

DIAGNOSTIK *PAPER ANALYTICAL DEVICE* (PAD) MENGUNAKAN EKSTRAK UBI JALAR UNGU UNTUK DETEKSI BORAKS DALAM MAKANAN

*Diagnostics of Paper Analytical Device (PAD) Using Purple Sweet Potato
Extract For Borax Detection In Food*

Zuri Rismiarti^{1*}, Asep Iin Nur Indra¹, Siti Fajarwati Agustini¹

¹Jurusan Teknologi laboratorium Medis (TLM), Poltekkes Kemenkes Bandung

*Email: zuri.tlm@staff.poltekkesbandung.ac.id

ABSTRACT

Consuming foods containing borax (tetraborate) will cause health problems. However, in reality, borax is often added to foods such as crackers, meatballs, wet noodles, dumplings. These foods are usually produced by unregistered public members, so their quality is less controlled, so routine monitoring of borax levels in food is needed so that the food quality circulating in the community is maintained and safe for consumption. This research aimed to develop simple method that does not use special instruments to diagnose borax using a Paper Analytical Device (PAD) based on digital imaging using natural reagents from purple sweet potato extract. The research design was laboratory research and development (RnD). The research was conducted at Poltekkes Kemenkes Bandung in January-June 2022. The samples used were borax samples at concentrations of 100, 300, and 500 ppm. The research method was PAD based on digital imaging using Image J. This research was carried out by extracting anthocyanins from purple sweet potatoes, then optimizing the anthocyanin concentration extract; pH; measurement time, determining measurement linearity, and validation by determining % recovery. The research results include that the optimum pH is 9. Optimized measurement time is 3 minutes and is stable until the 5th minute, the linear concentration range of tetraborate is 100-500 ppm tetraborate. In the validation test of the PAD method, a recovery percentage of 87.58-87.95% was obtained for 200 and 300 ppm tetraborate samples. The research result will be able to diagnose and monitor borax in food.

Keywords: *anthocyanins, borax, extract, purple sweet potato*

ABSTRAK

Konsumsi makanan yang mengandung boraks (tetraborat) akan menyebabkan gangguan kesehatan Tetapi pada kenyatannya, boraks sering ditambahkan ke dalam pangan seperti kerupuk, bakso, mie basah, siomay. Makanan-makanan tersebut biasanya diproduksi oleh oknum masyarakat yang tidak terdaftar sehingga kualitasnya kurang terkontrol sehingga diperlukan pengawasan rutin terhadap kadar boraks pada makanan agar makanan yang beredar di masyarakat tetap terjaga kualitasnya dan aman untuk dikonsumsi. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan metode yang sederhana dan tidak digunakan instrumentasi khusus untuk mendiagnosa boraks menggunakan *paper analytical device* (PAD) berbasis pencitraan digital menggunakan reagen alami dari ekstrak ubi jalar ungu. Desain penelitian adalah *laboratory research and development* (RnD). Penelitian dilakukan di Poltekkes Kemenkes Bandung pada bulan Januari-Juni 2022. Sampel yang digunakan adalah sampel boraks pada konsentrasi 100, 300, dan 500 ppm. Metode penelitian berbasis *paper analytical device* (PAD) berbasis pencitraan digital menggunakan Image J. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan ekstrak antosianin dari ubi ungu, selanjutnya optimasi konsentrasi ekstrak antosianin; pH; waktu pengukuran, penentuan linearitas pengukuran, dan validasi dengan menentukan % *recovery*. Hasil penelitian antara lain pH optimum adalah 9. Optimasi waktu pengukuran adalah 3 menit dan stabil hingga menit ke-5, rentang

konsentrasi linier tetraborat yaitu 100-500 ppm tetraborat. Pada uji validasi metode PAD diperoleh %recovery 87.58-87,95 % pada sampel tetraborat 200 dan 300 ppm tetraborat. Hasil penelitian ini menunjukkan metode ini mampu untuk diagnostik dan monitoring boraks pada makanan.

Kata kunci: *antosianin, boraks, ekstrak, ubi ungu*

PENDAHULUAN

Masalah pada otak, hati, lemak, dan ginjal bisa disebabkan oleh makanan yang mengandung boraks. Boraks, bila digunakan dalam dosis tinggi, memiliki sejumlah efek samping yang membahayakan kesehatan antara lain demam, anuria (proses pembersihan urin), ketidaksadaran, depresi, lesu, tekanan darah rendah, kerusakan ginjal, pingsan, dan kematian. Akan tetapi, oknum masyarakat yang tidak terdaftar biasanya menambahkan boraks dalam banyak hidangan, termasuk bakso, kerupuk, mie basah sebagai pengeras, maupun pengental sehingga kualitasnya kurang terkontrol. Untuk memastikan bahwa makanan di masyarakat tetap aman untuk dikonsumsi dan tidak menimbulkan risiko kesehatan bagi konsumen, perlu dilakukan pengujian jumlah boraks dalam makanan secara rutin [1].

