C}$ ).

Penelitian efektivitas proses *crisping* untuk mempertahankan mutu sayuran daun telah dilakukan sebelumnya oleh Utama *et al.* (2007)

pada komoditas sayuran kangkung, selada keriting, dan bawang prei. Hasil yang diperoleh menyatakan perlakuan proses *crisping* efektif dalam menjaga kesegaran komoditas sayuran tersebut, namun dengan kondisi perlakuan optimal yang berbeda-beda yang disebabkan oleh adanya perbedaan karakter fisik pada setiap jenis sayuran tersebut.

Namun, dengan adanya kemiripan struktur tespong dengan sayuran berdaun yang pernah diberi perlakuan *crisping* tersebut, terutama adanya batang berongga seperti pada komoditas kangkung, maka sangat mungkin proses *crisping* ini dilakukan untuk mempertahankan mutu dan umur simpan sayuran tespong. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh suhu air dan lama waktu perendaman pada proses *crisping* untuk mempertahankan kualitas kesegaran tespong.

## METODE

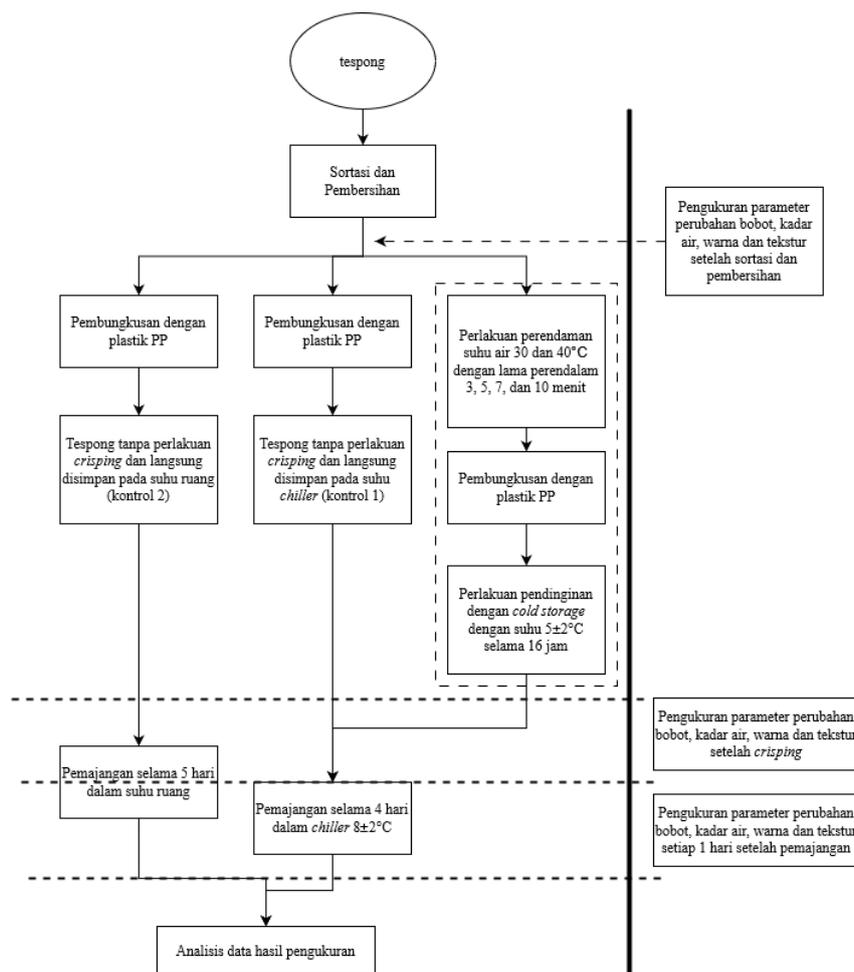
### Bahan

Bahan yang digunakan adalah tespong yang berasal dari pasar tradisional Batu Tiga, Kuala Terengganu Malaysia. Tespong yang digunakan memiliki 3 cabang batang dengan panjang berkisar antara 25-30 cm.

### Perlakuan *Crisping*

Tespong direndam didalam air yang bersuhu  $30^{\circ}\text{C}$  dan  $40^{\circ}\text{C}$  pada *water bath* dengan lama perendaman 3, 5, 7, dan 10 menit. Tespong yang sudah direndam, disimpan sesegera mungkin ke dalam *cold storage* dengan suhu penyimpanan  $5 \pm 2^{\circ}\text{C}$  selama 16 jam. Setelah itu, tespong dibungkus menggunakan plastik PP dan disimpan pada *chiller* dengan suhu penyimpanan  $8 \pm 2^{\circ}\text{C}$  selama 4 hari masa penyimpanan. Pada kedua proses penyimpanan tersebut, RH lingkungan dijaga diatas 90%.

Sebagai perlakuan kontrol, dibuat dua kelompok tespong yang masing-masingnya diberi perlakuan pemajangan langsung pada *chiller* (kontrol 1), dan tespong tanpa perlakuan apapun atau penyimpanan langsung pada suhu ruang (kontrol 2). Adapun diagram alir perlakuan *crisping* tersaji pada gambar 1.



