

Pengembangan Sensor untuk Mendeteksi Kesegaran Buah Durian (*Durio zibethinus* Murr.) Kupas Berbasis Indikator Alami Ekstrak Kayu Secang (*Caesalpinia sappan* L.)

(Development of Sensor for Detecting Freshness of Cut Durian (*Durio zibethinus* Murr.) Based on Natural Indicator of Sappan Wood (*Caesalpinia sappan* L.) Extract

Nur Alfi Syahrin, Bambang Kuswandi, Lestyo Wulandari Fakultas Farmasi
Universitas Jember
Jln. Kalimantan 37, Jember 68121
e-mail korespondensi: b_kuswandi.farmasi@unej.ac.id

Abstract

Durian is a famous native fruit from Southeast Asia and usually sold within cut-durian packaging in the supermarket because it is handy and ready to serve. However, its freshness level is unknown. Sensor, made by sappanwood decoct extract, can detect the fruit freshness within the packaging. This research aimed to develop a sensor to detect cut-durian freshness based on natural indicators from sappan wood extract. Indicator solution of sappan wood decoction consist of sappan wood decocts extract, phosphate buffer pH 7.5, and polyvinyl alcohol (PVA). The color change from the sensor was examined by ImageJ software to get mean red. Durian pulp was tested every day to get pH and SSC (Solid Soluable Concentration) value for five days of storage at room temperature. The rotten pulp durian result was shown by the color-changing of the sensor from red purplish to yellow with mean red 224.215 ± 0.161 . Durian pulp freshness at room temperature decreased follow the decreasing of pH from 7.46 to 4.20 and as the SSC decreased from 7.60 to 2.40, followed by the color-changing of the sensor. Furthermore, the freshness sensor's level of durian pulp freshness can be detected based on natural indicators from sappan wood extract at room temperature storage.

Keywords: durian pulp freshness, sensor, sappan wood decoct, pH, SSC

Abstrak

Buah durian merupakan buah asli asia tenggara yang terkenal dan biasa dijual dalam kemasan durian kupas pada pasar swalayan karena praktis dan siap santap namun, tingkat kesegarannya tidak diketahui. Pemberian sensor dapat digunakan untuk mendeteksi kesegaran buah dalam kemasan. Sensor ini dibuat dari indikator ekstrak dekok kayu secang. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan sensor dalam mendeteksi kesegaran buah durian (*Durio zibethinus* Murr.) kupas berbasis indikator alami ekstrak kayu secang (*Caesalpania sappan* L.). Larutan indikator dekok kayu secang terdiri dari ekstrak dekok kayu secang, dapar fosfat pH 7,5 dan polivinil alkohol (PVA). Perubahan warna pada sensor diuji menggunakan *software imageJ* ditentukan *mean red*. Daging durian diuji tiap hari diambil nilai pH dan TPT (total padatan terlarut) selama 5 hari penyimpanan pada suhu ruang. Hasil daging durian yang busuk ditunjukkan pada perubahan warna sensor dari warna merah keunguan menjadi kuning dengan *mean red* $224,215 \pm 0,161$. Kesegaran daging durian pada suhu ruang mengalami penurunan dengan perubahan pH menurun dari 7,46 sampai 4,20 dan perubahan TPT menurun dari 7,60 sampai 2,40 diikuti perubahan warna yang ditunjukkan sensor. Berdasarkan penelitian, tingkat kesegaran daging durian dapat ditentukan dengan sensor kesegaran berbasis indikator alami ekstrak dekok kayu secang pada penyimpanan suhu ruang.

Kata kunci: kesegaran daging durian, sensor, dekok kayu secang, pH, TPT

Pendahuluan

Buah durian (*Durio zibethinus* Murr.) merupakan buah asli Asia Tenggara yang sudah dikenal dunia sejak abad 7 Masehi. Buah yang termasuk dalam lima komoditas unggulan produksi buah – buah tahunan di Indonesia ini biasa dijual dalam kemasan durian kupas di beberapa pasar swalayan. Kelebihan dari kemasan ini adalah praktis dan siap santap, namun kemasan ini tidak dapat menginformasikan tingkat kesegaran buah dalam kemasan tersebut [1].