Beberapa metode pengukuran telah dikembangkan untuk menentukan konsentrasi boraks dalam sampel makanan. Metode-metode ini termasuk titimetri dan spektrofotometer UV-Vis [2]. Sejumlah masalah muncul dengan metode ini, termasuk tahap analisisnya yang rumit, biaya tinggi, kebutuhan reagen dalam jumlah besar, ketidakpraktisan untuk digunakan dalam uji lapangan, dan fakta bahwa tidak semua orang memiliki keahlian yang diperlukan untuk melakukan operasi. Akibatnya, masyarakat tidak dapat mengetahui kandungan boraks dalam sampel makanan secara langsung. *Paper kit* yang telah dikembangkan dapat mendeteksi keberadaan boraks dalam makanan seperti tahu dengan menggunakan ekstrak kunyit. Untuk sampel makanan yang mengandung boraks pada konsentrasi lebih tinggi, metode *test kit* kurkumin (ekstrak kunyit) berbasis kertas bekerja dengan sangat baik. Warna coklat *paper test kit* menjadi lebih jelas seiring bertambahnya jumlah ppm boraks [3].

Penelitian lebih lanjut dilakukan menggunakan test kit dengan ekstrak dari kulit buah naga (*Hylocereus Costaricensis*) untuk deteksi boraks dalam makanan. mengembangkan test kit larutan menggunakan ekstrak kulit buah naga (*Hylocereus Costaricensis*) [4]. Kulit buah naga mengandung kadar antosianin yang cukup tinggi. Hasil ekstraksi antosianin tersebut mampu mengetahui konsentrasi boraks pada makanan berdasarkan warna yang dihasilkan. Penelitian itu membuktikan, jika makanan mengandung boraks akan memberikan warna merah yang lebih lama sedangkan makanan tanpa boraks akan muncul warna terang. Rentang konsentrasi boraks yang dapat dideteksi antara 100 hingga 1000 ppm. Prosedur ini menggunakan buffer pH 12 dan oksidator KMnO_4 . Penggunaan antosianin untuk deteksi boraks karena sifat kimia dari senyawa ini sangat dipengaruhi pH yang mengakibatkan perubahan warna dari antosianin. Pada pH 1-9, antosianin berubah warna menjadi merah muda, sedangkan pada pH 10-12 berubah menjadi hijau, ungu, dan biru [5], [6]. Dengan peningkatan pH, rona merah muda yang tercipta pada pH asam secara bertahap akan hilang. Hal ini terjadi karena antosianin stabil secara kimiawi pada pH asam. Di sisi lain, natrium tetraborat ($\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4^{2-}$) merupakan spesies ion boron $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ yang paling melimpah pada kisaran pH 7-10 [1]. Oleh karenanya, ketika sampel mengandung ion tetraborat (boraks) diteteskan ke dalam larutan antosianin terjadi perubahan warna pada antosianin dari warna merah (pH asam antosianin) ke warna hijau (pH larutan basa dari boraks) [7].

Penggunaan ekstrak antosianin dari ubi ungu (*Ipomoea batatas* L. Poirier) memungkinkan penyelidikan ini untuk menguji boraks dalam makanan sesuai dengan penelitian sebelumnya. Ekstrak antosianin tanah dari ubi jalar dapat digunakan untuk

mengidentifikasi boraks dalam makanan, yang dapat meningkatkan nilai komoditas tanah dan memanfaatkan sumber daya alam Indonesia yang luas dengan baik. Menggunakan ekstrak antosianin dari ubi ungu, bahan kimia dapat dikembangkan untuk mendeteksi boraks dalam sampel makanan [16].

Ubi jalar ungu pekat memiliki 61,85 mg / 100g (basa kering 138,15 mg/100 g), sedangkan ubi jalar ungu muda memiliki 3,51 mg/100g (basa kering 9,89 mg/100 g). Tanaman ubi jalar ungu juga tersedia sebagai bahan baku karena merupakan bahan pokok pasar dan pertumbuhannya bersifat musiman. Proses maserasi digunakan untuk mengekstrak antosianin dari tanaman ubi ungu. Karena sifat hidrofobiknya, antosianin biasanya diekstraksi darinya menggunakan pelarut seperti alkohol atau air; namun, metode yang paling efisien melibatkan pengasaman pelarut alkohol dengan 1% HCl [8].

Pada penelitian ini dikembangkan metode PAD (*Paper Analytical Device*) untuk deteksi ion tetraborat dan metode tersebut belum pernah diterapkan untuk analisis ion tetraborat (boraks) serta belum diaplikasikan ke dalam sampel makanan. Akan tetapi, metode PAD telah dikembangkan secara luas sebagai alat yang atraktif untuk analisis lapang dengan sensitifitas bagus, menawarkan biaya yang murah, mudah dan bisa diterapkan dimana saja (portable) mendorong penggunaannya pada berbagai bidang diagnostik, kesehatan, dan juga lingkungan [9], [10]. Teknik PAD telah dikembangkan untuk diagnostik logam dari kertas Whatmann sebagai device yang bersifat sensitif dan selektif berbasis sensor kolorimeter yang diteteskan oleh sampel dan reagen Metode ini berpotensi sebagai *Point of Care* (POC) diagnostik yang diaplikasikan dalam Kesehatan [11]–[13].