Gambar 1 Diagram alir penelitian

### Analisis dan Pengukuran

#### Kadar Air Tespong

Metode gravimetri digunakan untuk menentukan kadar air tespong. Berat awal tespong sebelum dan setelah dilakukan proses pengeringan ditimbang menggunakan timbangan analitik. Pengeringan dilakukan sampai diperoleh berat tespong yang konstan sebanyak 3 kali. Perhitungan kadar air menggunakan persamaan 1.

$$KA (\%) = \frac{W_a - W_b}{W_a} \times 100 \% \quad (1)$$

dimana :

KA = Kadar air tespong (%bb)

W<sub>a</sub> = Berat tespong sebelum dioven (g)

W<sub>b</sub> = Berat tespong akhir setelah dioven (berat kering mutlak) (g)

#### Perubahan Bobot Tespong

Bobot tespong sebelum *crisping*, setelah *crisping*, dan selama masa penyimpanan

ditimbang menggunakan timbangan analitik yang kemudian persen perubahannya dihitung menggunakan persamaan 2. Nilai positif (+) mengindikasikan bahwa terjadi penambahan bobot pada tespong sedangkan nilai negatif (-) menandakan adanya penurunan bobot dari berat awal.

$$PB = \frac{B_b - B_a}{B_a} \times 100 \% \quad (2)$$

dimana :

PB = Perubahan bobot tespong (%)

B<sub>a</sub> = Bobot tespong sebelum *crisping* (g)

B<sub>b</sub> = Bobot tespong setelah *crisping*/penyimpanan (g)

#### Warna Tespong

Pengukuran warna dilakukan pada sampel daun tespong menggunakan *Chromameter* CR-400 (Konica Minolta). Pengukuran dilakukan untuk mengetahui nilai L\* (gelap – cerah), a\* (hijau – merah), dan b\* (kuning – biru) pada daun.

**Tekstur Tespong**

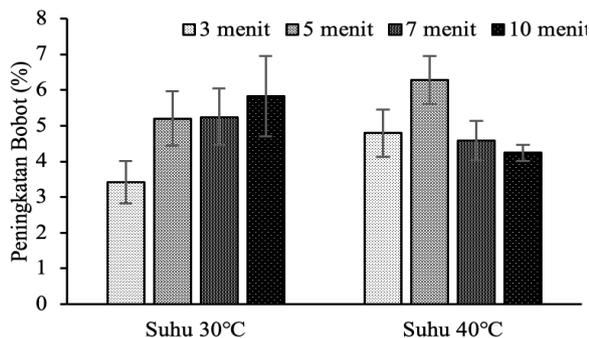
Pengukuran tekstur dilakukan menggunakan *Texture Analyzer TX.TA Plus (Stable Micro System)*. Tekstur yang diukur merupakan nilai *Firmness* dari pertengahan ruas kedua batang tespong. *Probe* yang digunakan merupakan *blade set with knife* dengan mode pengaturan,

- *Pre Test Speed* = 3 mm/s
- *Test Speed* = 0,5 mm/s
- *Post-Test Speed* = 10 mm/s
- *Distance* = 10 mm
- *Trigger Type* = *Auto*
- *Trigger Force* = 5 g

Dari grafik tekanan yang terbentuk kemudian diambil nilai maksimalnya sebagai nilai *firmness* maksimum tespong yang disajikan dalam satuan g (*g-force*) terhadap *d* (ketebalan batang tespong).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**  
**Peningkatan Bobot setelah *Crisping***

Seluruh sampel tespong yang telah melalui proses *crisping* mengalami peningkatan bobot sebesar 3,42 – 6,29% seperti terlihat pada gambar 2. Hal ini diduga terjadi karena tingginya tekanan uap air pada air perendaman yang akhirnya mendorong proses difusi air ke dalam tespong melalui bukaan alami. Menurut Hung *et al.* (2011), difusi dapat berlangsung ketika ada gradien tekanan uap air antara jaringan dan udara di sekitarnya.



Gambar 2 Peningkatan bobot tespong setelah *crisping*

Pada tespong dengan suhu perendaman 30 °C perubahan bobot yang terjadi cenderung meningkat seiring dengan semakin lamanya waktu perendaman yang diberikan, dari 3,42 % untuk waktu perendaman 3 menit dan 58,3 % untuk waktu perendaman 10 menit. Namun, pada perlakuan suhu perendaman 40 °C peningkatan bobot tertinggi terjadi pada tespong dengan lama perendaman 5 menit sebesar 6,29 % yang

kemudian semakin menurun seiring dengan semakin lamanya waktu perendaman yang diberikan. Hal ini diduga terjadi karena tespong dengan suhu perendaman 40°C memiliki perbedaan suhu yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan tespong yang diberi perlakuan 30°C sehingga tespong lebih sulit untuk didinginkan yang menyebabkan proses transpirasi jauh lebih tinggi karena bukaan alami yang lebih lambat.

Dari hasil analisis ragam yang dilakukan terhadap sampel tespong, tidak ditemukan adanya interaksi pada taraf 5% antara faktor perlakuan suhu dan lama perendaman terhadap peningkatan bobot tespong. Namun dari hasil uji efek mandiri diketahui bahwa perbedaan peningkatan bobot yang signifikan terjadi antara lama perlakuan perendaman 3 dengan 5 menit seperti tersaji pada tabel 1.

Tabel 1 Hasil uji efek mandiri persen peningkatan bobot tespong setelah *crisping*

Suhu Air Perendaman	Peningkatan Bobot (%)
30 °C	4,92 <sup>a</sup>
40 °C	4,98 <sup>a</sup>
Waktu Perendaman	
3 menit	4,11 <sup>b</sup>
5 menit	5,75 <sup>a</sup>
7 menit	4,92 <sup>ab</sup>
10 menit	5,04 <sup>ab</sup>

Nilai yang diikuti huruf yang sama pada kolom tidak berbeda nyata menurut uji *Duncan* pada taraf 5%

**Perubahan Bobot selama Masa Penyimpanan**

Bobot tespong diamati setiap hari selama 4 hari masa penyimpanan setelah perlakuan *crisping*. Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui seberapa efektif cadangan air hasil difusi pada proses *crisping* tespong dapat dipertahankan. Dari Gambar 3 dan 4, dapat dilihat bahwa semua sampel tespong terus mengalami susut bobot selama masa penyimpanan.

