

Efektivitas Indikator Alami Mengandung Antosianin Dalam Mendeteksi Cemaran Boraks Pada Makanan

Ratih Lukmitarani*, Arna Rosyada, Asep Tata Gunawan, Bunga Nuur Primayu Utami

Jurusan Kesehatan Lingkungan, Poltekkes Kemenkes Semarang, Banyumas, Indonesia

* Corresponding author: ratihlukmitarani02@gmail.com

Info Artikel: Diterima Bulan Juni 2026; Disetujui Bulan Juni 2026; Dipublikasikan Bulan Juni 2026

ABSTRACT

Degenerative diseases constitute a major public health challenge in Indonesia. Consumer health is severely compromised when food products are contaminated with chemical contaminants. However, community-level initiatives for detecting borax adulteration in food remain poorly implemented. Therefore, there is a critical need to develop alternative borax detection tools utilizing natural, anthocyanin-rich indicators. This study aimed to determine the most effective natural anthocyanin-based extract for detecting borax contamination in food samples. The research employed a pre-experimental method utilizing a Static Group Comparison design. The test samples consisted of lontong (rice cakes), artificially adulterated with 3 grams of borax per 100 grams of rice per portion to ensure sample homogeneity. The proportions of borax and rice were standardized as a laboratory simulation. The natural indicators used are derived from natural materials containing anthocyanins specifically mangosteen peel, sappanwood, dragon fruit peel, and purple sweet potato in the form of extracts. These extracts were prepared using the maceration extraction technique. The results demonstrated that the detection efficacy for borax in the samples was highest using the sappan wood extract (83.3%), followed by dragon fruit peel (66.6%), and both mangosteen pericarp and purple sweet potato (50.0%). Statistical analysis utilizing the Fisher's Exact test yielded a p-value of 0.141, indicating no statistically significant difference in detection efficacy between the four natural indicators and the commercial borax test kit. In conclusion, while the variance in effectiveness among the natural indicators lacks statistical significance, their practical detection capabilities are comparable to, and as reliable as, the standard reference test kit. Consequently, the public and food industry stakeholders can utilize these natural indicators, particularly sappan wood, as a cost-effective and highly accessible tool for borax detection.

Keywords: Detection; borax; anthocyanins; natural indicators

ABSTRAK

Penyakit degeneratif salah satu tantangan kesehatan di Indonesia. Kesehatan konsumen dapat terancam apabila makanan yang dikonsumsi mengandung cemaran kimia. Upaya deteksi makanan mengandung boraks masih belum diterapkan oleh masyarakat. Perlu membuat alternatif alat deteksi boraks dengan menggunakan indikator alami yang mengandung antosianin. Tujuan Penelitian adalah untuk mengetahui antosianin pada bahan alami yang paling efektif mendeteksi cemaran boraks pada sampel makanan. Metode penelitian menggunakan pendekatan *pre-eksperimental* dengan rancangan *Static Group Comparison*. Sampel yang digunakan adalah lontong yang dibuat dengan mencampurkan boraks sebanyak 3gram pada 100gram beras perlontong untuk menjaga kehomogenan sampel. Takaran boraks dan jumlah beras yang digunakan merupakan simulasi laboratorium. Indikator alami yang digunakan berasal dari bahan alami yang mengandung antosianin, yaitu kulit manggis, kayu secang, kulit buah naga dan ubi ungu dalam bentuk ekstrak. Ekstrak dibuat dengan menggunakan teknik ekstraksi maserasi. Hasil penelitian menunjukkan efektivitas dalam mendeteksi boraks pada lontong dengan pendeteksi kayu secang sebesar 83,3%, kulit buah naga sebesar 66,6% dan kulit manggis dan ubi ungu sebesar 50%. Hasil uji statistik dengan metode uji *Chi-Square* dengan membaca nilai *Fisher's Exact* menghasilkan nilai signifikansi sebesar 0.141 artinya tidak terdapat perbedaan efektivitas yang signifikan secara statistik antara keempat indikator alami dengan test kit boraks. Kesimpulan efektivitas keempat indikator alami tidak signifikan secara statistik namun secara praktis memiliki kemampuan deteksi yang sebanding dan sama baiknya dengan test kit sebagai indikator pembanding. Masyarakat atau pelaku industri pangan dapat menggunakan indikator alami, kayu secang terutama sebagai alat deteksi yang murah dan mudah untuk didapatkan.

Kata kunci: Deteksi; boraks; antosianin; indikator alami

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang sedang mengalami peningkatan jumlah penduduk usia produktif. Hasil sensus mencatat pada tahun 2020 jumlah penduduk usia produktif mencapai 187,2 juta jiwa, yang artinya meningkat lebih dari 3 kali lipat dari hasil sensus jumlah penduduk usia produktif pada tahun 1961 (BPS, 2022). Sedangkan pada tahun 2030 kelompok usia produktif diprediksi melampaui 64% dari keseluruhan populasi (Priyono *et al.*, 2025). Peningkatan persentase penduduk usia produktif perlu disertai peningkatan kualitas

penduduk usia produktif guna dapat mengoptimalkan momen masa bonus demografi (BPS, 2022; Damayanti and Wijayati, 2023).

Optimalisasi penduduk usia produktif perlu disertai dengan kondisi sumber daya manusia yang prima, yaitu produktif, cerdas, dan sehat. Kondisi prima harus dijaga agar pada tahun 2045 Indonesia memiliki sebanyak 14,08% penduduk lansia dengan kondisi yang sehat dan tidak menjadi beban ketergantungan negara (BPS, 2022). Apabila kenaikan jumlah lansia di Indonesia tidak dalam kondisi prima dikemudian hari akan mengakibatkan timbulnya berbagai masalah dan penyakit spesifik yang beragam dari kelompok usia muda, seperti penyakit degeneratif (Hafsah *et al.*, 2022; Damayanti and Wijayati, 2023).

Upaya yang perlu dipersiapkan menghadapi Penyakit degeneratif adalah layanan kesehatan masyarakat agar dapat memberikan kontribusi kemajuan bangsa. Peningkatan kualitas layanan kesehatan dapat berupa program kesehatan preventif berupa pemberian edukasi pengetahuan gaya hidup sehat dan penyuluhan kesehatan mengenai faktor risiko penyebab penyakit degeneratif, kanker khususnya (Hafsah *et al.*, 2022; Nuriman *et al.*, 2025; Priyono *et al.*, 2025).