Penelitian ini di fokuskan untuk pembuatan metode yang praktis, akurat, sederhana dan murah serta tidak digunakan instrumentasi khusus untuk mendiagnosa boraks menggunakan paper analytical device (PAD) berbasis pencitraan digital, yang meliputi optimasi pelarut ekstraks antosianin dari ubi jalar ungu, optimasi konsentrasi ekstraks antosianin, optimasi pH menggunakan buffer basa fosfat, optimasi waktu pengukuran, penentuan linieritas pengukuran, serta validasi dengan penentuan % recovery dalam sampel makanan yang terkontaminasi boraks. Hasil penelitian ini diharapkan mampu untuk diagnostik dan monitoring boraks dalam makanan yang beredar di pasaran, sehingga dapat dikonsumsi masyarakat secara aman.

METODE

Jenis dan desain penelitian adalah *laboratory research and development* (RnD). Penelitian ini dilaksanakan di Poltekkes Kemenkes Bandung pada bulan Januari-Juni 2022. Pada penelitian ini dilakukan ekstraksi antosianin dari ubi jalar ungu dengan metode maserasi. Perangkat analisis yang digunakan dengan teknik PAD menggunakan kertas Whatmann No. 42 yang telah dipreparasi untuk memberikan batas hidrofobik dengan wax cranyon. Metode analisis yang digunakan berbasis kolorimetri dengan melakukan photo dengan hp berbasis android. Hasil photo tersebut diukur intensitas warna yang terjadi menggunakan program Image J. Data intensitas tersebut dikonversi menjadi absorbansi dengan menggunakan persamaan Lambert – Beer [14].

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain ubi jalur ungu (*Ipomoea batatas L. Poir*), etanol 96 % (E-Merck), HCl (E-Merck), asam asetat (E-Merck), NaOH (E-Merck), Na₂B₄O₇ · 10H₂O, (E-Merck), H₃PO₄ (E-Merck), KCl (E-Merck), Natrium Sitrat (E-Merck), asam sitrat (E-Merck), akuades. Bahan kimia yang digunakan bersifat pro analisis. Peralatan yang digunakan dalam analisis ini adalah Kertas Whatman No.42, cranyon wax, labu takar 10 mL, pipet ukur 1 mL, pipet ukur 10 mL, gelas kimia 50 mL, neraca analitik, pemanas listrik.

Metode Analisis

Ekstraksi Antosianin dari Ubi Jalar Ungu

Ubi jalar ungu dikupas terlebih dahulu kemudian dimasukkan ke dalam blender hingga halus, hal ini bertujuan untuk memperluas permukaan, sehingga reaksi akan berjalan lebih cepat. Lalu, 25 gram ubi jalar ungu, dimasukkan ke dalam erlenmyer pada rasio 1:4 etanol-HCl 1%. Setelah itu, masing-masing sampel disaring dan menghasilkan filtrat sebagai antosianin.

Prosedur Pembuatan PAD-boraks [14]

Pembuatan Pola Pewarnaan [14]

Paper-based devices didesain pada kertas Whatman No. 42 yang sudah dipola berbentuk persegi panjang dengan ukuran 5x2 cm. Pembuatan batas hidrofobik menggunakan cranyon wax pada sisi lingkaran. Selanjutnya kertas saring dipanaskan di hot plate pada temperatur 120 °C selama 5 menit sehingga malam bisa berpenetrasi sehingga membentuk batas hidrofobik. Hasil kertas ini digunakan sebagai perangkat kertas / *paper analytical device* untuk analisa prosedur selanjutnya.

Intrepetasi Data Untuk Pencitraan Digital [14]

Warna hijau yang terbentuk dari antosianin-borax pada masing-masing parameter diphoto dengan hp android, kemudian hasilnya diproses menggunakan *Image J software* 1.48. Kemudian, nilai intensitas yang muncul dirubah menjadi nilai absorbansi, menggunakan Hukum Lambert-Beer (persamaan 1). Untuk setiap warna pada kertas ditentukan nilai RGB.

$$A = -\log\left(\frac{I}{I_0}\right)$$

Persamaan 1

Keterangan: A adalah absorbansi; I adalah intensitas sampel atau kontrol dan I_0 adalah intensitas pelarut dengan nilai 255. Hasil ini digunakan untuk perlakuan selanjutnya.

Optimasi pH [14]

Optimasi pH dilakukan menggunakan buffer fosfat pH 7, 9, 11, 13. Perlakuan selanjutnya sama dengan cara kerja pembuatan pola pewarnaan. Intensitas warna yang tajam digunakan sebagai optimasi pH. Hasil ini digunakan untuk perlakuan selanjutnya.