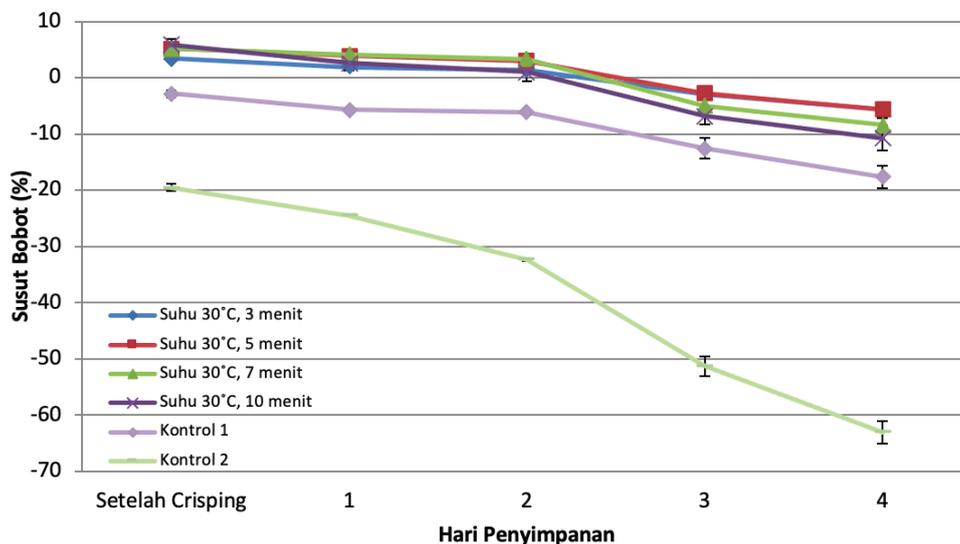
Tespong dengan perlakuan lama perendaman 10 menit mengalami susut bobot tertinggi jika dibandingkan dengan tespong lainnya yang diberi perlakuan *crisping*, yaitu sebesar -10,71% dan -12,74% untuk suhu perendaman 30 dan 40°C, berturut-turut. Namun, susut bobot ini jauh lebih rendah jika dibandingkan dengan tespong tanpa perlakuan *crisping* yang disimpan di

*chiller*/kontrol 1 (-17,62%) maupun yang disimpan pada suhu ruang/kontrol 2 (-63,01%).

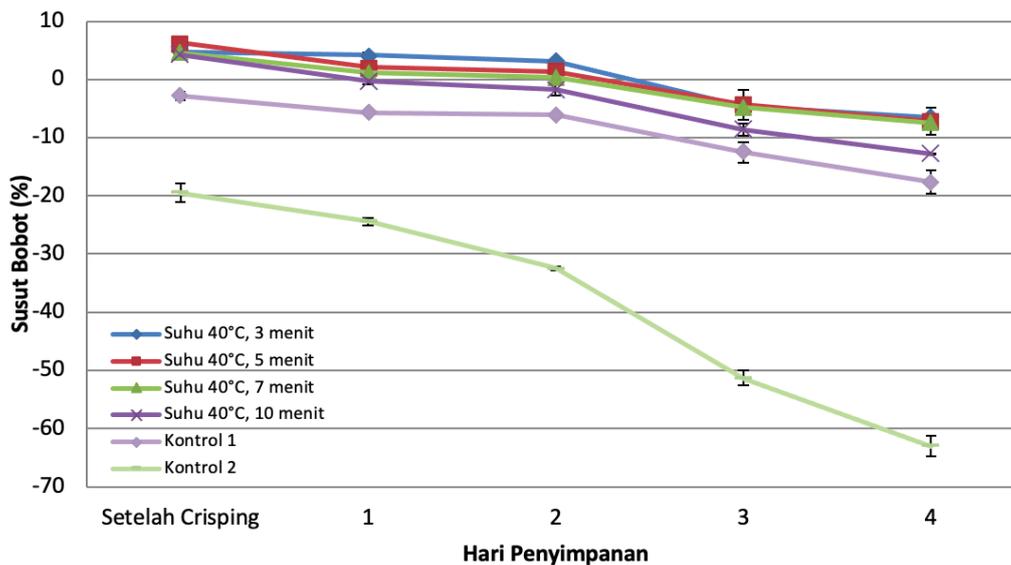
Rendahnya susut bobot tespong dengan perlakuan *crisping* jika dibandingkan dengan bobot kontrol 1 ini disebabkan oleh adanya pasokan air yang diterima oleh tespong pada saat proses perendaman. Sedangkan besarnya susut bobot kontrol 2 disebabkan oleh tingginya suhu di ruang laboratorium tempat penyimpanan sampel kontrol 2 yang berkisar antara 23,20 - 27,70°C dan rendahnya kelembaban udara yang berkisar antara 54,20 - 75,60% jika dibandingkan dengan suhu pada *chiller* yang menjadi tempat penyimpanan tespong dengan perlakuan *crisping* dan kontrol 1 yang memiliki suhu berkisar antara 6,00 - 8,40°C dan kelembaban udara yang berkisar antara 92,10

- 96,30%. Seperti diketahui menurut persamaan gas ideal ketika kelembaban nisbi udara di suatu ruangan menurun maka akan terjadi penurunan tekanan parsial uap air udara di ruangan tersebut. Penurunan tekanan parsial uap air ini menyebabkan adanya *driving force* penguapan air melalui proses transpirasi (Díaz-Pérez 2018).

Dari hasil tersebut tidak ditemukan adanya interaksi yang nyata pada taraf 5% antara faktor perlakuan dan lama waktu perendaman pada susut bobot hari ke-4 penyimpanan. Namun, dari hasil uji efek mandiri, lama waktu perendaman 10 menit menunjukkan susut bobot yang berbeda nyata jika dibandingkan dengan lama waktu perendaman lainnya seperti terlihat pada Tabel 2.