Perkembangan teknologi dan *westernisasi* ikut berkontribusi mengubah kebiasaan makan generasi muda di Indonesia khususnya sehingga menganggap makanan cepat saji seperti pizza, burger, daging ayam goreng, daging ayam nugget, sosis, bakso, spaghetti, french fries, dan lainnya sebagai makanan bergengsi yang faktanya justru memiliki nilai gizi rendah dan berefek buruk terhadap kesehatan manusia (Kaur and Kochar, 2019; Nurcahya *et al.*, 2024). Bahan aditif seperti bahan tambahan makanan dan pewarna yang banyak terkandung pada makanan cepat saji dapat meningkatkan risiko kanker dan alergi (Singh *et al.*, 2021; Aldabayan, 2025; Besedin *et al.*, 2025).

Kesehatan konsumen dapat terancam apabila makanan yang dikonsumsi mengandung cemaran biologis maupun kimiawi (Berliana *et al.*, 2021). Masih banyak masyarakat yang menyalahgunakan boraks sebagai bahan tambahan pangan (Lukmitarani, Gunawan and Nur'aini, 2025). Hasil penelitian menunjukkan dari 15 sampel makanan yang diperiksa di wilayah Banyuwangi sebanyak 66,7% atau 10 sampel positif boraks (Nurlailia, Sulistyorini and Puspikawati, 2021). Penelitian lain di Wonogiri pengambilan 25 sampel kerupuk puli dari lima pasar secara *random sampling* didapatkan hasil 60% positif mengandung boraks (Purnomo, Puyanda and Mustofa, 2025). Kondisi ini menunjukkan kesadaran masyarakat khususnya produsen masih rendah dalam menerapkan Peraturan Menteri Kesehatan No 33 tahun 2012 untuk menciptakan iklim yang baik untuk keamanan pangan (No 33 Tahun 2012, 2012; Berliana *et al.*, 2021; Hadi, Asih and Syafiuddin, 2021). Peraturan Menteri Kesehatan No 33 tahun 2012 menyatakan bahwa terdapat 19 bahan yang dilarang digunakan sebagai Bahan Tambahan Pangan salah satunya adalah boraks (No 33 Tahun 2012, 2012).

Upaya deteksi makanan mengandung boraks masih belum diterapkan oleh masyarakat. Masyarakat beranggapan bahwa boraks hanya bisa dideteksi menggunakan uji berskala laboratorium seperti metode uji nyala api, titrasi volumetrik maupun spektrofotometri (Trisdayant, 2022). Oleh karena itu peneliti membuat alternatif alat deteksi boraks dengan menggunakan tanaman ataupun buah yang mengandung antosianin. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan hasil ekstraksi antosianin mampu mendeteksi makanan yang mengandung boraks mulai dari 0,5% dengan mengubah warna ekstrak dari biru menjadi hijau (Yuliantini and Rahmawati, 2019).

Pada penelitian ini peneliti menggunakan bahan alami yang mengandung senyawa antosianin yang mudah ditemukan dan seringkali diabaikan karena dinilai tidak memiliki nilai manfaat, sehingga tujuan penelitian ini untuk mengetahui antosianin pada bahan alami yang paling efektif mendeteksi cemaran boraks pada sampel makanan dengan test kit boraks sebagai pembanding hasil deteksi. Hal ini guna masyarakat dapat menggunakan bahan alami yang mudah didapat, terjangkau dan terbukti akurat.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan *pre-eksperimental* dengan rancangan *Static Group Comparison*. Desain tersebut mengikutsertakan dua kelompok tetap, yakni kelompok uji dan kelompok pembanding positif dan kelompok pembanding negatif tanpa adanya pengukuran awal (*pre-test*) maupun proses randomisasi. Kelompok uji mendeteksi kandungan boraks pada sampel lontong dengan indikator alami. Kelompok pembanding positif mendeteksi kandungan boraks pada sampel lontong dengan test kit boraks untuk memvalidasi keberadaan boraks. Kelompok pembanding negatif diperlukan untuk mengetahui warna disetiap indikator alami saat mendeteksi sampel negatif boraks dengan cara menambahkan masing-masing indikator alami pada sampel lontong tanpa penambahan boraks. Indikator alami yang digunakan berasal dari empat bahan alami yang mengandung antosianin, yaitu kulit manggis, kayu secang, kulit buah naga dan ubi ungu. Bahan yang digunakan berupa simplisia bubuk masing-masing seberat 200gram dengan penambahan 2liter etanol 70% sebagai pelarut untuk tiap bahan. Keempat bahan alami tersebut kemudian dilakukan ekstraksi untuk dijadikan indikator alami pada penelitian. Pembuatan ekstrak keempat indikator alami menggunakan teknik ekstraksi maserasi dilakukan selama 2×24 jam, dilanjutkan pemanasan menggunakan *waterbath* selama ± 7 hari di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Purwokerto. Sampel lontong yang digunakan untuk penelitian dibuat dengan mencampurkan boraks sebanyak 3gram pada 100gram beras perlontong dibungkus menggunakan plastik tahan panas untuk

menjaga kehomogenan sampel. Takaran boraks dan jumlah beras yang digunakan merupakan simulasi laboratorium serta memperhatikan hasil lontong setelah matang yang menunjukkan ciri-ciri kenyal dan tahan lama seperti dipasaran. Deteksi boraks dengan indikator alami dilakukan dengan menambahkan sebanyak 5 ml ekstrak diaplikasikan pada 5gram sampel lontong. Perubahan warna yang timbul diamati dan didokumentasikan sebagai data penelitian Fokus analisis diarahkan pada pengamatan perubahan warna yang ditimbulkan oleh indikator alami terhadap lontong yang mengandung boraks. Pada setiap indikator alami dilakukan 6 kali replikasi sesuai dengan hasil perhitungan replikasi *Federer*. Pada kelompok pembandingan sebanyak 6 sampel lontong yang diuji menggunakan test kit. Jumlah sampel uji yang digunakan sebanyak 30 lontong.

$$E_x = \frac{D_x}{N_x} \times 100\%$$

Keterangan:

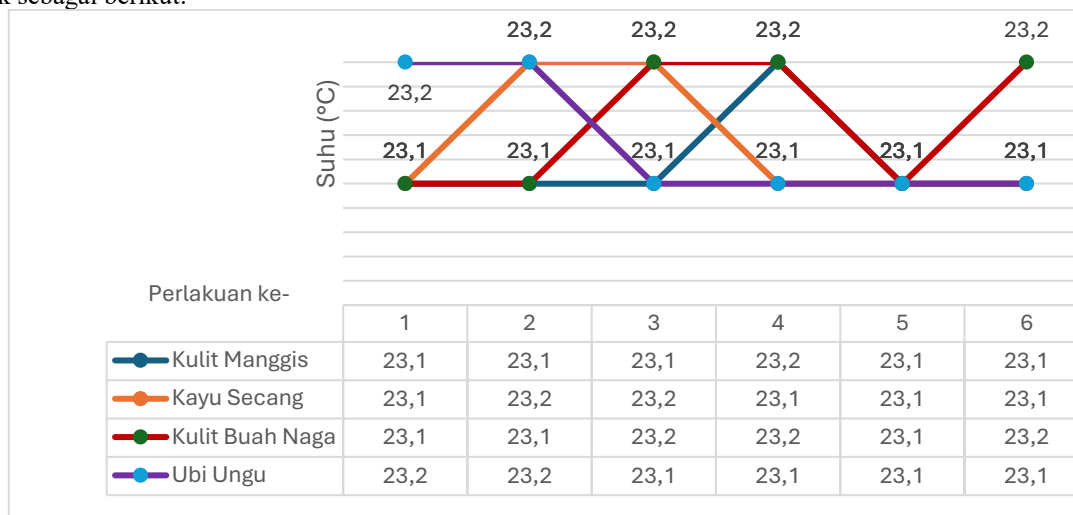
- Ex = Nilai efektivitas dari indikator alami (dalam persentase %). Simbol x mewakili jenis indikator alami (manggis, secang, naga, ubi ungu).
- Dx = Jumlah sampel pada kelompok uji yang menunjukkan deteksi positif (yaitu sampel yang mengalami perubahan warna secara tepat yang mengindikasikan adanya boraks).
- Nx = Jumlah total sampel uji pada setiap indikator alami. Nx adalah 6 sampel untuk masing-masing kelompok uji.
- 100% = Pengali untuk mengubah nilai pecahan menjadi bentuk persentase.

HASIL

Semua kegiatan penelitian dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Kesehatan Lingkungan dengan indikator alami yang telah dilakukan ekstraksi di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Purwokerto, sedangkan objek uji dibuat dengan mengondisikan lontong yang telah dicampur dengan boraks sebanyak 3gram pada 100gram beras perlontong. Penambahan boraks 3gram pada 100gram beras per lontong mengacu pada hasil percobaan peneliti dengan melihat hasil lontong yang matang bertekstur kenyal dan tahan lama. Kondisi lingkungan laboratorium dilakukan pemantauan selama proses penelitian pada parameter suhu udara, pH media penelitian. Pemantauan dilakukan untuk mengetahui adanya faktor lain yang berpotensi memengaruhi kestabilan sampel maupun jalannya reaksi indikator alami sehingga mengganggu hasil penelitian.

Suhu Udara

Hasil pengukuran suhu yang dilakukan secara periodik sepanjang pelaksanaan penelitian disajikan pada grafik sebagai berikut:



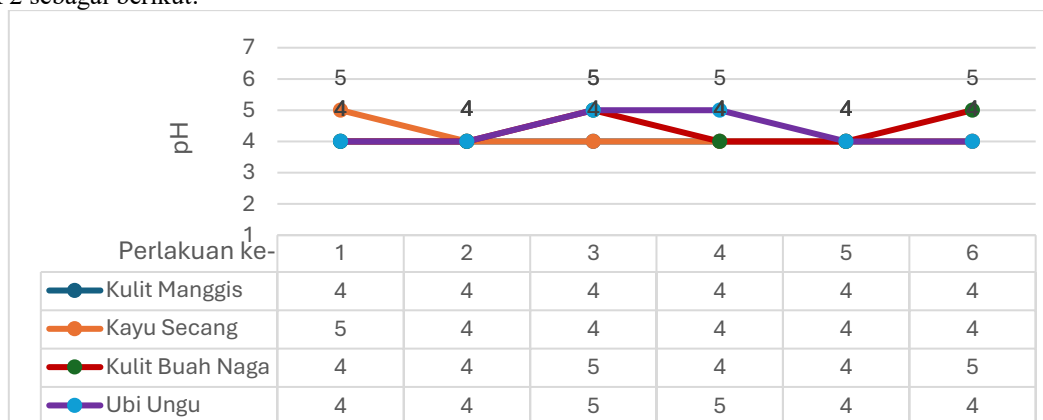
Grafik 1. Hasil Pengukuran Suhu Udara

Sumber : Data Primer, 2026

Hasil pengukuran pada Grafik 1 menunjukkan bahwa suhu udara selama penelitian di Laboratorium Mikrobiologi relatif stabil dari awal hingga akhir proses penelitian, yaitu berada pada kisaran 23,1 °C.

pH Media Penelitian

Hasil pengukuran pH media penelitian dilakukan pada setiap jenis indikator alami sebelum diberikan perlakuan pada sampel. Pengukuran pH dilakukan untuk memastikan bahwa indikator alami yang digunakan berada dalam kondisi baik dan stabil sebagai indikator pendeteksi boraks. Hasil pengukuran pH disajikan pada Grafik 2 sebagai berikut:



Grafik 2. Hasil Pengukuran pH Indikator Alami

Sumber : Data Primer, 2026

Hasil pengukuran pH pada ekstrak kulit buah naga merah dan ekstrak ubi ungu menunjukkan nilai berada pada kisaran 4–5 yang termasuk dalam kategori asam lemah. Saat ekstrak kulit buah naga merah dan ekstrak ubi ungu diaplikasikan pada sampel lontong, baik yang mengandung boraks maupun yang tidak, warna yang muncul masih berada dalam spektrum merah muda (pink). Pada kontrol positif yaitu lontong dengan penambahan boraks, warna ekstrak berubah menjadi pink tua, sedangkan pada kontrol negatif tanpa boraks, warna yang dihasilkan berupa pink muda. Pola perubahan warna tersebut tidak sepenuhnya sesuai dengan karakteristik umum antosianin, di mana kondisi basa akibat adanya boraks seharusnya memunculkan perubahan warna menuju biru kehijauan.

Ekstrak kulit manggis dan ekstrak kayu secang juga berada pada kisaran 4–5 yang termasuk dalam kategori asam lemah. Saat kedua ekstrak diaplikasikan pada sampel lontong, baik yang mengandung boraks maupun yang tidak, warna yang muncul berada dalam spektrum kuning hingga jingga.