Optimasi waktu pengukuran [14]

Optimasi pengukuran dilakukan dengan memvariasi waktu pengukuran antara lain: 1; 3; 5; 7 dan 10 menit. Perlakuan selanjutnya sama dengan cara kerja optimasi pH dengan hasil menggunakan hasil optimum. Intensitas warna yang tajam digunakan sebagai optimasi waktu pengukuran. Hasil ini digunakan untuk perlakuan selanjutnya.

Uji Linieritas Pengukuran [14]

Uji Linieritas pengukuran dengan menggunakan kondisi optimum dari percobaan optimasi waktu pengukuran, optimasi pelarut ekstraksi antosianin. konsentrasi antosianin, pH, waktu pengukuran diaplikasikan pada konsentrasi boraks 100, 200, 300, 400, 500, 700, 1000, 2000 ppm yang dapat memberikan hubungan linier antara konsentrasi boraks dengan absorbansi. Dari percobaan ini juga bisa ditentukan LOD (limit deteksi) dari metode PAD yang diusulkan.

Uji Validasi

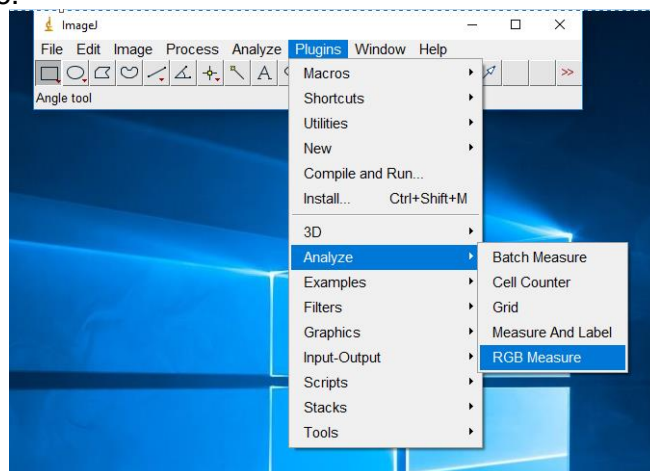
Uji validasi PAD-boraks dengan ekstraksi ubi jalar ungu dilakukan dengan cara mengaplikasikannya untuk mendeteksi konsentrasi boraks. Uji validasi dilakukan dengan cara menghitung persen perolehan kembali (*% Recovery*) dengan cara membandingkan hasil pengukuran konsentrasi ion boraks yang sudah diketahui konsentrasinya menggunakan metode yang telah dikembangkan dengan konsentrasi

sampel boraks sebenarnya. Kemudian percobaan diulang dengan sampel boraks dengan konsentrasi yang berbeda (100, 300, 500 ppm) secara terpisah menggunakan metode yang dikembangkan.

HASIL

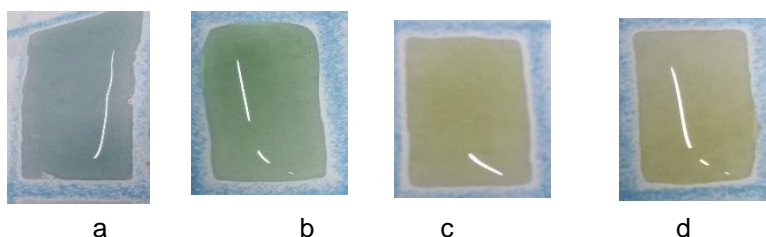
Optimasi pH

Optimasi pH dilakukan dengan menggunakan maserasi pelarut adalah HCl dalam etanol. Optimasi pH dilakukan untuk mengetahui berapa pH optimum yang digunakan dalam pengukuran boraks dengan metode PAD menggunakan reagen antosianin hasil dari ekstraksi dari ubi jalar ungu. Analisa PAD dilakukan dengan menggunakan aplikasi image J. seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Buka image J, pilih Foto atau Gambar yang akan dianalisis, selanjutnya pilih Plugin, lalu pilih Analyze dan RGB measure.



Gambar 1. Analisis Intensitas dengan Menggunakan Software Image J

Larutan tetraborat yang digunakan adalah konsentrasi 400 ppm, dengan waktu pengukuran selama 3 menit dengan variasi pH 7, 9, 11 dan 13 menggunakan buffer asetat dengan penambahan NaOH. Hasil tetraborat dengan antosianin pada variasi pH disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Warna tetraborat dengan reagen antosianin, a. pH 7; b. pH 9; c. pH 11; d. pH 13

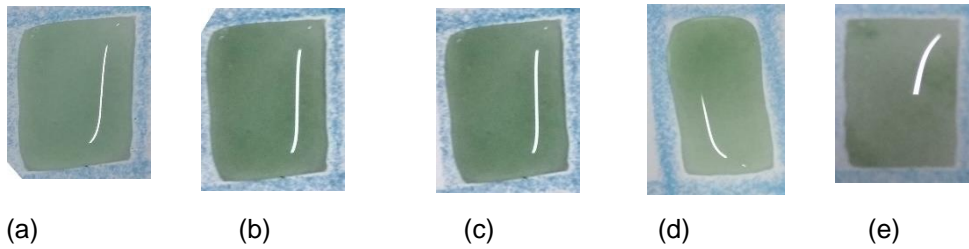
Tabel 1. Optimasi pH pada nilai intensitas dan absorbansi tetraborat-antosianin dengan teknik PAD

pH	Intensitas			Absorbansi
	Blue	Green	Red	
7	127.75	146.362	148.255	0.300
9	77.188	93.098	81.633	0.519
11	117.13	155.526	146.854	0.338
13	125.043	146.366	135.085	0.309