Gambar 3 Persen perubahan bobot tespong pada suhu perendaman 30 °C



Gambar 4 Persen perubahan bobot tespong pada suhu perendaman 40 °C

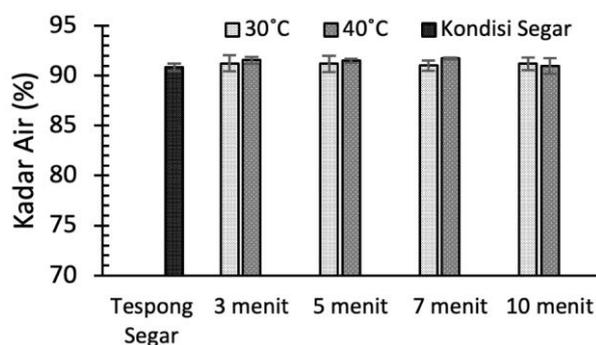
Tabel 2 Hasil uji efek mandiri susut bobot tespong di hari ke-4 masa penyimpanan.

Suhu Air Perendaman	Susut Bobot (%)
30 °C	7,59 <sup>a</sup>
40 °C	8,47 <sup>a</sup>
Waktu Perendaman	
3 menit	6,08 <sup>b</sup>
5 menit	6,40 <sup>b</sup>
7 menit	7,92 <sup>b</sup>
10 menit	11,73 <sup>a</sup>

Nilai yang diikuti huruf yang sama pada kolom tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%

### Peningkatan Kadar Air Tespong setelah Crisping

Nilai hasil pengujian tespong segar menunjukkan bahwa tespong memiliki kadar air sebesar 90,86 %. Setelah dilakukan *crisping*, kadar air dari semua sampel mengalami peningkatan. Peningkatan terendah terjadi pada tespong dengan perlakuan suhu dan lama perendaman 30 °C dan 7 menit sedangkan yang tertinggi terjadi pada 40 °C dan 7 menit seperti terlihat pada gambar 5.



Gambar 5 Kadar air tespong setelah *crisping*

Namun, peningkatan yang terjadi tidak berbeda nyata antar perlakuan setelah dilakukan uji efek mandiri terhadap kadar air setelah tespong diberikan perlakuan *crisping*. Hal ini diduga karena meskipun air dapat terdifusi secara maksimal untuk semua perlakuan, namun air tersebut dapat dengan mudah teruapkan kembali yang lajunya sangat dipengaruhi oleh peningkatan suhu pada tespong sesaat setelah proses perendaman. Menurut Khan *et al.* (2017), proporsi air dalam sistem sel (air bebas, air terikat lemah, dan air terikat kuat) pada setiap produk akan berbeda tergantung pada ukuran sel, porositas, dan isi padatan produk itu sendiri. Adapun air yang terdifusi pada tespong merupakan air bebas yang sangat mudah untuk teruapkan.

### Perubahan Kadar Air Tespong selama Masa Penyimpanan

Penurunan kadar air tespong terus terjadi selama masa penyimpanan sejalan dengan hasil pengamatan susut bobot yang terjadi. Di hari ke-4 penyimpanan, diketahui bahwa sampel dengan lama waktu perendaman 10 menit memiliki kadar air lebih kecil jika dibandingkan dengan perlakuan lama perendaman lainnya, baik pada suhu perendaman 30 maupun 40 °C yaitu 89,23 % dan 89,02 %, berturut-turut seperti tersaji pada gambar 6 dan 7.

Tabel 3 Hasil uji efek mandiri kadar air tespong di hari ke-4 masa penyimpanan.

Suhu Air Perendaman	Kadar Air (%)
30 °C	89,93 <sup>a</sup>
40 °C	89,85 <sup>a</sup>
Waktu Perendaman	
3 menit	89,46 <sup>bc</sup>
5 menit	90,36 <sup>ab</sup>
7 menit	90,61 <sup>a</sup>
10 menit	89,13 <sup>c</sup>

Nilai yang diikuti huruf yang sama pada kolom tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%

Setelah dilakukan analisis sidik ragam, diketahui bahwa tidak terjadi adanya interaksi antara perlakuan suhu dan lama perendaman kadar air tespong di hari ke-4 masa penyimpanan. Akan tetapi, hasil efek mandiri menyatakan bahwa lama waktu perendaman 7 menit berbeda nyata dengan perlakuan perendaman 3 dan 10 menit dan menghasilkan kadar air terbaik seperti tersaji pada tabel 3.