Perubahan Warna Indikator Alami pada Sampel Lontong yang Mengandung Boraks

Hasil penelitian diperoleh dengan melakukan pengamatan hasil deteksi indikator alami (Kulit manggis, kayu secang, kulit buah naga dan ubi ungu) pada sampel lontong yang telah ditambahkan boraks sebesar 3 gram per 100gram beras. Peneliti mendeteksi melalui perubahan warna yang terjadi setelah sampel direaksikan dengan indikator alami. Pembacaan perubahan warna dilakukan oleh satu orang pengamat.

Hasil penelitian kemudian dibandingkan dengan hasil deteksi sampel lontong yang sama dengan Test Kit yang dijual dipasaran. Hasil deteksi yang menunjukkan positif boraks pada indikator alami akan dibandingkan dengan hasil deteksi sampel yang menggunakan Test Kit untuk dilakukan perhitungan efektivitas pada masing-masing indikator alami. Hasil deteksi indikator alami, Test Kit dan efektivitas disajikan pada table sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Uji Deteksi Sampel Lontong Berboraks dengan Indikator Alami Kulit Manggis

Perlakuan Ke-	Hasil Deteksi Pembanding Test Kit		Hasil Deteksi Indikator Alami Kulit Manggis		Efektivitas Kulit Manggis
	Positif	Negatif	Positif	Negatif	
1	+		+		$\frac{3}{6} \times 100 \% = 50 \%$
2	+		+		
3	+			-	
4	+			-	
5	+		+		
6	+			-	
Jumlah	6	0	3	3	

Ket:

Hasil (+) apabila terjadi perubahan warna menjadi kuning tua/terang/mencolok

Hasil (-) apabila tidak terjadi perubahan warna yaitu Kuning muda/pucat

Sumber : Data Primer, 2026

Tabel 1 menunjukkan bahwa sampel lontong yang mengandung boraks mampu dideteksi dengan menggunakan indikator alami kulit manggis pada perlakuan 1, 2 dan 5. Hal tersebut berarti bahwa dari 6 sampel

yang diperiksa hanya ada 3 sampel yang mampu menunjukkan perubahan warna, sehingga nilai efektifitas dari kulit manggis untuk mendeteksi sampel lontong yang mengandung boraks adalah sebesar 50%.

Tabel 2. Hasil Uji Deteksi Sampel Lontong Berboraks dengan Indikator Alami Kayu Secang

Perlakuan Ke-	Hasil Deteksi Pembanding Test Kit		Hasil Deteksi Indikator Alami Kayu Secang		Efektivitas Kayu Secang
	Positif	Negatif	Positif	Negatif	
1	+		+		$\frac{5}{6} \times 100 \% = 83,3 \%$
2	+		+		
3	+			-	
4	+		+		
5	+		+		
6	+		+		
Jumlah	6	0	5	1	

Ket:

Hasil (+) apabila terjadi perubahan warna kekuningan

Hasil (-) apabila tidak terjadi perubahan warna yaitu Kuning keorenan

Sumber : Data Primer, 2026

Tabel 2 menunjukkan bahwa sampel lontong yang mengandung boraks mampu dideteksi dengan menggunakan indikator alami kayu secang pada perlakuan semua perlakuan, kecuali perlakuan ke 3. Hal tersebut berarti bahwa dari 6 sampel yang diperiksa ada 5 sampel yang mampu menunjukkan perubahan warna, sehingga nilai efektifitas dari kayu secang untuk mendeteksi sampel lontong yang mengandung boraks adalah sebesar 83,3%.

Tabel 3. Hasil Uji Deteksi Sampel Lontong Berboraks dengan Indikator Alami Kulit Buah Naga

Perlakuan Ke-	Hasil Deteksi Pembanding Test Kit		Hasil Deteksi Indikator Alami Kulit Buah Naga		Efektivitas Kulit Buah Naga
	Positif	Negatif	Positif	Negatif	
1	+		+		$\frac{4}{6} \times 100 \% = 66,67 \%$
2	+		+		
3	+			-	
4	+			-	
5	+		+		
6	+		+		
Jumlah	6	0	4	2	

Ket:

Hasil (+) apabila terjadi perubahan warna menjadi Pink tua/terang/mencolok

Hasil (-) apabila tidak terjadi perubahan warna yaitu Pink muda/pucat

Sumber : Data Primer, 2026

Tabel 3 menunjukkan bahwa sampel lontong yang mengandung boraks mampu dideteksi dengan menggunakan indikator alami kulit buah naga pada perlakuan 1, 2, 5 dan 6. Hal tersebut berarti bahwa dari 6 sampel yang diperiksa ada 4 sampel yang mampu menunjukkan perubahan warna, sehingga nilai efektifitas dari kulit buah naga untuk mendeteksi sampel lontong yang mengandung boraks adalah sebesar 66,67%.

Tabel 4. Hasil Uji Deteksi Sampel Lontong Berboraks dengan Indikator Alami Ubi Ungu

Perlakuan Ke-	Hasil Deteksi Pembanding Test Kit		Hasil Deteksi Indikator Alami Ubi Ungu		Efektivitas Ubi Ungu
	Positif	Negatif	Positif	Negatif	
1	+		+		$\frac{3}{6} \times 100 \% = 50 \%$
2	+			-	
3	+		+		
4	+			-	
5	+			-	
6	+		+		
Jumlah	6	0	3	3	

Ket:

Hasil (+) apabila terjadi perubahan warna menjadi Ungu tua/terang/mencolok

Hasil (-) apabila tidak terjadi perubahan warna yaitu Ungu muda/pucat

Sumber : Data Primer, 2026

Tabel 4 menunjukkan bahwa sampel lontong yang mengandung boraks mampu dideteksi dengan menggunakan indikator alami ubi ungu pada perlakuan 1, 3 dan 6. Hal tersebut berarti bahwa dari 6 sampel yang

diperiksa hanya ada 3 sampel yang mampu menunjukka perubahan warna, sehingga nilai efektifitas dari ubi ungu untuk mendeteksi sampel lontong yang mengandung boraks adalah sebesar 50%.

Berdasarkan hasil perhitungan, kayu secang menunjukkan efektifitas tertinggi sebesar 83,3% dengan 5 dari 6 sampel memberikan hasil positif. Perbedaan nilai efektifitas ini mengindikasikan bahwa secara numerik kayu secang lebih sensitif dalam mendeteksi boraks pada makanan dibandingkan indikator alami lainnya.