Hasil dari analisis intensitas dan absorbansi untuk optimasi pH dengan menggunakan *software* Image J ditunjukkan pada Tabel 1. Berdasarkan data pada Tabel tersebut membuktikan bahwa pH optimum adalah 9 dengan nilai absorbansi tertinggi sebesar 0,519 dibandingkan pH 7, 11 dan 13. Hal ini disebabkan karena pH ini dominan senyawa tetraborat $B_4O_5(OH)_4^{2-}$ yang ditunjukkan dengan warna antosianin dengan warna hijau. Oleh sebab itu, pH optimum metode PAD untuk deteksi boraks dengan antosianin adalah pH 9.

Optimasi waktu pengukuran

Hasil optimasi waktu pengukuran disajikan pada Gambar 3 dan Tabel 2.



Gambar 3 Warna Teraborat-Antosianin, (a) 1 menit, (b) 3 menit, (c) 5 menit, (d) 7 menit, (e) 10 menit.

Gambar 3 menunjukkan warna tetraborat-antosianin yang terbentuk dengan teknik PAD dalam rentang 1,3,5,7, dan 10 menit. Hasil tersebut menunjukkan warna yang dihasilkan stabil hingga 10 menit.

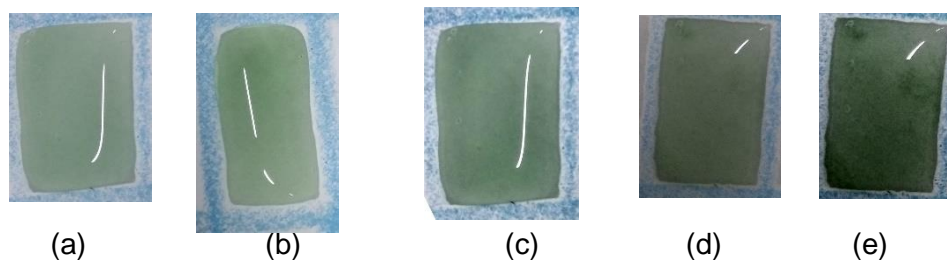
Tabel 2. Optimasi waktu pengukuran pada nilai intensitas dan absorbansi tetraborat-antosianin dengan teknik PAD

Waktu (menit)	Intensitas			Absorbansi
	<i>Red</i>	<i>Green</i>	<i>Blue</i>	
1	112.896	184.899	63.739	0.6021
3	113.582	181.826	61.619	0.6168
5	114.489	182.691	61.689	0.6163
7	127.949	195.553	77.375	0.5179
10	131.367	198.106	87.775	0.4632

Tabel 2 menunjukkan bahwa waktu pengukuran pada masing- masing intensitas *red green blue* menghasilkan nilai absorbansi tertinggi dengan nilai 0,6168. Hal ini menandakan bahwa waktu pengukuran selama 3 menit merupakan waktu pengukuran optimum.

Uji Linieritas Pengukuran

Hasil linearitas pengukuran disajikan pada Gambar 4 dan Tabel 3



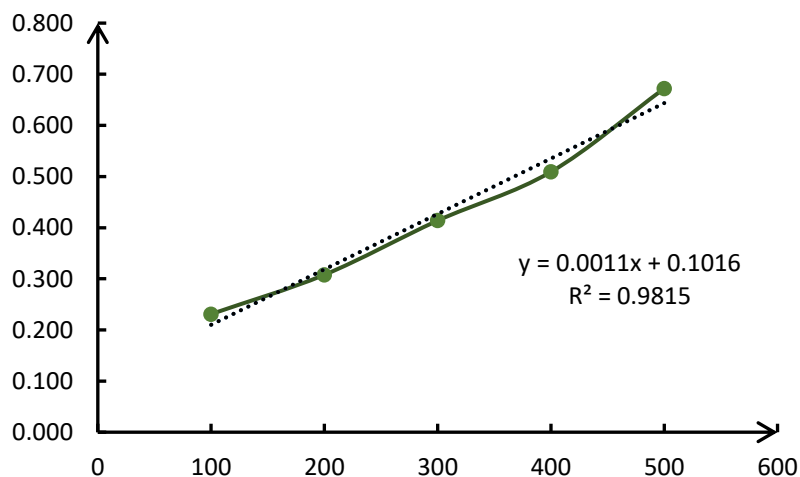
Gambar 4. Warna Teraborat-Antosianin, (a) 100 ppm, (b) 200 ppm, (c) 300 pm, (d) 400 ppm, (e) 500 ppm

Gambar 4 menunjukkan warna tetraborat-antosianin yang terbentuk dengan teknik PAD semakin pekat dengan meningkatnya konsentrasi sampel teraborat.