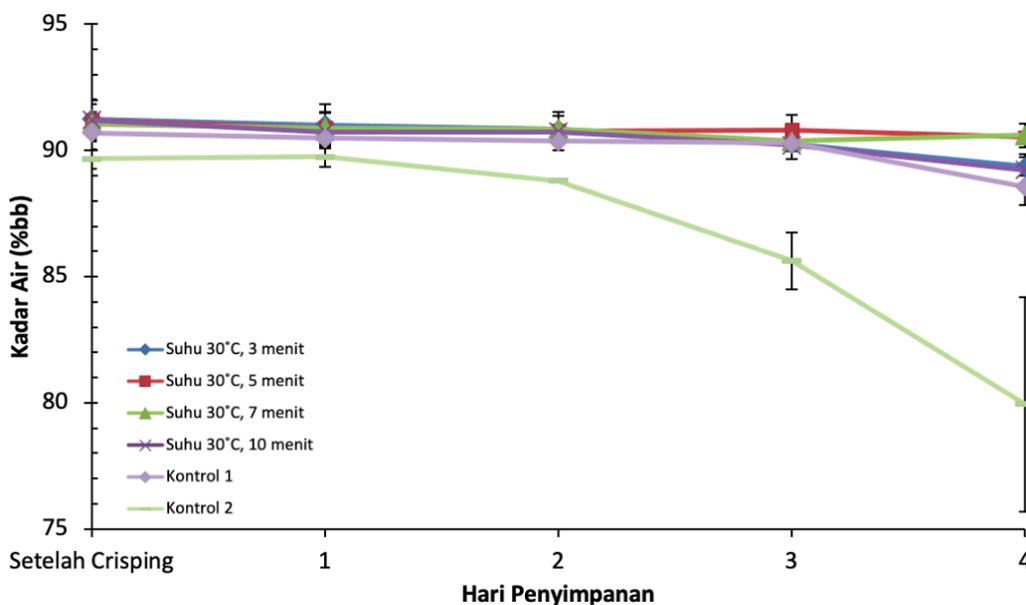
Sama halnya dengan susut bobot yang terjadi, rendahnya kadar air pada kontrol 1 dibandingkan dengan tespong dengan perlakuan *crisping* disebabkan oleh adanya pasokan air yang diterima tespong sehingga cadangan air yang dimilikinya pun lebih tinggi. Sementara itu, rendahnya kadar air sampel kontrol 2 disebabkan oleh rendahnya RH dan tingginya suhu di ruang penyimpanan.

### Pengaruh Proses Crisping terhadap Perubahan Warna Tespong

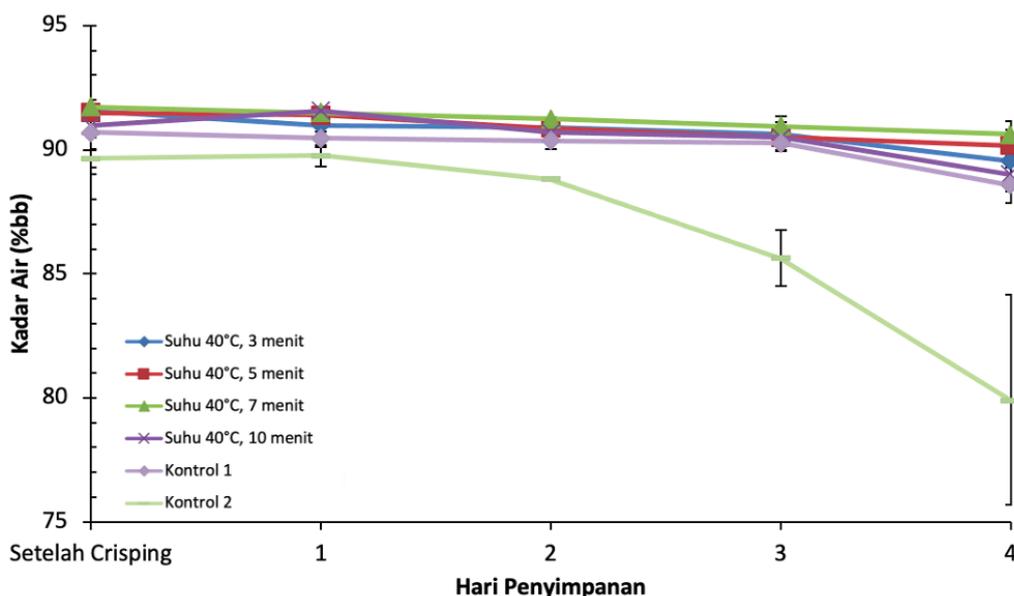
Pada penelitian ini, warna hijau dari klorofil daun digunakan sebagai parameter visual kesegaran pada tespong. Hal ini dikarenakan menurut Koukounaras *et al.* (2007), degradasi klorofil pascapanen adalah masalah utama yang dimiliki sayuran berdaun hijau dimana

penguningan daun menjadi indikasi adanya proses penuaan. Degradasi klorofil pada daun berdampak pada perubahan warna yang terjadi. Menurut Santoso dan Nursandi (2003), hilangnya ion  $Mg^{2+}$  menyebabkan perubahan warna hijau klorofil menjadi hijau kekuningan dan keputihan yang dapat berlanjut menjadi warna coklat ketika *phytol* ikut hilang sedangkan kehilangan *phytol* saja akan mengakibatkan perubahan kearah hijau cerah.

Dari hasil pengamatan, tespong segar memiliki nilai L 46,28 (cenderung sedikit lebih gelap),  $a^*$  -13,32 (hijau), dan  $b^*$  15,68 (kuning). Nilai warna tersebut berubah selama masa penyimpanan dimana perubahan yang terjadi pada nilai L,  $a^*$  dan  $b^*$  pada daun menunjukkan tren yang sama untuk sampel dengan perlakuan *crisping* dan kontrol 1 namun berbeda dengan kontrol 2. Meskipun demikian nilai L,  $a^*$ ,  $b^*$  pada sampel dengan perlakuan *crisping* masih lebih baik dari kedua kontrol tersebut seperti tersaji pada tabel 4.