Efektivitas Indikator Alami pada Sampel Lontong yang Mengandung Boraks

Analisis uji beda efektifitas dilakukan untuk mengetahui perbedaan beberapa indikator alami dalam mendeteksi keberadaan boraks pada sampel lontong yang telah dikondisikan mengandung boraks. Metode yang digunakan adalah uji *Chi-Square* dengan membaca nilai *Fisher's Exact*, karena data yang dianalisis berbentuk nominal dan terdapat salah satu *cell* yang memiliki nilai *expected* kurang dari 5 pada tabel kontingensi 2x2.

Hasil analisis uji *Fisher's Exact* efektifitas deteksi boraks menggunakan keempat indikator alami dibandingkan dengan test kit dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5. Hasil Uji Beda Efektivitas

Indikator	N	<i>p-Value</i>	<i>Contingency Coeficient</i>
Kulit Manggis	6		
Kayu Secang	6		
Kulit Buah Naga	6	0.141	0,311
Ubi Ungu	6		
Test Kit Boraks	6		

Sumber : Data Primer, 2026

Tabel 5 menunjukkan nilai signifikansi hasil uji *Chi-Square* dengan membaca nilai *Fisher's Exact* yang menunjukkan nilai sebesar 0.141 (> 0.05) yang berarti tidak ada perbedaan efektifitas yang signifikan antar indikator, baik indikator alami maupun test kit boraks. Dengan kata lain, meskipun secara statistik perbedaan tersebut tidak signifikan, namun memiliki makna secara praktis. Hal tersebut didukung dengan nilai *Contingency Coeficient* menunjukkan sebesar 0.311 yang berarti hubungan antara indikator alami dan test kit pendeteksi boraks memiliki hubungan yang Lemah.

PEMBAHASAN

Suhu Udara

Pengukuran suhu udara di ruang penelitian dilakukan untuk memantau kondisi lingkungan selama eksperimen dengan menggunakan alat *thermohyrometer*. Dari hasil pengamatan, diperoleh rata-rata suhu sebesar 23,1°C, dengan catatan suhu terendah 23,1°C dan suhu tertinggi 23,2°C. Stabilitas suhu yang sangat sempit dengan kisaran rendah ini menunjukkan bahwa kondisi ruang penelitian terkendali dan sesuai dengan kebutuhan penelitian.

Antosianin sebagai pigmen alami memiliki sifat peka terhadap perubahan suhu. Kenaikan suhu dapat mempercepat proses degradasi antosianin yang terlihat dari berkurangnya nilai absorbansi serta memudarnya intensitas warna (Putri and Ningtyas, 2024). Pada suhu di atas 30°C, laju degradasi semakin cepat sehingga pigmen kehilangan kestabilannya dan indikator menjadi kurang konsisten secara visual (Nasrullah, Husain and Syahrir, 2020). Oleh karena itu, menjaga suhu laboratorium tetap berada dalam kisaran 23–27°C saat penggunaan indikator sangat diperlukan agar perubahan warna yang muncul benar-benar mencerminkan interaksi antara antosianin dan boraks, bukan akibat kerusakan struktur pigmen karena faktor suhu.

pH Media Penelitian

pH memiliki kaitan erat dengan intensitas warna yang ditampilkan, khususnya pada ekstrak yang kaya senyawa antosianin seperti kulit manggis, kayu secang, kulit buah naga dan ubi ungu. Berbagai penelitian membuktikan bahwa kestabilan warna antosianin sangat bergantung pada kondisi pH media. Sebagai pigmen sensitif pH, antosianin dapat menampilkan variasi warna yang berbeda sesuai tingkat keasaman maupun kebasaaan larutan (Kunnaryo and Wikandari, 2021).

Secara teori, kandungan antosianin dalam ekstrak kulit buah naga dan ekstrak ubi ungu seharusnya mampu menunjukkan perubahan warna yang jelas ketika terjadi pergeseran pH. Namun, pada penelitian ini, meskipun ekstrak berada pada kisaran pH 4–5 dan bereaksi dengan boraks yang memiliki sifat basa, peralihan warna yang muncul tidak terlihat begitu signifikan. Kondisi tersebut diduga dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

- 1) Konsentrasi boraks yang digunakan relatif rendah, yaitu 3 gram per 100gram beras, sehingga tidak cukup meningkatkan pH lontong ke kondisi basa untuk memicu perubahan warna antosianin. Pada pH 4–5, pigmen

ini masih stabil dalam warna merah muda sehingga sulit dibedakan antara sampel positif dan negatif (Mahmudatussa'adah *et al.*, 2019).

- 2) Kandungan lain dalam lontong seperti pati, protein, atau senyawa tertentu dapat berikatan dengan antosianin atau menetralkan pH, sehingga reaksi warna terhambat (Khomsiyah, Ayun and Susanti, 2020).
- 3) Perubahan warna yang terjadi relatif halus, yaitu dari merah muda tua ke merah muda pucat, sehingga sulit diidentifikasi secara visual tanpa bantuan instrumen. Penelitian sebelumnya juga menyebutkan bahwa perbedaan warna yang kontras baru tampak jelas pada perbedaan pH yang ekstrem, misalnya antara pH 1 dan pH 12 (Ajeng Nastiti, Ayun and Malis, 2020).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan warna antosianin pada ekstrak kulit buah naga dan ubi ungu kurang begitu menonjol ketika digunakan untuk mendeteksi keberadaan boraks pada lontong. Secara teori, antosianin lebih stabil pada kondisi asam, terutama pada pH 3–5, dengan warna paling kuat berada pada pH 1–3 (Kunnaryo and Wikandari, 2021). Ketika pH bergeser menuju netral atau basa (>6), struktur antosianin berubah menjadi bentuk yang kurang stabil bahkan tidak berwarna, sehingga intensitas warnanya menurun dan lebih cepat memudar (Hidayah, Pratjojo and Widiarti, 2019). Dalam penelitian ini, ekstrak berada pada pH 4–5, sementara boraks hanya bersifat basa lemah. Kombinasi tersebut kemungkinan tidak cukup untuk menimbulkan perubahan warna yang jelas.

Fenomena ini sejalan dengan penelitian Saputri yang menggunakan ekstrak bunga telang. Studi tersebut menegaskan bahwa pergeseran pH dapat memicu perubahan struktur kimia antosianin sehingga menghasilkan variasi warna yang berbeda. Namun, perubahan tersebut sering kali tidak terlalu mencolok pada rentang pH yang sempit (Saputri *et al.*, 2023). Hal ini dapat menjelaskan mengapa perubahan warna pada penelitian ini relatif halus, misalnya dari pink tua ke pink muda pada ekstrak kulit buah naga, serta dari ungu tua ke ungu muda pada ekstrak ubi ungu.