Salah satu inovasi kemasan pangan yang dapat dikembangkan adalah kemasan cerdas (*smart packaging*). Kemasan cerdas ini memanfaatkan interaksi antara sensor atau indikator dengan keadaan dalam kemasan seperti kesegaran, patogen, kebocoran oksigen dan/atau karbondioksida, suhu dan pH untuk menjaga dan mengawasi kualitas dan keamanan pangan. Indikator atau sensor ini menyampaikan informasi keadaan dalam kemasan melalui perubahan visual [2].

Salah satu perusahaan yang telah menerapkan kemasan pintar ini adalah ripeSense™. Kemasan pintar tersebut menggunakan indikator pH untuk mengetahui tingkat kesegaran pangan dalam kemasan [3]. Indikator pH alami dapat ditemukan pada ekstrak dekok kayu secang. Indikator terbukti dapat mengalami perubahan visual pada trayek pH 4 – 6 (kuning sampai jingga kecoklatan) dan pada pH 6 – 8 (jingga kecoklatan sampai merah) [4]. Perubahan ini dapat terjadi karena adanya perubahan kandungan kimia golongan neoflavonoid yakni brazilein menjadi brazilin saat tingkat pH menurun [5]. Trayek dari ekstrak ini sesuai dengan trayek pH durian yang saat segar (7,6 – 6,88) dan busuk (4,6).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah kertas sensor yang berbasis indikator alami ekstrak kayu secang (*Caesalpania sappan* L.) dapat mendeteksi kesegaran buah durian (*Durio zibethinus* Murr.) kupas dan mengetahui hubungan tingkat kesegaran buah durian kupas meliputi pH dan total padatan terlarut (TPT) terhadap laju perubahan warna kertas sensor. Hasil dari penelitian ini diharapkan mampu memberi informasi kepada konsumen tentang kesegaran buah durian kupas tanpa membuka kemasan.

Metode Penelitian

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah plat tetes, spektrofotometer UV – sinar

c. Pembuatan kurva baku

tampak (Hitachi U-1800), seperangkat alat gelas, *blender* (Panasonic), timbangan analitik (Sartorius), *refractometer*, *moisture analyzer* (Adam), ultrasonic cleaner, mikropipet (Socorex), dan Canon Scan LiDe 120.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah simplisia kayu secang, buah durian lokal, *aquadest*, kertas saring *Whatman* 150mm Cat No 1001, *styrofoam*, *plastic wrap*, asam klorida, natrium hidroksida (Merck), kalium hidrogen fosfat (Merck), etanol 96%, alumunium klorida, asam sitrat, standard kuersetin (Sigma- Aldrich), dan polyvinyl alcohol (PVA) (Merck).

Pembuatan simplisia

Serutan Kayu Secang yang dibeli dari Toko Surabaya, Jember dipotong kecil – kecil dan dihaluskan dengan mesin blender. Serbuk yang didapatkan selanjutnya diayak dan ditempatkan dalam wadah kering.

Ekstraksi

Serbuk simplisia kayu secang dilakukan ekstraksi dekok sebanyak 12,5 g serbuk dalam 50 mL *aquadest* dan dipanaskan pada suhu 90 °C selama 30 menit. Hasil dekok disaring dan ditambahkan *aquadest* hingga tepat 50 mL. Konsentrasi dekok yang didapat 25% b/v.

Karakterisasi

Karakterisasi yang dilakukan berupa pengukuran kadar air simplisia dan penetapan kadar total flavonoid ekstrak. Pengukuran kadar air menggunakan alat *moisture analyzer* (Adam) dengan cara dimasukkan 5 g serbuk simplisia pada alat dan dilihat hasil replikasi 3 kali pada alat tersebut.