Tabel 3. Linearitas tetraborat dengan teknik PAD menggunakan antosianin

Konsentrasi tetraborat (ppm)	Intensitas <i>Blue</i>	Absorbansi
100	149.828	0.231
200	110.313	0.308
300	98.342	0.414
400	78.958	0.509
500	54.24	0.672

Tabel 3 menunjukkan bahwa linearitas tetraborat konsentrasi tetraborat (ppm) berbanding terbalik dengan nilai intensitas dan berbanding lurus dengan nilai absorbansi. Hal ini menandakan semakin tinggi konsentrasi tetraborat (ppm) semakin tinggi nilai absorbansi. Hal ini sejalan dengan persamaan Lambert Beer.



Gambar 5. Kurva Linearitas tetraborat dengan teknik PAD menggunakan antosianin

Data intensitas yang dihasilkan diolah menggunakan persamaan 1 untuk mendapatkan data absorbansi kemudian dilakukan perhitungan kadar tetraborat yang terukur dengan persamaan regresi yang dihasilkan pada Gambar 5. Persamaan regresi linear kurva kalibrasi tetraborat dengan teknik PAD menggunakan antosianin dihasilkan pada Gambar 5 yang menunjukkan regresi linear yang baik karena R^2 adalah 0,9815 (mendekati 1) dengan persamaan $0,0011x + 0,1016$

Uji Validasi

Hasil uji validasi disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6 Warna sampel tetraboraks dengan antosianin pada Metode PAD (a) 200 ppm, (b) 300 ppm

Hasil warna sampel boraks dengan antosianin pada uji validasi disajikan pada Gambar 6. Pada Gambar 6 menunjukkan warna sampel tetraborat dengan antosianin

dengan metode PAD 200 ppm menghasilkan warna lebih muda dibandingkan sampel tetraborat 300 ppm yang memberikan warna lebih pekat.

Tabel 4. Persentase Recovery Sampel Tetraborat dengan Metode PAD

Sampel Tetraborat (ppm)	Intensitas	Absorbansi	Kadar tetraborat yang terukur	% recovery
200	129.255	0.295092828	175.9025713	87.9513
300	103.732	0.390627429	262.7522082	87.5841

Kadar sampel yang digunakan untuk pengukuran persen *recovery* adalah 200 dan 300 ppm tetraborat karena kadar tersebut masih dalam rentang konsentrasi pada kurva regresi linier (Gambar 5). Berdasarkan Tabel 4 menunjukkan menunjukkan persen *recovery* sampel tetraborat dengan metode PAD adalah 87,58 % untuk sampel tetraborat 200 ppm dan 87,95 % untuk sampel tetraborat 300 ppm. Hal ini menunjukkan pada sampel yang mengandung kadar 200 sampai 300 ppm tetraborat dapat dideteksi dengan metode PAD-tetraborat dengan reagen ekstrak ubi jalar ungu. Hasil persen *recovery* tersebut masih dalam rentang yang dapat diterima untuk pengukuran analisis[15].

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh menunjukkan pH 7 berwarna biru, pH 9 berwarna hijau, pH 11 dan 13 adalah warna kuning pada reaksi antosianin dengan tetraborat. Ekstrak antosianin ubi jalar ungu pada pH asam kuat 1-3 berwarna merah, pada asam lemah pH 4-6 berwarna ungu, pH 7 berwarna biru, pada pH basa lemah 8-9 berwarna hijau, dan pada pH 10 sampai 14 berwarna kuning [16]. Pada pH 6.5-9 ekstrak antosianin dominan senyawa kuinonoidal yang berwarna biru hingga hijau, sedangkan pada pH >9 kalkan yang berwarna kuning [17]. Penelitian ini menggunakan pH basa dikarenakan pada kisaran pH 7 – 10 spesi ion boron dari $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ yang paling dominan adalah natrium tetraborat $\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4^{2-}$ [1].

Optimasi waktu pengukuran dilakukan dengan memvariasi waktu pengukuran yaitu 1, 3, 5, 7, dan 10 menit. Hasil metode PAD untuk deteksi boraks dengan reagen antosianin yang menunjukkan warna boraks-antosianin (hijau) stabil dari pengukuran 1 hingga 5 menit dan mulai pudar pada menit ke- 7 dan 10. Hasil pencitraan digital diperoleh dari salah satu komponen warna RGB yaitu komponen warna *Blue* memberikan intensitas warna yang paling tinggi sehingga menghasikan absorbansi larutan yang paling kecil dibandingkan komponen warna *Green dan Red*. Oleh sebab itu, komponen *Green* tidak digunakan sebagai acuan intensitas hasil pencitraan digital sedangkan untuk intensitas warna *Red* memberikan nilai yang tidak berbeda secara signifikan dengan *Blue* dari sumber radiasi cahaya yang dipancarkan oleh kamera. Ketika larutan sampel berwarna hijau maka analisis pencitraan digital dapat menggunakan intensitas komplementer warna biru dan merah dari masing-masing larutan, sehingga menghasilkan data yang sesuai dengan persamaan Lambert Beer [18].