Meskipun kontras warnanya tidak begitu kuat, pola perbedaan tersebut tetap dapat digunakan sebagai indikator kualitatif awal untuk mendeteksi adanya boraks. Dengan demikian, antosianin dalam ekstrak kulit buah naga maupun ubi ungu masih memiliki potensi sebagai indikator alami, meskipun efektivitasnya terbatas tanpa dukungan metode analisis tambahan seperti spektrofotometri untuk memperkuat hasil observasi visual.

Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan karakteristik perubahan warna antara ekstrak kulit manggis dan ekstrak kayu secang dalam mendeteksi keberadaan boraks pada makanan. Ekstrak kulit manggis mengandung pigmen antosianin yang relatif stabil pada suasana asam (pH 3–5) dan menghasilkan warna merah hingga jingga. Namun, ketika pH meningkat ke arah netral atau basa, struktur antosianin mulai berubah sehingga warnanya menjadi kurang stabil dan intensitas warnanya memudar (Rismiati *et al.*, 2024). Dalam praktiknya, reaksi dengan boraks yang bersifat basa lemah tidak selalu menghasilkan perubahan warna yang kontras. Pergeseran warna yang terjadi biasanya hanya halus, misalnya dari merah tua ke jingga pucat, sehingga cukup sulit dibedakan melalui pengamatan visual. Kondisi ini menunjukkan bahwa meskipun ekstrak kulit manggis berpotensi digunakan sebagai indikator alami, efektivitasnya masih terbatas terutama pada konsentrasi boraks rendah atau dalam matriks pangan yang kompleks.

Berbeda dengan itu, ekstrak kayu secang mengandung pigmen brazilin yang teroksidasi menjadi brazilein, senyawa yang sangat peka terhadap perubahan pH seperti halnya antosianin. Ekstrak ini menunjukkan pola warna yang jelas, yaitu kuning pada kondisi asam, oranye pada pH netral, merah pada pH basa lemah, hingga merah keunguan pada kondisi basa kuat (Sri Asmorowati *et al.*, 2024). Kedua ekstrak berpotensi digunakan sebagai indikator alami, namun ekstrak kayu secang lebih unggul karena menghasilkan perubahan warna yang lebih cepat, jelas, dan kontras dibandingkan ekstrak kulit manggis.

Perubahan Warna Indikator Alami pada Sampel Lontong yang Mengandung Boraks

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak kayu secang, kulit buah naga, ubi ungu, dan kulit manggis sama-sama mengalami perubahan warna ketika direaksikan dengan sampel lontong yang mengandung boraks. Perubahan warna yang terjadi dipengaruhi oleh sifat senyawa pigmen alami yang terdapat pada masing-masing indikator, terutama antosianin dan brazilin. Hasil pengamatan dalam penelitian ini memperlihatkan bahwa meskipun warna akhir yang terbentuk pada masing-masing ekstrak berbeda-beda, tidak terdapat perbedaan signifikan dalam efektivitas deteksi boraks. Hal ini disebabkan oleh kesamaan prinsip kerja antosianin maupun brazilin, yaitu sama-sama pigmen alami yang peka terhadap perubahan pH. Perbedaan utama hanya terletak pada kecepatan respons dan intensitas warna.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Dian Sri Asmorowati menunjukkan bahwa ekstrak kulit manggis mengandung pigmen antosianin yang sangat peka terhadap perubahan pH. Pada suasana asam, antosianin berada dalam bentuk flavylium sehingga larutan berwarna kuning. Namun, ketika berada pada kondisi basa, warna kuning tersebut secara bertahap memudar dan berubah menjadi coklat hingga kehitaman akibat terbentuknya senyawa chalcone. Semakin lama proses ekstraksi dilakukan, warna ekstrak juga tampak semakin pekat, menandakan konsentrasi pigmen yang semakin tinggi (Sri Asmorowati *et al.*, 2024).

Fenomena perubahan warna ini memiliki keterkaitan erat dengan penggunaan boraks pada makanan. Boraks bersifat basa sehingga mampu menggeser pH larutan indikator alami dari kondisi asam menuju kondisi basa. Oleh karena itu, ketika ekstrak kulit manggis ditetaskan pada sampel makanan yang mengandung boraks, terjadi perubahan warna yang lebih jelas, yaitu dari kuning menuju coklat atau memudar. Sebaliknya, pada sampel makanan tanpa boraks, warna indikator cenderung stabil dan tidak mengalami perubahan signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa boraks dapat memengaruhi kestabilan pigmen antosianin dalam ekstrak kulit manggis, sehingga ekstrak ini berpotensi digunakan sebagai indikator alami untuk mendeteksi keberadaan boraks pada makanan. Antosianin memiliki kestabilan yang rendah dan mudah terdegradasi oleh pH, cahaya, maupun suhu, sehingga semakin tinggi pH akibat penambahan boraks maka semakin cepat pula perubahan warna yang terjadi pada ekstrak kulit manggis.

Senyawa brazillin yang terkandung dalam kayu secang berpotensi dimanfaatkan sebagai indikator alami. Dengan adanya sifat ini, masyarakat dapat melakukan uji sederhana secara mandiri tanpa harus menggunakan fasilitas laboratorium. Oleh karena itu, ekstrak kayu secang dapat menjadi alternatif pengganti indikator berbahan kimia (Jumara, 2018).

Efektivitas Indikator Alami pada Sampel Lontong yang Mengandung Boraks

Hasil uji statistik dengan uji *Chi-square* menunjukkan nilai *Fisher's Exact* sebesar 0.141 (> 0.05) dan nilai *Contingency Coefficient* menunjukkan sebesar 0.311 yang berarti hubungan antara indikator alami dan test kit pendeteksi boraks memiliki hubungan yang Lemah. Nilai *Fisher's Exact* memiliki makna bahwa tidak terdapat perbedaan efektivitas yang signifikan secara statistik antara keempat indikator alami (kulit buah naga, ubi ungu, kulit manggis, dan kayu secang) maupun dibandingkan dengan test kit boraks. Sedangkan nilai *Contingency Coefficient* yang menunjukkan lemahnya hubungan indikator alami dengan test kit boraks semakin mendukung makna secara praktis jika dilihat dari variasi jumlah positif yang ditunjukkan dengan perubahan warna secara visual pada setiap indikator tidak cukup besar untuk dinyatakan signifikan secara statistik. Namun secara ilmiah dan praktis, hal tersebut justru mengindikasikan bahwa keempat indikator alami tersebut memiliki kemampuan deteksi yang sebanding dan sama baiknya dengan test kit komersial.