Penetapan kadar total flavonoid menggunakan metode kolorimetri alumunium klorida [6]

a. Pembuatan larutan uji ekstrak etanol

Larutan uji terdiri dari ekstrak etanol dan ekstrak dekok. Ekstrak etanol didapatkan dari proses ekstraksi serbuk simplisia kayu secang 1,0 g dalam 25 mL etanol 95% dengan pengadukan 300 rpm selama dua jam per hari selama tiga hari. Hasil ekstrak etanol selanjutnya disaring dan ditambahkan etanol 95% sampai batas 25,0 mL. Ekstrak dekok didapatkan dari proses ekstraksi dekok kayu secang pada konsentrasi 25% b/v.

b. Pembuatan larutan kuersetin

Larutan kuersetin dibuat dalam etanol 95% dengan konsentrasi 40, 60, 80, 100, 120, 140, dan 160 µg/mL.

Sejumlah 0,5 mL dari masing-masing larutan

kuersetin, dicampur dengan 1,5 mL etanol 95%; 0,1 mL aluminium klorida 10%, 0,1 mL kalium asetat 1M dan 2,8 mL *aquadest* dan diinkubasikan pada suhu ruang selama 30 menit, serta ditentukan puncak panjang gelombang pengukuran dari alat spektrofotometer UV – sinar tampak. Hasil serapan dibuat kurva baku berupa $y = bx + a$, dimana y adalah serapan dan x adalah konsentrasi.

d. Penentuan kadar total flavonoid

Larutan uji ekstrak etanol dan dekok dilakukan penentuan kadar dengan cara sejumlah 0,5 mL larutan uji sampel diperlakukan sama seperti pada pembuatan kurva baku. Hasil serapan larutan uji sampel dilakukan interpolasi pada kurva baku sehingga didapatkan konsentrasi. Hasil konsentrasi yang didapatkan adalah berat miligram ekuivalen kuersetin / berat gram serbuk simplisia (mg EQ/ g Serbuk).

Pembuatan kertas sensor kesegaran

Kertas Whatmann no 1 dipotong dengan diameter 5,5 mm menggunakan alat pembolong kertas. Potongan kertas ini selanjutnya dicelupkan pada 10ml larutan indikator yang terdiri dari larutan ekstrak dekok kayu secang, PVA dalam larutan dapar fosfat pH 7,5, dan *aquadest* (2:1:1) dan dikeringkan. Proses pencelupan dan pengeringan dilakukan dengan frekuensi tiga kali.

Pembuatan kemasan pintar durian kupas

Buah durian lokal dikupas dan isi buahnya diletakkan pada *styrofoam* dengan berat 100 gram. Kemasan *styrofoam* ini ditutupi dengan plastic wrap yang telah diaplikasikan kertas sensor pada bagian dalamnya. Kemasan cerdas ini selanjutnya disimpan pada suhu ruang selama 5 hari.

Pengamatan intensitas warna kertas sensor

Desain label sensor kesegaran durian kupas ditunjukkan pada Gambar 1. Warna kertas sensor kesegaran ini diukur menggunakan *software Image J* dengan menentukan nilai *mean red*. Pengambilan gambar dilakukan dengan cara *scanning* menggunakan scanner, kemudian hasil scan tersebut diaplikasikan pada *software Image J* dan ditentukan nilai *mean red*. Pengamatan dilakukan setiap hari selama 5 hari.



Gambar 1. Desain label sensor

Pengukuran pH daging buah durian

Sampel daging buah durian diambil sebanyak 1 g dihancurkan dan dihomogenkan dengan 10 mL *aquadest*, kemudian menentukan pH daging buah durian dengan menggunakan pH meter.

Pengukuran TPT daging buah durian

Sampel daging buah durian diambil sebanyak 1 gram dihancurkan dan dihomogenkan dengan 2 ml *aquadest*, kemudian disaring dan ditentukan nilai TPT daging buah durian dengan menggunakan *refractometer*.

Hasil Penelitian

Ekstraksi

Ekstrak dekok yang diperoleh memiliki konsentrasi 25% b/v. Ekstrak ini selanjutnya diambil sebanyak 4 ml dan ditambahkan PVA dalam larutan dapar fosfat pH 7,5 sebanyak 2 ml dan *aquadest* sebanyak 4 ml. Larutan indikator tersebut memiliki konsentrasi dekok sebesar 10% dan konsentrasi PVA sebesar 2%.