Gambar 6 Kadar air tespong selama 4 hari masa penyimpanan (suhu perendaman 30 °C)



Gambar 7 Kadar air tespong selama 4 hari masa penyimpanan (suhu perendaman 40 °C)

Tabel 4 Perubahan nilai warna (L, a\*, b\*) tespong selama masa penyimpanan

Perlakuan <i>Crisping</i>	Suhu (°C)	Lama (menit)	Hari ke-1			Hari ke-2			Hari ke-3			Hari ke-4		
			L	a*	b*									
30		3	48,75	-12,13	18,52	49,35	-13,18	19,75	50,75	-13,28	21,52	52,40	-14,54	23,84
		5	50,26	-13,02	17,64	49,80	-12,96	18,27	49,80	-13,56	18,82	51,37	-14,76	21,49
		7	48,47	-12,71	17,56	48,60	-12,98	17,43	49,73	-13,22	19,51	50,79	-14,01	21,11
		10	50,52	-12,78	18,74	48,81	-11,92	18,45	49,76	-12,76	18,62	50,58	-13,48	20,97
40		3	48,74	-12,86	17,78	49,87	-13,06	17,95	50,29	-12,67	18,17	50,35	-14,92	21,16
		5	49,19	-12,80	17,58	47,44	-12,29	17,24	49,07	-14,05	20,41	50,95	-14,75	22,50
		7	48,95	-12,86	17,60	50,67	-12,65	17,66	49,47	-13,92	19,85	50,54	-13,84	22,15
		10	49,09	-12,35	17,98	50,69	-14,10	19,71	50,91	-14,49	21,47	53,04	-14,94	22,88
Kontrol 1			50,35	-12,38	18,32	54,94	-15,38	22,30	57,22	-14,55	28,80	54,59	-15,71	27,90
Kontrol 2			50,84	-14,45	22,33	58,83	-16,60	27,15	53,18	1,57	24,26	51,42	3,51	20,27

### Nilai L\* (Kecerahan)

Nilai L pada tespong dengan perlakuan suhu perendaman 30 °C cenderung meningkat seiring dengan peningkatan lama waktu perendaman. Namun, hal sebaliknya justru terjadi pada tespong dengan perlakuan suhu perendaman 40 °C. Adapun perubahan nilai L pada tespong dapat dipengaruhi oleh adanya degradasi klorofil menjadi warna hijau cerah, kekuningan, maupun keputihan melalui mekanisme yang dijelaskan oleh Santoso dan Nursandi (2003) mengingat nilai kecerahan tespong dapat dipengaruhi oleh perubahan warna tersebut.

Sementara itu, perbedaan tren yang dimiliki oleh sampel kontrol 2 terjadi setelah penyimpanan hari ke-2 dimana nilai L kembali turun. Hal ini diduga disebabkan oleh proses pencokelatan yang dapat terjadi dikarenakan adanya kombinasi pelepasan ion  $Mg^{2+}$  dan phytol. Dari hasil analisis sidik ragam diketahui terjadi interaksi antara suhu dan lama waktu perendaman pada nilai L tespong dimana kombinasi perlakuan suhu 30 °C waktu 3 menit menunjukkan hasil terbaik.

### Nilai a\* (Hijau-Merah)

Seperti terlihat pada tabel, kecenderungan penurunan nilai a\* pada tespong dengan perlakuan *crisping* dan kontrol 1 mengindikasikan bahwa warna tespong cenderung lebih hijau dari sebelumnya. Hal ini diduga disebabkan oleh adanya proses maturasi pascapanen yang terjadi pada tespong pada saat penyimpanan karena suhu dan RH ruang penyimpanan masih dapat terjaga dengan cukup baik.

Sementara itu, tespong kontrol 1 mengalami perubahan warna kearah warna merah diduga

karena suhu dan RH ruangan berkontribusi pada peningkatan metabolisme tespong yang berakibat pada proses penuaan dan kerusakan sel-sel pada klorofil. Menurut Barbosa-Canovas et al. (2003), proses fisiologi pascapanen pada buah dan sayuran mencakup 3 tahapan yaitu, maturasi, pemasakan, dan penuaan.

Dari hasil analisis sidik ragam diketahui tidak terjadi interaksi antara suhu dan lama waktu perendaman pada nilai a\* tespong. Namun hasil uji efek mandiri menyatakan bahwa lama waktu perendaman 3 menit menunjukkan hasil terbaik pada perubahan nilai a\*.

### Nilai b\*

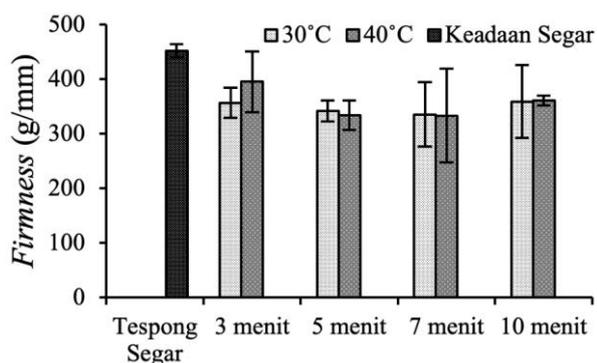
Nilai b\* semakin meningkat seiring dengan lamanya waktu penyimpanan. Hal ini diduga terjadi karena seiring dengan adanya proses degradasi klorofil yang terjadi sehingga pigmen karotenoid pada tespong dapat mulai terlihat. Menurut warna kuning hingga merah yang diperoleh beberapa daun saat menua disebabkan oleh karotenoid kloroplas yang menjadi terlihat ketika klorofil terdegradasi (Llorente et al. 2020).

Dari tabel dapat terlihat jelas bahwa kontrol 1 dan 2 mengalami perubahan warna yang jauh lebih cepat dibandingkan dengan sampel dengan perlakuan *crisping*. Namun jika diperhatikan lebih lanjut, peningkatan nilai b\* pada kontrol 2 hanya terjadi sampai hari ke-2 penyimpanan. Sama halnya dengan apa yang terjadi pada perubahan nilai a\*. Hal ini diduga terjadi karena proses penuaan dan kerusakan sel pada tespong. Dari hasil analisis sidik ragam maupun uji efek mandiri tidak ditemukan adanya interaksi maupun

perbedaan yang nyata antar perlakuan *crisping* pada perubahan nilai  $b^*$

**Perubahan Tekstur setelah Proses *Crisping***

Dari hasil pengukuran yang dilakukan, tespong dengan perlakuan *crisping* memiliki nilai *firmness* yang lebih rendah jika dibandingkan dengan kondisi awalnya seperti terlihat pada gambar 8. Penurunan nilai *firmness* ini menandakan adanya peningkatan ketegaran tespong sehingga tespong lebih mudah untuk dipotong oleh *probe texture analyzer*.