Ketiadaan perbedaan yang signifikan ini dapat dijelaskan oleh adanya kesamaan mekanisme dasar dari indikator alami yang digunakan, yaitu sama-sama bekerja melalui perubahan pigmen (antosianin atau brazilin) yang sensitif terhadap kondisi basa yang ditimbulkan oleh boraks. Dengan demikian, semua indikator pada dasarnya memiliki kemampuan mendeteksi boraks dengan tingkat efektivitas yang relatif sebanding.

Selain itu, faktor teknis seperti konsentrasi ekstrak, homogenitas sampel, serta kondisi lingkungan (suhu, cahaya, dan pH) juga dapat memengaruhi hasil pengujian sehingga variasi antar indikator tidak terlalu kontras. Perbedaan kecil yang tampak pada nilai mean lebih merefleksikan variasi alami dalam percobaan daripada menunjukkan keunggulan nyata satu indikator dibanding lainnya.

Secara praktis, hasil ini memberikan makna bahwa semua indikator alami yang diuji memiliki potensi yang sama untuk dimanfaatkan sebagai alternatif test kit boraks. Hal ini penting karena memungkinkan masyarakat atau industri pangan untuk memilih indikator alami sesuai ketersediaan bahan, biaya, dan kemudahan penggunaan tanpa khawatir kehilangan efektivitas deteksi.

Namun demikian penelitian ini sama seperti penelitian pada umumnya yang memiliki banyak keterbatasan dalam melakukan penelitian yaitu tidak melakukan pemantauan pH pada sampel lontong sebelum dan sesudah ditambahkan indikator alami. Selain itu masih perlu dilakukan uji akurasi, sensitivitas dan spesifisitas dengan jumlah replikasi lebih besar untuk memperkuat hasil penelitian.

SIMPULAN DAN SARAN

Kulit buah naga, ubi ungu, kayu secang, dan kulit manggis terbukti dapat berfungsi sebagai indikator alami dalam mendeteksi keberadaan boraks pada makanan. Berdasarkan hasil uji tidak terdapat perbedaan yang signifikan antar indikator alami, yang berarti keempat indikator alami memiliki kemampuan deteksi yang relatif serupa. Masyarakat atau pelaku industri pangan dapat menggunakan indikator alami, kayu secang terutama sebagai alat deteksi yang murah dan mudah untuk didapatkan. Penelitian selanjutnya sebaiknya melakukan penelitian dengan variasi konsentrasi boraks dan volume ekstrak indikator alami untuk memperoleh hasil yang lebih spesifik terkait sensitivitas masing-masing indikator. Penelitian berikutnya juga perlu memperhatikan pengujian stabilitas warna antosianin dan brazilin terhadap suhu dan pH secara lebih rinci untuk memastikan ketepatan hasil deteksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajeng Nastiti, A., Ayun, Q., & Malis, E. (2020). Analisis Boraks Dengan Menggunakan Metode Komparator Warna Dari Kulit Buah Naga Merah. *Jurnal Crystal : Publikasi Penelitian Kimia Dan Terapannya*, 2(2), 28–40. <https://doi.org/10.36526/jc.v2i2.1197>
- Berliana, A., Abidin, J., Salsabila, N., Maulidia, S., Adiyaksa, R., & Febryani, V. (2021). Penggunaan bahan

