

## KARAKTERISASI SENSOR DARI KUBIS MERAH UNTUK MENDETEKSI KESEGARAN BUAH PEPAYA POTONG

Diana Lady Yunita Handoyo

Universitas Ibrahimy, Situbondo, Indonesia

Corresponding Author: [lady.dianayunita@gmail.com](mailto:lady.dianayunita@gmail.com)

<p><b>Info Article</b></p> <p>Received : 01 Oktober 2025</p> <p>Revised : 05 November 2025</p> <p>Accepted : 01 Desember 2025</p> <p>Publication : 30 Desember 2025</p>	<p><b>Abstract:</b> <i>Cut papaya is a type of ready-to-eat fruit commonly sold in supermarkets, but it is highly prone to quality deterioration. Therefore, an indicator that can monitor the freshness of cut papaya is needed. Red cabbage, as a natural source of anthocyanin pigments, can serve as a natural indicator because its color changes in response to pH variations. The red cabbage sensor was characterized in terms of response time, shelf life, and reproducibility. The indicator was prepared by immobilizing red cabbage extract onto Whatman filter paper and air-dried. The average blue color value of the indicator was measured using ImageJ software. Results showed that the sensor had a rapid response time of 4 minutes and a shelf life of 12 days. The sensor also demonstrated good reproducibility, with a relative standard deviation (RSD) of blue color below 10%. These findings indicate that the red cabbage-based indicator is effective for monitoring the freshness of cut papaya, supporting product quality and safety in supermarket settings.</i></p> <p><b>Abstrak:</b> Buah pepaya yang dipotong merupakan contoh buah siap saji yang dijual di supermarket, namun mudah mengalami penurunan kualitas. Oleh karena itu, diperlukan indikator yang mampu mendeteksi kesegaran buah pepaya potong. Kubis merah, sebagai sumber pigmen alami antosianin, dapat digunakan sebagai indikator karena warnanya berubah sebagai respons terhadap perubahan pH. Karakterisasi sensor kubis merah meliputi waktu respon, umur pakai, dan reproduibilitas. Indikator disiapkan dengan mengimobilisasi ekstrak kubis merah pada kertas saring Whatman, kemudian dikeringkan dengan angin. Nilai rata-rata warna biru pada indikator diukur menggunakan perangkat lunak ImageJ. Hasil menunjukkan bahwa sensor memiliki waktu respon cepat, yakni 4 menit, dan umur pakai 12 hari. Sensor juga menunjukkan reproduibilitas yang baik, terbukti dari nilai RSD (relative standard deviation) warna biru kurang dari 10%. Temuan ini menunjukkan bahwa indikator berbasis kubis merah efektif untuk memantau kesegaran buah pepaya potong, sehingga dapat mendukung keamanan dan kualitas produk buah di supermarket.</p>
<p><b>Keywords:</b> Indicator Of Red Cabbage, Freshness Of Cut Papaya, pH</p> <p><b>Kata Kunci:</b> Indikator kubis merah, Kesegaran buah pepaya potong, pH</p>	
<p><i>Licensed Under a Creative Commons Attribution 4.0 International License</i></p> 	

## PENDAHULUAN

Pepaya adalah buah yang kaya akan nilai gizi dan dapat dikonsumsi segar atau diolah menjadi berbagai produk. Menurut Villegas (1991), Chan (1994), serta Sankat dan Maharaj (2001), pepaya mengandung 1,0-1,5% protein, 1,0-1,5% vitamin A, dan 69-71 mg vitamin C per 100 gram. Mineral dalam pepaya meliputi kalsium sebesar 11-31 mg dan kalium sebesar 39-337 mg per 100 gram. Selain itu, pepaya mengandung 0,1% lemak rendah, 7-13% karbohidrat, 35-59 kkal per 100 gram, 200 kJ energi, dan 85-90% air. Krishna et al. (2008) menyatakan bahwa bagian tanaman pepaya seperti akar, daun, buah, dan biji mengandung fitokimia seperti polisakarida, vitamin, mineral, enzim, protein, alkaloid, glikosida, saponin, dan flavonoid yang semuanya dapat dimanfaatkan sebagai nutrisi dan obat. (Ketty Suketi 2010)

Kubis merah adalah salah satu sumber alami antosianin, yang warnanya dapat berubah sesuai dengan perubahan pH. Misalnya, ekstrak kubis merah berwarna merah pada pH 1, merah kebiruan pada pH 4, ungu pada pH 6, biru pada pH 8, hijau pada pH 12, dan kuning pada pH 13. (Marwati, 2012). Antosianin adalah zat warna larut air yang menunjukkan warna berbeda tergantung pada sifat asam-basa dari lingkungannya. Pada pH asam, antosianin akan berwarna merah dan memiliki sifat lebih stabil, sedangkan dalam lingkungan pH lingkungan yang basa, warnanya berubah menjadi biru. Antosianin dapat membentuk turunan seperti petunidin, malvidin, antosianidin, sianidin, pelargonidin, dan delphinidin. Antosianidin termasuk dalam jenis flavonoid yang secara struktural merupakan bagian dari kelompok flavon, dan bentuk glikosidanya dikenal sebagai antosianin (Marwati, 2012).