Gambar 8 *Firmness* tespong setelah *crisping*

Namun, setelah dilakukan pengujian analisis sidik ragam maupun uji efek mandiri pada penurunan nilai *firmness* tespong tidak ditemukan adanya interaksi maupun perbedaan yang nyata antar perlakuan *crisping* yang diberikan.

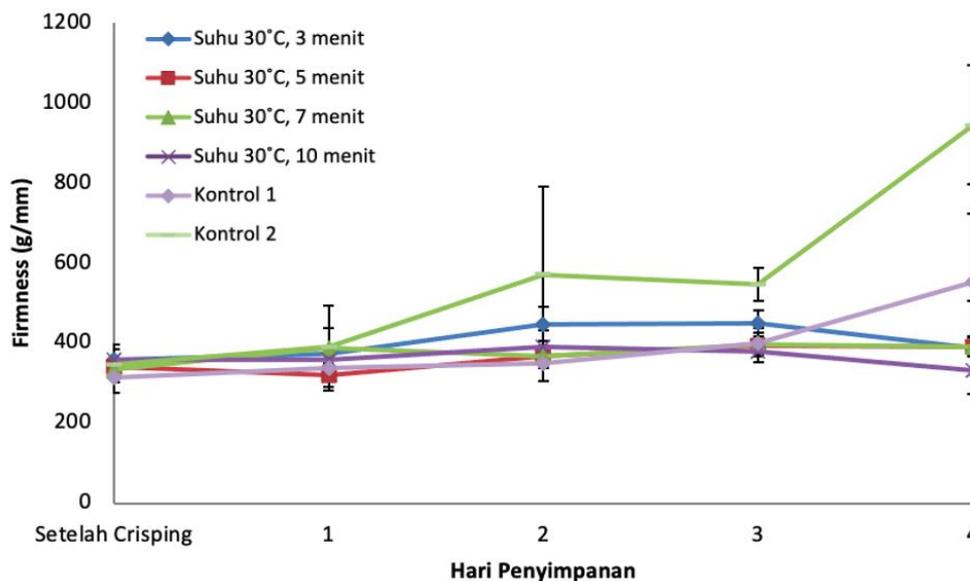
**Perubahan Tekstur Tespong selama Masa Penyimpanan**

Nilai *firmness* tespong terus meningkat selama masa penyimpanan dikarenakan adanya

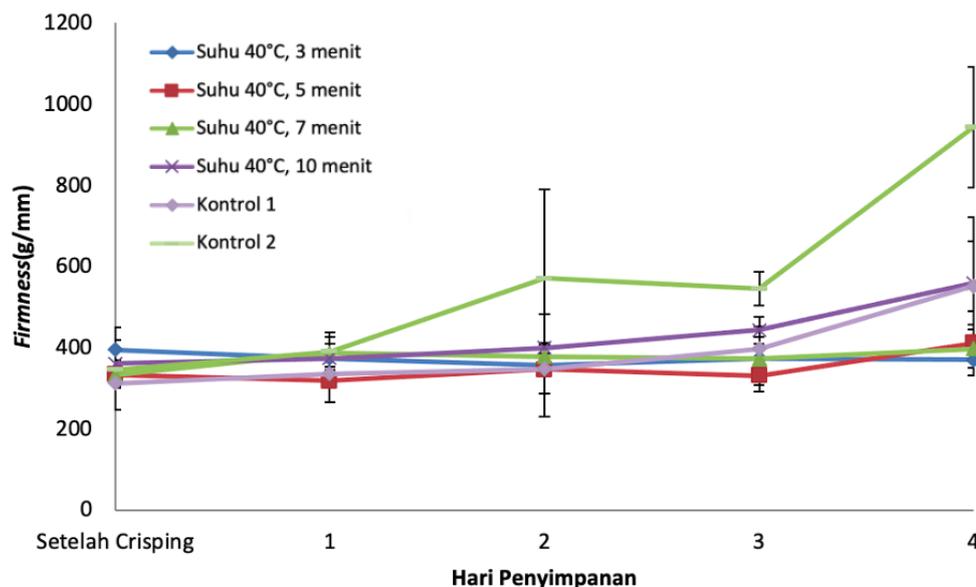
proses respirasi dan transpirasi yang mengakibatkan terjadinya kehilangan air pada tespong. Kehilangan air adalah penyebab utama terjadinya pelayuan (Kumara dan Beneragama, 2020). Seperti terlihat pada Gambar 9 dan 10, pada hari 4 tespong dengan perlakuan *crisping* (kecuali perlakuan 40°C, 10 menit) masih mampu mempertahankan ketegarannya dibawah 500g/mm jika dibandingkan dengan kontrol 1 maupun 2 yang mencapai 672,30 dan 1049,48g/mm berturut-turut.

Untuk kontrol 1 besarnya kehilangan air diakibatkan oleh tingginya suhu ruang penyimpanan sehingga aktifitas respirasi maupun transpirasi ikut meningkat. Menurut (Hoffmann et al. 2021), kehilangan air pada sayur dan buah dapat terjadi melalui penguapan panas dari respirasi. Sedangkan pada sampel kontrol 2, meskipun sampel disimpan ditempat yang sama dengan sampel dengan perlakuan *crisping*, namun sampel tidak mendapatkan pasokan air tambahan sebelumnya. Disisi lain, tingginya kehilangan air yang terjadi pada sampel dengan perlakuan 40°C, 10 menit diduga karena ketidakmampuan tespong dalam mempertahankan air yang terdifusi saat proses perendaman.