Karakterisasi

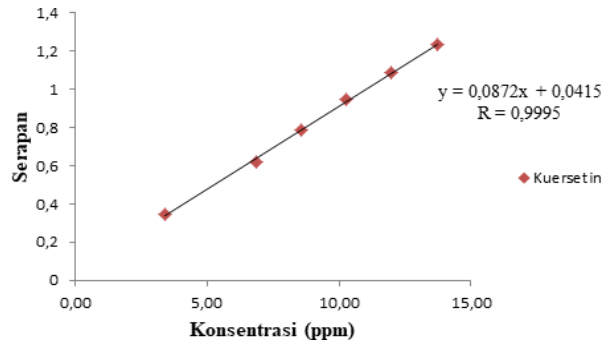
Karakterisasi yang dilakukan adalah penentuan kadar air pada serbuk simplisia kayu secang dan penetapan kadar total flavonoid pada ekstrak etanol dan ekstrak dekok kayu secang. Penentuan kadar air dilakukan dengan alat *moisture analyzer* dan didapatkan hasil rata yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil penentuan kadar air serbuk simplisia kayu secang

Sampel	Kadar air (%v/b)			Rata-rata ± SD
Serbuk kayu secang	7,30	6,55	7,35	7,40 ± 0,0013

Penetapan kadar total flavonoid dilakukan dengan alat spektrofotometer UV – Sinar Tampak. Panjang gelombang maksimal yang didapatkan dari hasil *scan* panjang gelombang larutan kuersetin konsentrasi 6,85 ppm adalah 428 nm. Kurva baku didapatkan dari nilai serapan dan konsentrasi dari larutan kuersetin 3,43; 6,85;

8,57; 10,28; 11,99 dan 13,71 ppm. Persamaan garis yang didapatkan dari kurva baku adalah $y = 0,0872x + 0,0415$ dan nilai koefisien relasi (r) = 0,9995. Gambar kurva baku dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik kurva baku kuersetin

Serapan dari larutan uji ekstrak etanol dan ekstrak dekok dilakukan intrapolasi pada persamaan garis dari kurva baku, sehingga didapatkan konsentrasi larutan uji ekstrak etanol yakni $2,336 \pm 0,033$ mgEQ/g serbuk dan konsentrasi larutan uji ekstrak dekok $0,371 \pm 0,005$ mgEQ/g serbuk.

Pengamatan intensitas warna kertas sensor

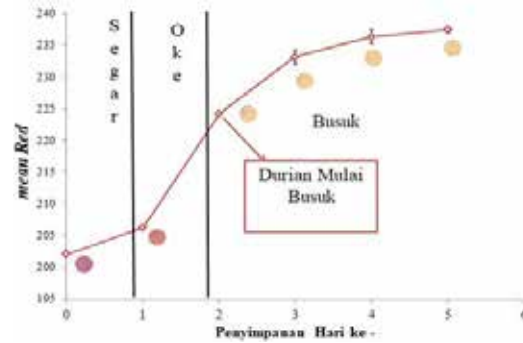
Perubahan warna kertas sensor berbasis indikator alami ekstrak kayu secang ditentukan dengan *software imageJ*. Hasil yang diperoleh dinyatakan dalam bentuk nilai *mean red* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil *mean red* kertas sensor

Hari ke-	<i>mean red</i> ± SD	CV
0	202,039 ± 0,244	0,12%
1	206,221 ± 0,150	0,07%
2	224,215 ± 0,161	0,07%
3	233,143 ± 1,111	0,48%
4	236,289 ± 1,033	0,44%
5	237,407 ± 0,423	0,18%

Keterangan: Data disajikan sebagai rata-rata ± SD (n=3)

Data tersebut selanjutnya dibuat menjadi grafik garis untuk mempermudah dalam menginterpretasikan data terkait kesehatan melalui perubahan warna kertas sensor dan intensitas warna kertas sensor. Grafik analisis warna kertas sensor dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. grafik analisis warna kertas sensor

Hubungan perubahan intensitas warna kertas sensor terhadap tingkat kesegaran daging buah durian meliputi nilai pH dan total padatan terlarut (TPT).