ImageJ merupakan perangkat lunak analisis gambar yang dibuat oleh National Institutes of Health (NIH). Perangkat ini dilengkapi dengan beberapa komponen seperti menu bar, tool bar, dan status bar yang dapat dilihat pada gambar 1. Saat cursor ditempatkan di atas gambar, program ini dapat menampilkan dan mengukur koordinat cursor dalam piksel per detik (Reinking, 2007). Program ImageJ menggunakan perhitungan nilai RGB berdasarkan tiga warna utama: merah, hijau, dan biru. Pemilihan warna-warna ini didasarkan pada kemampuannya untuk menciptakan spektrum yang terlihat oleh mata manusia dan bisa bercampur untuk menghasilkan warna lainnya. Saat intensitas tertinggi dari setiap warna digabungkan, cahaya putih terbentuk; sebaliknya, ketika intensitasnya nol, cahaya hitam akan dihasilkan (Reinking, 2007). Cara menghitung nilai RGB dengan program ImageJ dapat dilihat pada gambar 1.

Indikator alami dapat dibuat dengan memanfaatkan antosianin yang terdapat dalam tumbuhan. Antosianin adalah senyawa organik berwarna yang mirip dengan indikator sintetis. Saat ini, indikator yang tersedia sebagian besar adalah indikator sintetis yang harganya cukup mahal dan kurang ramah lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan indikator alami yang lebih ekonomis, mudah didapat, dan eco-friendly untuk menggantikan indikator sintetis tersebut. Hal inilah yang menjadi latar belakang dibuatnya indikator alami kubis merah, yang mana terlebih dahulu dilakukan optimasi bahan pengikat dan waktu imobilisasi agar memberikan hasil deteksi yang akurat terhadap kesegaran buah pepaya potong.

## **METHOD**

**Bahan :** kubis merah, polivinil alkohol (PVA), kertas saring cat no 1001150 (*whatmann*)

**Alat :** timbangan analitik (Radwag), hotplate (Thermo), *glassware* (Iwaki), pipet tetes, plat tetes, pinset, spatula, vial, scanner, imageJ.