Namun sama halnya dengan hasil analisis statistik yang dilakukan untuk nilai *firmness* setelah tespong diberikan perlakuan *crisping*, hasil analisis sidik ragam maupun uji efek mandiri pada peningkatan nilai *firmness* tespong di hari ke-4 penyimpanan, tidak ditemukan adanya interaksi maupun perbedaan yang nyata antar perlakuan *crisping* yang diberikan.



Gambar 9 *Firmness* tespong selama masa penyimpanan (suhu perendaman 30 °C)



Gambar 10 Firmness respon selama masa penyimpanan (suhu perendaman 40°C)

### KESIMPULAN

Interaksi perlakuan suhu dan lama waktu perendaman tidak ditemukan untuk susut bobot, kadar air, nilai  $a^*$  dan  $b^*$ , dan tekstur selama 4 hari masa penyimpanan dan hanya memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai L tespong dimana perlakuan terbaik adalah *crisping* dengan suhu dan lama waktu perendaman 30°C, 3 menit. Sementara itu, dari hasil uji mandiri, meskipun ditemukan adanya perbedaan yang nyata untuk susut bobot, kadar air, nilai  $b^*$ , dan tekstur, perlakuan lama perendaman 3 menit memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan perlakuan lama perendaman yang lainnya. Jika dibandingkan dengan kontrol 1 dan 2, seluruh sampel dengan perlakuan *crisping* memiliki kualitas kesegaran yang jauh lebih baik. Oleh karena itu, perlakuan *crisping* dengan suhu perendaman 30°C dan waktu perendaman 3 menit lebih efektif dalam menjaga kualitas kesegaran tespong dimana di hari ke-4 penyimpanan besar susut bobot, kadar air, nilai L,  $a^*$  dan  $b^*$ , dan tekstur adalah -5,67%; 89,36%; 52,40; -14,54; 23,84; dan 388,44g/d.

### DAFTAR PUSTAKA

- Barbosa-Canovas, G. ., J. J. Fernandez-Molina, S. M. Alzamora, and M. . Tapia. 2003. *Handling and preservation of fruits and vegetables by combined methods for rural areas. Technical manual*. Food and Agriculture Organization, Rome.
- Díaz-Pérez, J. C. 2018. *Transpiration*. Page *Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables*. Elsevier Inc.
- Falagán, N., and L. A. Terry. 2018. Recent advances in controlled and modified atmosphere of fresh produce. *Johnson Matthey Technology Review* 62(1):107–117.
- Hoffmann, T. G., A. F. Ronzoni, D. L. da Silva, S. L. Bertoli, and C. K. de Souza. 2021. Cooling kinetics and mass transfer in postharvest preservation of fresh fruits and vegetables under refrigerated conditions. *Chemical Engineering Transactions* 87(August 2020):115–120.
- Hung, D. Van, S. Tong, F. Tanaka, E. Yasunaga, D. Hamanaka, N. Hiruma, and T. Uchino. 2011. Controlling the weight loss of fresh produce during postharvest storage under a nano-size mist environment. *Journal of Food Engineering* 106(4):325–330.
- Khan, M. I. H., C. Kumar, and M. A. Karim. 2017. Mechanistic understanding of cellular level of water in plant-based food material. *AIP Conference Proceedings* 1851.
- Koukounaras, A., A. S. Siomos, and E. Sfakiotakis. 2007. Postharvest CO<sub>2</sub> and ethylene production and quality of rocket (*Eruca sativa* Mill.) leaves as affected by leaf age and storage temperature. *Postharvest Biology and Technology* 46(2):167–173.
- Kumar, S., G. Li, X. Huang, Q. Ji, K. Zhou, H. Hou, W. Ke, and J. Yang. 2021. Phenotypic, Nutritional, and Antioxidant Characterization of Blanched Oenanthe

- javanica for Preferable Cultivar. *Frontiers in Plant Science* 12(February):1–15.
- Kumara, B. A. M. S., and C. K. Beneragama. 2020. Modified Atmospheric Packaging Extends the Postharvest Shelf Life of Mukunuwenna (*Alternanthera sessilis* L.). *Tropical Agricultural Research* 31(2):87.
- Lee, C. H., J. H. Park, J. H. Cho, I. H. Kim, J. H. Ahn, J. C. Lee, B. H. Chen, B. N. Shin, H. J. Tae, E. J. Bae, I. J. Kang, M. H. Won, and J. D. Kim. 2015. Effect of oenanthe javanica extract on antioxidant enzyme in the rat liver. *Chinese Medical Journal* 128(12):1649–1654.
- Llorente, B., S. Torres-Montilla, L. Morelli, I. Florez-Sarasa, J. T. Matus, M. Ezquerro, L. D'Andrea, F. Houhou, E. Majer, B. Picó, J. Cebolla, A. Troncoso, A. R. Fernie, J. A. Daròs, and M. Rodriguez-Concepcion. 2020. Synthetic conversion of leaf chloroplasts into carotenoid-rich plastids reveals mechanistic basis of natural chromoplast development. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 117(35):21796–21803.
- Salisbury, F. B., and C. W. Ross. 1992. *Fisiologi Tumbuhan I dan II*. Institut Teknologi Bandung.
- Santoso, U., and F. Nursandi. 2003. *Kultur Jaringan Tanaman*. Universitas Muhammadiyah Malang, Malang.
- Utama, I. M. S., K. A. Nocianitri, and I. A. R. P. Pudja. 2007. Pengaruh Suhu Air dan Lama Waktu Perendaman Beberapa Jenis Sayuran Daun pada Proses Crisping. *Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana* 26(3):117–123.