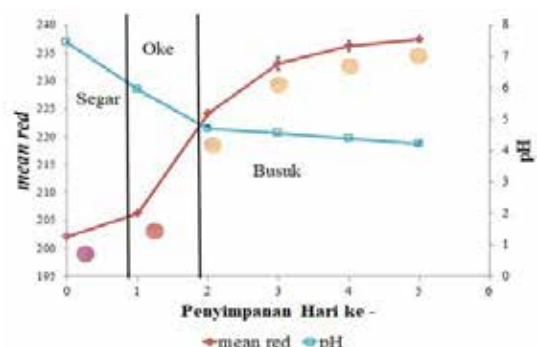
1. Penentuan nilai pH daging sapi

pH daging buah durian ditentukan menggunakan pH meter. Hasil pengamatan pH daging daging buah durian pada penyimpanan suhu ruang selama 5 hari ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil penentuan pH daging buah durian pada suhu ruang

Hari ke-	Nilai pH			Rata-rata ± SD	CV
	1	2	3		
0	7,48	7,45	7,45	7,46 ± 0,017	0,23%
1	5,96	5,97	5,89	5,94 ± 0,044	0,73%
2	4,62	4,65	4,78	4,68 ± 0,085	1,82%
3	4,54	4,55	4,55	4,55 ± 0,006	0,13%
4	4,42	4,38	4,36	4,39 ± 0,031	0,70%
5	4,21	4,13	4,26	4,20 ± 0,066	1,56%

Hubungan perubahan intensitas warna kertas sensor terhadap nilai pH daging buah durian pada penyimpanan suhu ruang selama 5 hari dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik hubungan antara nilai intensitas warna dengan nilai pH

2. Penentuan total padatan terlarut (TPT) daging buah durian

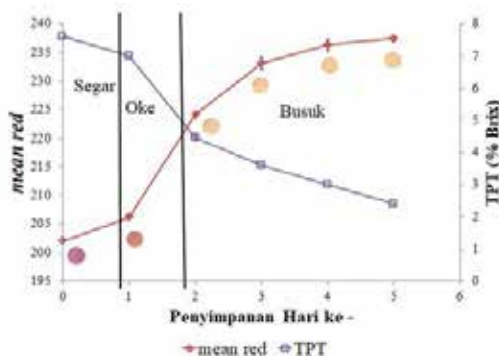
Daging buah durian yang disimpan pada suhu ruang selama 5 hari ditentukan nilai TPT yang dinyatakan dalam %Brix. Hasil TPT dari daging buah durian dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 4. Hasil penentuan TPT daging buah durian pada suhu ruang

Hari ke-	Nilai TPT			Rata-rata ± SD	CV
	1	2	3		
0	7,6	7,6	7,6	7,60 ± 0,00	0.00%
1	7	7	7	7,00 ± 0,00	0.00%
2	4,4	4,4	4,6	4,47 ± 0,12	2,59%
3	3,6	3,6	3,6	3,60 ± 0,00	0.00%
4	3	3	3	3,00 ± 0,00	0.00%
5	2,4	2,4	2,4	2,40 ± 0,00	0.00%

Keterangan: Data disajikan sebagai rata-rata ± SD (n=3)

Hubungan perubahan intensitas warna kertas sensor terhadap nilai TPT daging buah durian pada penyimpanan suhu ruang selama 5 hari dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik hubungan antara nilai intensitas warna dengan nilai TPT

Pembahasan

Berdasarkan hasil dari karakterisasi serbuk simplisia kayu secang yang dapat dilihat pada Tabel 1., kadar air serbuk simplisia adalah $7,40 \pm 0,0013$ % v/b. Kadar air ini memenuhi peraturan Kepala BPOM RI No. 12 tahun 2014 yakni persyaratan kadar air simplisia tidak boleh lebih dari 10%. Kelebihan jumlah air lebih dari 10% akan mempercepat pertumbuhan mikroba, kapang (jamur), maupun pembusukan, sehingga kadar air yang cukup dapat mencegah hal tersebut terjadi dan dapat membuat simplisia tahan lama dalam penyimpanan [6]. Hasil penetapan kadar total flavonoid pada ekstrak dekok lebih kecil dibandingkan ekstrak etanol