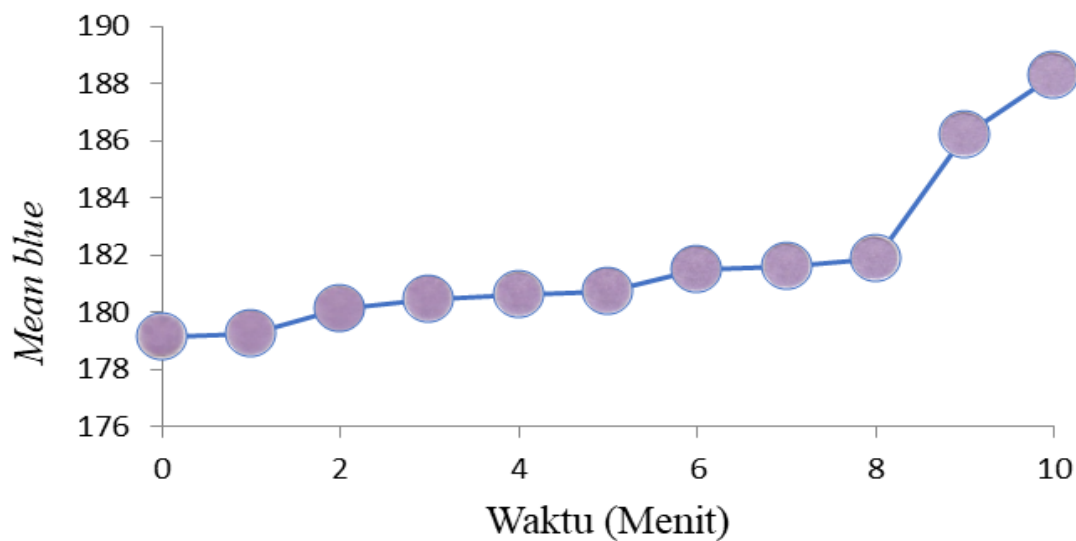
### **Karakterisasi Sensor :**

- a. Waktu respon. Dilakukan dengan cara mengamati secara visual saat terjadi perubahan warna hingga warna menjadi homogen. Secara kuantitatif waktu respon ditentukan dengan nilai *mean*. Penentuan waktu respon dilihat saat nilai *mean* sudah *steady-state*.
- b. Waktu pakai. Pengujian waktu pakai dilakukan dengan cara mengamati secara visual kestabilan warna sensor setelah kontak dengan buah pepaya potong waktu pada hari ke-7, hari ke-14, hari ke-30 dan seterusnya sampai warnanya berangsur pudar. Secara kuantitatif waktu pakai ditentukan dengan nilai *mean*. Penentuan waktu pakai yaitu pada saat sensor memberikan reaksi yang stabil terhadap analit pada konsentrasi yang sama hingga waktu respon sensor mengalami perubahan drastis hinggasekitar 15%.
- c. Reprodusibilitas  
Pengujian reprodusibilitas ditentukan dengan menghitung standar deviasi relatif (RSD) dari 6 kali replikasi terhadap sensor yang berbeda dengan 3 hari yang berbeda. Data diukur menggunakan nilai *mean* dan dihitung nilai RSD. Penentuan reprodusibilitas ini dilihat dari keterulangan nilai *mean blue* yang dihasilkan selama 3 hari tersebut.

## RESULT AND DISCUSSION

### Waktu Respon

Pengamatan waktu respon ini bertujuan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan sensor untuk dapat berinteraksi dengan adanya perubahan pH pada pepaya. Pengamatan waktu respon ini dilakukan pada pH segar yang diwakilkan dengan larutan pH 6. Grafik hubungan antara waktu respon dan nilai *mean blue* dapat dilihat pada gambar 1.

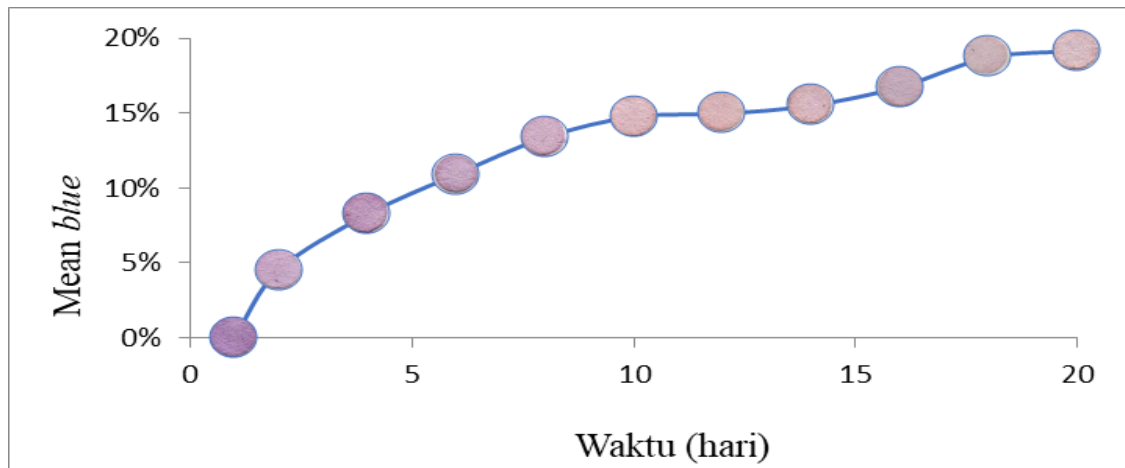


Gambar 1. Grafik waktu respon

Gambar 1 menunjukkan hubungan antara waktu respon dan nilai *mean blue*. Sensor yang direaksikan dengan larutan pH 6 telah berubah warna dan *steady-state* pada menit ke-4 dengan nilai *mean blue* 180,587 yang menandakan bahwa sensor telah bereaksi secara sempurna dan memberikan respon yang stabil.

### Waktu Pakai

Pengujian waktu pakai ini bertujuan untuk mengetahui waktu dimana sensor tidak dapat lagi memberikan respon yang stabil terhadap perubahan pH. Waktu pakai merupakan waktu dimana sensor memberikan reaksi yang stabil terhadap analit pada konsentrasi yang sama hingga waktu respon sensor mengalami perubahan drastis hingga sekitar 15% (Kuswandi, 2010). Hubungan antara waktu dengan nilai *mean blue* pada suhu ruang dapat dilihat pada gambar 2 sedangkan hubungan waktu dan % kenaikan *mean blue* pada suhu ruang dan *chiller* dapat dilihat pada tabel 1.