Waktu pengukuran boraks dengan antosianin sangat cepat dan singkat, karena kestabilan antosianin sangat dipengaruhi oleh oksigen sehingga terjadi reaksi oksidasi yang akan mempengaruhi perubahan warna dari antosianin [8]. Hal ini dibuktikan dari nilai absorbansi pada menit pertama hingga ke-3 mengalami peningkatan dan stabil hingga menit ke-5, dan mengalami penurunan pada menit ke-7 dan 10. Semakin lama tetraborat dengan antosianin beraksi di media kertas PAD maka semakin berpotensi terjadi reaksi oksidasi karena oksigen yang dihasilkan dari udara terbuka di ruangan laboratorium. Akibatnya warna hijau yang terbentuk semakin memudar sehingga nilai absorbansi yang dihasilkan semakin menurun. Kerusakan pigmen antosianin diakibatkan oleh adanya oksigen. Berdasarkan penelitian ini, diperoleh waktu optimum

pengukuran adalah tiga menit dan kestabilan waktu pengukuran tetraborat dengan metode yang diusulkan hingga menit kelima

Linearitas tetraborat dengan teknik PAD menggunakan antosianin merupakan kurva kalibrasi standar boraks menggunakan teknik PAD berbasis antosianin dari ekstrak ubi jalar ungu. Kurva ini diplotkan sumbu x adalah konsentrasi boraks dan sumbu y adalah absorbansi. Linearitas pengukuran dilakukan dengan cara menentukan rentang konsentrasi teraborat yang linear dengan metode ini. Nilai absorbansi yang terbesar dari penentuan optimasi pH dan waktu pengukuran terlihat bahwa warna komplementer biru memiliki nilai absorbansi tertinggi dibandingkan warna komplementer lain. Oleh sebab itu, warna komplementer *blue*, digunakan sebagai data acuan dalam penentuan linearitas pengukuran. Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui bahwa metode ini dapat digunakan untuk mengukur tetraborat pada konsentrasi 100 sampai 500 ppm tetraborat. Hal ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan bahwa antosianin dapat mendeteksi boraks dalam rentang 100 hingga 1000 ppm boraks [4]. Dengan adanya metode ini, masyarakat akan dapat meminimalkan konsumsi makanan yang mengandung boraks, yang dapat menimbulkan berbagai penyakit berbahaya bila sudah melebihi ambang batas di dalam tubuh manusia.

Uji validasi PAD-boraks dengan ekstrak ubi jalar ungu dilakukan dengan cara mengaplikasikannya untuk mendeteksi konsentrasi boraks. Uji validasi dilakukan dengan cara menghitung persen perolehan kembali (% *Recovery*) dengan cara membandingkan hasil pengukuran konsentrasi ion boraks yang telah diketahui konsentrasinya menggunakan metode yang telah dikembangkan dengan konsentrasi sampel boraks sebenarnya. Kemudian perobaan diulang dengan sampel boraks dengan konsentrasi yang berbeda (200 dan 300ppm) secara terpisah menggunakan metode yang dikembangkan. Berdasarkan hasil yang telah dilakukan terlihat bahwa warna yang dihasilkan pada sampel 200 ppm lebih muda dibandingkan dengan 300 ppm. Hal ini sebanding dengan nilai absorbansi sampel tetraborat 200 ppm lebih rendah dibandingkan sampel tetraborat 300 ppm. Hal ini sejalan dengan persamaan Lamber Beer. Selanjutnya hasil absorbansi tersebut kemudian dihitung menggunakan persamaan $y = 0,0011x + 0,1016$ dari kurva linearitas tetraborat. % *Recovery* sampel tetraborat dengan metode PAD adalah 87.58 % untuk sampel tetraborat 200 ppm dan 87,95 % untuk sampel tetraborat 300 ppm. Berdasarkan data tersebut menunjukkan metode PAD berbasis pencitraan digital dalam deteksi tetraborat dalam sampel telah memenuhi persyaratan analisis. Hasil persentase *recovery* untuk keperluan analisis dapat memenuhi syarat jika menunjukkan persentase antara 80% - 110% [15].

SIMPULAN

Paper analytical device bisa dikembangkan berbasis reagen antosianin yang diekstraks dari ubi jalar ungu dalam suasana asam yang dapat digunakan untuk pengukuran kuantitatif secara mudah dalam deteksi kandungan tetraborat dalam larutan. Teknik analisis menggunakan pencitraan digital dengan software Image J. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan menghasilkan pH optimum adalah 9. optimasi waktu pengukuan adalah 3 menit dan stabil hingga menit ke-5, rentang konsentrasi linier tetraborat yaitu 100-500 ppm tetraborat. Pada uji validasi metode PAD diperoleh persentase *recovery* 87.58-87,95 % pada sampel tetraborat 200 dan 300 ppm tetraborat. Berdasarkan data tersebut menunjukkan metode PAD berbasis pencitraan digital dalam deteksi tetraborat dalam sampel telah memenuhi persyaratan analisis. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk uji validasi metode PAD-tetraborat dengan metode lain seperti spektrofotometer UV-Vis