simplisia kayu secang. Hal ini dikarenakan pada proses ekstraksi dekok terdapat proses oksidasi yang digunakan untuk merubah senyawa brazilin menjadi brazilein, sedangkan senyawa flavonoid kayu secang yang lain terdegradasi. Senyawa brazilein ini digunakan sebagai indikator pH karena dapat berubah menjadi tiga warna, sehingga larutan ekstrak dekok kayu secang ini dipilih sebagai larutan indikator [7].

Perubahan intensitas warna kertas sensor berbasis indikator alami ekstrak kayu secang ditentukan dengan menggunakan *software imageJ*. Hasil pengamatan yang ditunjukkan pada Tabel 2. melihat intensitas warna kertas sensor terhadap pengaruh kesegaran daging buah durian pada penyimpanan suhu ruang selama 5 hari. Nilai *mean red* pada hari pertama adalah $206,221 \pm 0,150$ disebabkan terjadi perubahan warna dari merah keunguan menjadi merah agak jingga. Perubahan nilai *mean red* terjadi lagi pada hari kedua yakni $224,215 \pm 0,161$ yang disebabkan perubahan warna dari merah agak jingga menjadi kuning. Perubahan warna kertas sensor dan grafik peningkatan nilai *mean red* dapat dilihat pada Gambar 3. Semakin meningkat *mean red* kertas sensor maka kualitas daging buah durian semakin berkurang sehingga daging buah tidak layak dikonsumsi.

Perubahan warna kertas sensor tersebut disebabkan oleh adanya peningkatan produksi kandungan asam organik pada durian seperti asam laktat, suksinat, sitrat dan asetat. Asam – asam tersebut menguap dan bereaksi dengan kertas sensor [8].

Nilai pH pada daging buah durian ditentukan dengan menggunakan pH meter. Pengamatan hari pertama yang ditunjukkan pada Tabel 3. daging buah durian memiliki pH yaitu $5,94 \pm 0,044$. Hal tersebut mengindikasikan bahwa daging buah durian dalam kategori oke. Kondisi daging buah durian pada kondisi oke adalah daging buah memiliki rasa kurang manis dan aroma khasnya tidak terlalu tercium. Daging buah durian terindikasi dengan kategori tidak segar dimulai pada hari kedua dengan pH $4,68 \pm 0,085$. Daging buah pada kondisi ini tidak layak dikonsumsi karena rasa dan aroma yang terlalu asam.

Hubungan perubahan intensitas warna kertas sensor terhadap nilai pH ditunjukkan pada Gambar 4. Nilai pH daging buah durian pada penyimpanan suhu ruang mengalami penurunan. Hal ini berbanding terbalik dengan perubahan intensitas warna kertas sensor.

Daging buah durian pada penyimpanan suhu ruang dilakukan pengamatan nilai TPT dengan

satuan %Brix. Pada hari pertama yang ditunjukkan Tabel 4. mengalami penurunan nilai TPT sebesar $7,00 \pm 0,00$ %Brix. Hal ini mengindikasikan daging sapi dalam kondisi oke. Daging dinyatakan mulai membusuk pada hari kedua dengan nilai TPT sebesar $4,47 \pm 0,12$ %Brix.

Daging buah durian pada suhu ruang mengalami penurunan nilai TPT pada pengamatan tiap hari selama 5 hari. Hal tersebut berkaitan dengan perubahan warna kertas sensor. Hubungan tingkat kesegaran daging buah durian yaitu nilai TPT terhadap perubahan intensitas warna kertas sensor ditunjukkan pada Gambar 5. Semakin meningkat *mean red* kertas sensor maka semakin menurun nilai TPT (%Brix) dari daging buah durian.