Gambar 2. Waktu Pakai Sensor Pada Suhu Ruang

Tabel 1. % Kenaikan *mean blue* Pada Suhu Ruang

Hari	% Kenaikan <i>mean blue</i>	Hari	% Kenaikan <i>mean blue</i>
1	0,000%	8	13,384%
2	4,511%	9	14,010%
3	7,982%	10	14,790%
4	8,248%	11	14,905%
5	9,032%	12	14,984%
6	10,930%	13	15,456%
7	13,380%	14	15,536%

Sensor masih stabil sampai hari ke-12 dengan persentase kenaikan nilai *mean blue* yaitu sebesar 14,984% sehingga masih memenuhi syarat yaitu tidak lebih dari 15% (Kuswandi, 2010). Sedangkan pada hari ke-13 sensor mengalami perubahan warna menjadi lebih pudar dan juga mengalami persentase kenaikan nilai *mean blue* yaitu sebesar 15,456% sehingga sudah tidak termasuk dalam persyaratan waktu pakai.

### Reprodusibilitas

Reprodusibilitas dapat dinyatakan sebagai kesesuaian dalam pengulangan respon sensor terhadap analit yang sama, sehingga sering dinyatakan dalam bentuk standar deviasi relatif (RSD). Reprodusibilitas sensor terhadap analit dapat digolongkan baik bila kesesuaian respon tersebut antara satu respon dengan respon lainnya memenuhi RSD <5% (Kuswandi, 2010). Dari hasil analisis berulang tersebut didapatkan nilai RSD yang dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2 Nilai RSD *mean blue* pH 6

Hari	pH segar (pH 6)	
	<i>Mean blue</i>	RSD
1	172,740	1,733%
2	174,766	2,573%
3	174,546	2,616%

Berdasarkan tabel diatas, reprodusibilitas berdasarkan nilai RSD dari *mean blue* memenuhi persyaratan yaitu <5%.

## CONCLUSION

Karakterisasi sensor kubis merah untuk mendeteksi kesegaran buah pepaya potong ada 3, yaitu :

- a. Waktu respon indikator pH telah menghasilkan warna pada menit ke-0 dan menunjukkan kestabilan warna pada menit ke-4.
- b. Waktu pakai pada penyimpanan suhu ruang yaitu 12 hari
- c. Reprodusibilitas berdasarkan intensitas warna atau nilai *mean blue* menunjukkan bahwa perubahan warna dengan 3 kali replikasi selama 3 hari memiliki RSD < 5% sehingga dapat dikatakan bahwa indikator pH memiliki keterulangan yang baik.

## REFERENCES

- Chan, H. T. Jr., Hibbard, K. L., Goo, T., & Akamine, E. K. (1979). SUGAR COMPOSITION OF PAPAYAS DURING FRUIT DEVELOPMENT. *HortScience*, *14*, 140–141.
- Ketty Suketi, Poerwanto, R., Sujiprihati, S., Sobir, & Widodo, W. D. (2010). KARAKTER FISIK DAN KIMIA BUAH PEPAYA PADA STADIA KEMATANGAN BERBEDA. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 60–66.
- Krishna, K. L., Paridhavi, M., & Patel, J. A. (2008). REVIEW ON NUTRITIONAL, MEDICINAL AND PHARMACOLOGICAL PROPERTIES OF PAPAYA (CARICA PAPAYA L.). *Natural Product Radiance*, *7*, 364–373.
- Kuswandi, B. (2010). SENSOR KIMIA: TEORI, PRAKTEK & APLIKASI. Jember: UPT Penerbitan Universitas Jember.
- Marwati, S. (2012). EKSTRAKSI DAN PREPARASI ZAT WARNA ALAMI SEBAGAI INDIKATOR TITRASI ASAM BASA. 2012.
- Reinking, L. (2007). IMAGEJ BASICS. *Word Journal of the International Linguistic Association*, (June), 1–22.
- Sankat, C. K., & Maharaj, R. (2001). PAPAYA. In S. K. Mitra (Ed.), *Postharvest Physiology and Storage of Tropical and Subtropical Fruits* (pp. 167–190). CAB International. England.
- Villegas, V. N. (1991). CARICA PAPAYA L. In E. W. M. Verheij & R. E. Coronel (Eds.), *Edible Fruits and Nuts* (pp. 125–131). Plant Resources of South-East Asia (PROSEA) Foundation. Bogor, Indonesia.