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Kesehatan atas hibah Penelitian Dosen Pemula

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Z. Rismiarti, C. Bisri, and Y. Irnawati, "Elektroda Selektif Ion (ESI) Tetraborat Tipe Kawat Terlapis Berbasis Zeolit," *Chem. Prog.*, vol. 8, no. 1, pp. 6–11, 2019, doi: <https://doi.org/10.35799/cp.8.1.2015.9397>.
- [2] D. Kresnadipayana and D. Lestari, "Determination Of Borax Level On Dates (Phoenix Dactylifera) With Uv-Vis Spectrophotometric Method," *J. Wiyata*, vol. 4, no. 1, pp. 23–30, 2017.
- [3] S. Zurimi and F. Assagaf, "Deteksi Boraks Menggunakan Kertas Whatman Dengan Ekstrak Kunyit (Curcuma Longga Linn) Pada Tahu Di Pasar Mardika Kota Ambon," *Glob. Heal. Sci.*, vol. 8, no. 1, pp. 9–12, 2023.
- [4] Anisah, "Deteksi Boraks, Mahasiswa Uniba Gunakan Kulit Buah Naga," *Warta Kampus*, 2017. [Online]. Available: <https://www.wartanasional.com/warta-kampus/pr-3902780593/deteksi-boraks-mahasiswa-uniba-gunakan-kulit-buah-naga>
- [5] Wahyuningsih, L. Wulandari, M. W. Wartono, H. Munawaroh, and A. H. Ramelan, "The Effect of pH and Color Stability of Anthocyanin on Food Colorant," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 193, no. 012047.
- [6] M. A. Afandy, S. Nuryanti, and A. W. . Diah, "Extraction of Purple Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L.) Using Solvent Variation and Its Utilization as Acid-Base Indicator," *J. Akad. Kim.*, vol. 6, no. 2, pp. 78–85, 2017.
- [7] D. Darmawati, N. E. Nur, and M. Asri, "Identifikasi Boraks dengan Indikator Alami Ekstrak Kulit Buah Naga (*Hylocereus Polyrhizus*) Pada Jajanan Bakso di Kecamatan Galang," *J. Kolaboratif Sains*, vol. 6, no. 5, pp. 393–399, 2023.
- [8] M. Hambali and F. Noermansya, "Ekstraksi Antosianin Dari Ubi Jalar Dengan Variasi Konsentrasi Solven, Dan Lama Waktu Ekstraksi," *J. Tek. Kim.*, vol. 20, no. 2, 2015.
- [9] V. N. Ataide, L. F. Mendes, L. I. Gama, W. R. de Araujo, and T. R. Paixão, "Electrochemical paper-based analytical devices: ten years of development," *Anal. Methods*, vol. 12, no. 8, pp. 1030–1054, 2020.
- [10] E. Noviana *et al.*, "Microfluidic paper-based analytical devices: from design to applications," *Chem. Rev.*, vol. 121, no. 19, pp. 11835–11885, 2021.
- [11] E. Noviana, D. B. Carrão, R. Pratiwi, and C. S. Henry, "Emerging applications of paper-based analytical devices for drug analysis: A review," *Anal. Chim. Acta*, vol. 1116, pp. 70–90, 2020.
- [12] C. M. Wang, C. Y. Chen, and W. S. Liao, "Enclosed paper-based analytical devices: Concept, variety, and outlook," *Anal. Chim. Acta*, vol. 1144, pp. 18–174, 2021.
- [13] T. Ozer, C. McMahon, and C. S. Henry, "Advances in paper-based analytical devices," *Annu. Rev. Anal. Chem.*, vol. 13, no. 1, pp. 85–109, 2020.
- [14] Z. Rismiarti, "Penentuan Kadmium menggunakan Metode Paper Analytical Device (PAD) dengan Teknik Pencitraan Digital dalam Sampel Makanan," *J. Ilm. Sains*, vol. 18, no. 11, pp. 10–17, 2018.
- [15] D. Wahyuniati, C. H. Yulianti, and M. Suryandari, "Validasi Metode Analisis Formaldehid Pada Tisu Basah," *J. Pharm. Sci.*, vol. 3, no. 2, p. 47, 2018.
- [16] S. T. J. Fendri, B. A. Martinus, and M. D. Haryanti, "Pengaruh pH Dan Suhu Terhadap Stabilitas Antosianin Dari Ekstrak Kulit Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea Batatas* (L.) Lam.)," *Chempublish J.*, vol. 2, no. 2, pp. 33–41, 2018.
- [17] Z. Rismiarti, "Optimasi Pelarut Ekstraksi Antosianin Dari Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* L. Poir) Untuk Deteksi Boraks Dalam Makanan," *J. Atmos.*, vol. 3, no. 1, pp. 8–13, 2022.
- [18] N. Rosyida, L. Dinira, and E. R. N. Wulandari, "The possibility of smartphone camera to determine iron(III) in solution," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 801, 2019.