- tambahan makanan berbahaya boraks dan formalin dalam makanan jajanan : studi literatur hazardous use of food supplements of borax and formalin in snack food : Literature study. *Sanitasi Lingkungan*, 1(2), 65–71. <https://doi.org/10.36086/salink.v1i2.952>
- Bondre, S., Patil, P., Kulkarni, A., & Pillai, M. M. (2012). Study On Isolation And Purification Of Anthocyanins And Its Application As pH Indicator. *International Journal of Advanced Biotechnology and Research*, 3(3), 698–702.
- BPS. (2022). Analisis Profil Penduduk Indonesia. In *Badan Pusat Statistik*. <https://www.bps.go.id/>
- Bray, F., Ferlay, J., Soerjomataram, I., Siegel, R. L., Torre, L. A., & Jemal, A. (2018). Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 68(6), 394–424.
- Damayanti, N., & Wijayati, E. W. (2023). Tinjauan Pengetahuan Dokter Dalam Pengelolaan Penyakit Degeneratif. *Jurnal Riset Pengembangan Dan Pelayanan Kesehatan*, 2(1), 8–14.
- Hafsah, H., Alang, H., Hastuti, H., & Sri Yusal, M. (2022). Peningkatan Pengetahuan Tentang Penyakit Degeneratif Pada Masyarakat Petani di Desa Laliko Sulawesi. *Kreativasi: Journal of Community Empowerment*, 1(2), 63–71. <https://doi.org/10.33369/kreativasi.v1i2.23735>
- Henly, H. (2023). Western Lifestyle, Global Problem: Rising Rates of Cancer in the Young. *RGA, December*. <https://www.rgare.com/knowledge-center/article/western-lifestyle-global-problem-rising-rates-of-cancer-in-the-young>
- Hidayah, T., Pratjojo, W., & Widiarti, N. (2019). Uji Stabilitas Pigmen dan Antioksidan Ekstrak Zatwarna Alami Kulit Buah Naga. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 3(2), 135–140. <https://doi.org/ISSN NO 2252-6951>
- Jumara, W. (2018). *Pengaruh Kondisi pH dan Perbandingan Rempah Terhadap Karakteristik Minuman Serbuk Secang (Caesalpinia sappan L.)*. Doctoral Dissertation, Fakultas Teknik.
- Kaur, H., & Kochar, R. (2019). Nutritional challenges and health consequences of junk foods. *Current Research in Diabetes & Obesity Journal*, 10(5), 93–96.
- Khomsiyah, S., Ayun, Q., & Susanti, R. E. E. (2020). Pengembangan Metode Spektrofotometer UV-Vis Untuk Menentukan Kadar Boraks Dengan memanfaatkan Senyawa antosianin dari Ekstrak Buah Naga Sebagai Indikator. *Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 1(2), 23–31. <https://doi.org/ISSN 2685-7065>
- Kunnaryo, H. J. B., & Wikandari, P. R. (2021). Antosianin dalam Produksi Fermentasi dan Perannya sebagai Antioksidan. *Unesa Journal of Chemistry*, 10(1), 24–36. <https://doi.org/10.26740/ujc.v10n1.p24-36>
- Lukmitarani, R., Gunawan, A. T., & Nur'aini, N. (2025). Skrining Cemaran Boraks Pada Makanan Yang Dijual Di Pasar Wage Kabupaten Banyumas. *Buletin Keslingmas*, 44(1), 24–29. <https://doi.org/10.31983/keslingmas.v44i1.12488>
- Mahmudatussa'adah, A., Fardiaz, D., Andarwulan, N., & Kusnandar, F. (2019). Karakteristik Warna dan Aktivitas Antioksidan Antosianin Ubi Jalar Ungu [Color Characteristics and Antioxidant Activity of Anthocyanin Extract from Purple Sweet Potato]. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 25(2), 176–184. <https://doi.org/10.6066/jtip.2014.25.2.176>
- Nasrullah, N., Husain, H., & Syahrir, M. (2020). Pengaruh Suhu Dan Waktu Pemanasan Terhadap Stabilitas Pigmen Antosianin Ekstrak Asam Sitrat Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrizus*) Dan Aplikasi Pada Bahan Pangan. *Chemica: Jurnal Ilmiah Kimia Dan Pendidikan Kimia*, 21(2), 150. <https://doi.org/10.35580/chemica.v21i2.17985>
- Nurcahya, A., Hidayat, F., Dinanti, A. D., & Fathiyah, K. D. (2024). Preferensi Mahasiswa terhadap Makanan Tradisional dengan Makanan Cepat Saji dari Segi Pemahaman Gizi dan Bahan Kimia. *Journal of Nutrition and Culinary*, 4(1), 29–37. <https://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/JNC/article/view/53749/23321>
- Nuriman, E. J., Hidayat, R., Setiabudi, A., & Dewi, M. P. (2025). Bonus Demografi: Peluang atau Tantangan Bagi Kemajuan Indonesia di Tahun 2045. *PANDITA: Interdisciplinary Journal of Public Affairs*, 8(1), 149–161. <https://doi.org/10.61332/ijpa.v8i1.266>
- Nurlailia, A., Sulistyorini, L., & Puspikawati, S. I. (2021). Analisis Kualitatif Kandungan Boraks pada Makanan di Wilayah Kota Banyuwangi. *Media Gizi Kesmas*, 10(2), 254. <https://doi.org/10.20473/mgk.v10i2.2021.254-260>
- Priyono, A. T. P., Alba, A. M., Jaya, L. J., & Wasir, R. (2025). Bonus demografi di Indonesia: Peluang dan tantangan dalam penguatan layanan kesehatan. *Indonesian Journal of Health Science*, 5(4), 823–834. <https://doi.org/10.54957/ijhs.v5i4.1588>
- Purnomo, H., Puyanda, I. R., & Mustofa, A. (2025). Identifikasi Penggunaan Boraks dan Cemaran Mikrobial pada Kerupuk Puli Mentah di Beberapa Kecamatan di Wonogiri. *Journal of Innovative Food Technology and Agricultural Produc*, 03(01), 1–7. <https://doi.org/10.31316/jitap.v3i1.7773>
- Putri, P. G., & Ningtyas, K. R. (2024). Stabilitas Ekstrak Antosianin Kulit Buah Naga Merah Sebagai Biosensor Kesegaran Ikan Gurami (*Osphronemus Goramy*). *Jurnal Pengembangan Agroindustri Terapan*, 3(2), 75–80. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.25181/Jupiter.v3i2.4071>

- Rismiati, Z., Rahmat, M., Indra, A. I. N., & Syaindy, A. A. (2024). Extraction Of Brazilin From Sappan Wood as a Natural Reagent for Borax Detection by Digital Image Analysis. *Jurnal Kesehatan Prima*, 18(2), 53–60.
- Saputri, D. R., Listyadevi, Y. L., Adiwibowo, M. T., Damayanti, D., Auriani, W. A., Fahni, Y., Sanjaya, A., Yusupandi, F., Yuniarti, R., Zega, F. A., & Ikhlas, F. R. (2023). The Effect of Acidity Condition (pH) on The Color Change of Anthocyanin Compound from Butterfly Pea Flower Extract (*Clitoria ternatea*). *Communication in Food Science and Technology*, 2(2), 54–60. <https://doi.org/10.35472/cfst.v2i2.1570>
- Singh, A., Dhanasekaran, D., Ganamurali, N., & Sabarathinam, S. (2021). Junk food-induced obesity-a growing threat to youngsters during the pandemic. *Obesity Medicine*, 26, 100364.
- Sri Asmorowati, D., Iryani Kristanti, I., Sri Susilogati Sumarti Jurusan Kimia, D., & Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, F. (2024). Indonesian Journal of Chemical Science Pembuatan Indikator Asam dan Basa Alami dari Kulit Manggis (*Garcinia mangostana*). *Journal of Chemical Science*, 13(1).
- Trisdayant, N. P. E. (2022). Analisis Boraks Dengan Ekstrak Bunga Telang Pada Kerupuk Puli. *Jurnal Gastronomi Indonesia*, 10(1), 1–9. <https://doi.org/10.52352/jgi.v10i1.701>
- Widagdo, J. (2017). Pemanfaatan Sumber Daya Alam Sebagai Bahan Pewarna. *Jurnal Disprotek*, 8(1), 67–80.
- Yuliani, N. R. (2021). *Penetapan Kadar Antosianin dalam Ekstrak Kulit Buah Naga Merah (Hylocereus polyrhizus), Kulit Buah Manggis (Garcinia mangostana L), dan Kayu Secang (Caesalpinia sappan L.) dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis*. Universitas Brawijaya.
- Yuliantini, A., & Rahmawati, W. (2019). Analisis Kualitatif Boraks dalam Bakso dengan Indikator Alami Ekstrak Bunga Telang (*Clitoria ternatea L.*): Qualitative Analysis of Borax in Meatballs with Butterfly Pea Flower (*Clitoria ternatea L.*) Extract as Natural Indicator. *Sainstech Farma: Jurnal Ilmu Kefarmasian*, 12(1), 13–16.
- Yuniati, Y., Azmi, D. D., Nurandriea, E., Qadariah, L., & Mahfud. (2023). Parametric Study and Characterization of Sappan Wood (*Caesalpinia Sappan Linn*) Natural Red Colorant Extract with Ultrasonic Assisted Extraction Method. *ASEAN Journal of Chemical Engineering*, 23(1), 103–112. <https://doi.org/10.22146/ajche.77249>