Nilai TPT menunjukkan konsentrasi gula atau konsentrasi padatan yang terlarut pada bahan tersebut [9]. Konsentrasi gula semakin berkurang dikarenakan gula digunakan sebagai sumber energi pada proses respirasi. Proses respirasi pada buah durian ini meningkat tajam pada masa pematangan hingga masa pelayuan karena buah durian termasuk buah klimaterik [10]. Semakin menurun nilai TPT daging buah durian maka semakin menurun pula kualitas rasa dari daging buah durian tersebut.

Simpulan dan Saran

Kertas sensor yang berbasis indikator alami ekstrak kayu secang (*Caesalpania sappan* L.) dapat digunakan untuk mendeteksi kesegaran buah durian (*Durio zibethinus* Murr.) kupas. Berdasarkan perubahan warna kertas sensor pada kesegaran daging buah durian, kondisi oke terjadi pada nilai pH 5,94 dan TPT 7,00 %Brix dengan *mean red* sebesar $206,221 \pm 0,150$ dan kondisi busuk dimulai pada nilai pH 4,68 dan TPT 4,47 %Brix dengan *mean red* sebesar $224,215 \pm 0,161$. Hubungan laju perubahan intensitas warna terhadap tingkat kesegaran daging buah durian (pH dan TPT) yaitu memiliki hubungan berbanding terbalik (negatif). Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu perlu dilakukan metode pembuatan kertas sensor dengan pengikatan indikator yang kuat terikat pada media sehingga warna indikator tidak terpengaruhi saat kontak langsung dengan pangan dalam kemasan.

Daftar Pustaka

e-Journal Pustaka Kesehatan, vol. 8 (no.2), Mei 2020

- [1] Siriphanich, J., 1994. Minimal processing of tropical fruits. In: Postharvest Handling of Tropical Fruits: Proceeding of an International Conference. Chiangmai, July 19–23, 1993, pp. 127–137.
- [2] Widiastuti DR. Kajian Kemasan Pangan Aktif dan Cerdas (Active and Intelligent Food Packaging). Badan Pengawas Obat dan Makanan. 2016. 8-10 p.
- [3] Kuswandi B, Wicaksono Y, Jayus, Abdullah A, Heng LY, Ahmad M. Smart packaging: Sensors for monitoring of food quality and safety. Sensing and Instrumentation for Food Quality and Safety. 2011;5(3–4):137–46.
- [4] Purbaningtias TE, Lestari ID, Wiyantoko B, Kurniawati P, Sriadryani D. Utilization of natural indicators for borax identification in the Indonesian tofu. In: AIP Conference Proceedings [Internet]. American Institute of Physics; 2017. p. 020057. Tersedia dari: <http://aip.scitation.org/doi/abs/10.1063/1.4978130>
- [5] Ulma Z, Rahayuningsih E, Wahyuningsih TD. Methylation of Brazilein on Secang (*Caesalpinia sappan* L.) Wood Extract for Maintain Color Stability to the Changes of pH. In: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering [Internet]. IOP Publishing; 2018. p. 012075. Tersedia dari: <http://stacks.iop.org/1757-899X/299/i=1/a=012075?key=crossref.aa0085183c2697e5501336e0db402922>
- [6] Rina O, Ibrahim S, Dharma A, Afrizal, W CU, Widodo YR. Stabilities Natural Colorant of Sappan Wood (*Caesalpinia sappan* L.) For Food and Beverages in Various pH, Temperature, and Matrices of Food. International Journal of ChemTech Research. 2017;10(1):98–103.
- [7] Ditjen POM. Cara Pembuatan Simplisia [Internet]. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia; 1985. Available from: <http://books.google.com/books?id=pfW3AAAAIAAJ>
- [8] Voon YY, Hamid NSA, Rusul G, Osman A, Quek SY. Physicochemical, microbial and sensory changes of minimally processed durian (*Durio zibethinus* cv. D24) during storage at 4 and 28 °C. Postharvest Biology and Technology. 2006;42(2):168– 75.
- [9] Winarno FG, Aman M. Fisiologi Lepas Panen. Bogor: Sastra Hudaya; 1979.
- [10] Pantastico EB. Postharvest Physiology, Handling and Utilization of Tropical and Sub-

tropical Fruits and Vegetables. Laguna,
Philippines: The Avi Publishing Company;
1975.