

Pengembangan Sensor Berbasis Kertas dengan Detektor Smartphone Untuk Analisis Boraks dalam Matriks Mie Basah

Zipora A. Kusmawan¹, Gregorius Nauledo¹, Fidelis Nitti¹, David Tambaru^{1*}

¹*Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang*

^{*}*Corresponding author, email: david_tambaru@staf.undana.ac.id*

ABSTRACT

Noodle is one of the most common types of food in many countries, including Indonesia. However, noodles often contain borax, a toxic substance. Thus, a regular monitoring of borax content in noodles, especially wet noodles, is very important. Existing methods for borax determination include spectrophotometry UV-Vis, and titration. These method, however, are not suitable for field application, due to the lack of portability in addition to their high-cost. On the other hand, microfluidic paper-based analytical has gained popularity in the last few years thanks to its low-cost, portability, sophisticated instrument free, and low consumption of reagents and samples. This method can also be coupled with smartphone as the detector, that allows this method more portable. Borax detection is based on its reaction with curcumin in acidic solution to form a red-coloured rosocyanine compound. The sensors were fabricated by pre-loading reagents on 6 mm (i.d) circular shaped papers, which after fried, were than used for borax analysis. The red colouring in the sensor was recorded with a smartphone before being analyzed for its Red-Green-Blue (RGB) intensity using digital image approach. Under optimized condition, experimental research shows that the red intensity is linearly proportional to the concentration of borax in the ranges of 0.05 - 1.0 ppm and 30 - 100 ppm. The calibration curves are presented as $y = 13.24x + 11.63$ and $y = 0.196x + 45.45$ with correlation coefficient (R^2) of 0.995 and 0.992, respectively.

Keywords: Digital image, paper-based sensor, curcumin, colorimetric, borax

ABSTRAK

Mie adalah salah satu makanan yang sangat umum di masyarakat termasuk Indonesia. Namun, mie kadang mengandung boraks, suatu zat kimia yang bersifat racun sehingga sangat berbahaya. Oleh karena itu, pengujian kandungan boraks pada mie, khususnya mie basah, perlu dilakukan secara rutin. Metode analisis boraks yang ada selama ini, biasanya menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis. Namun metode tersebut membutuhkan biaya mahal, dan kurang praktis untuk digunakan di lapangan. Sementara itu, sensor berbasis kertas telah menjadi alternatif dalam deteksi berbagai analit karena murah, praktis, tidak membutuhkan peralatan canggih, serta penggunaan sampel dan pereaksi yang sedikit. Selain itu metode ini dapat dibuat lebih praktis lagi dengan menggunakan *smartphone* sebagai detektor yang dapat dibawa ke mana-mana. Sistem deteksi boraks dengan metode ini didasarkan pada reaksi antara boraks dengan kurkumin dalam suasana asam untuk membentuk senyawa rososianin yang berwarna merah. Pereaksi terlebih dahulu diimobilisasi pada kertas saring yang telah dipotong membentuk lingkaran berdiameter 0.6 mm, dan setelah kering, siap digunakan sebagai sensor boraks dengan meneteskan sampel di atas kertas yang telah mengandung pereaksi. Reaksi dengan boraks akan menyebabkan terbentuknya warna merah pada sensor, yang kemudian difoto dengan kamera *smartphone*. Dengan pencitraan digital, foto dianalisis dan intensitas warnanya. Pada kondisi optimum, hasil penelitian menunjukkan bahwa intensitas merah hasil reaksi berbanding lurus dengan konsentrasi boraks pada rentang 0,05-1,0 ppm dan 30 – 100 ppm, dengan persamaan regresi linear masing-masing adalah $y = 13,24x + 11,63$ dan $y = 0,196x + 45,45$ dan koefisien korelasi (R^2) berturut-turut adalah 0,995 dan 0,992.

Kata kunci : Pencitraan digital, sensor berbasis kertas, kurkumin, kolorimetri, boraks.

PENDAHULUAN

Mie merupakan salah satu jenis makanan yang banyak diminati oleh hampir seluruh lapisan masyarakat karena proses penyajiannya yang praktis, banyak tersedia di berbagai tempat dan harganya yang cukup terjangkau. Pada proses pembuatan, khususnya mie basah yaitu mie dengan kandungan air di atas 52%, sering ditambahkan boraks untuk meningkatkan daya tahan mie tersebut terhadap kerusakan dan kebasian^{1,2}.

Boraks adalah sebuah zat kristal berwarna putih, tak berbau dan stabil pada suhu dan tekanan normal. Zat ini sering dimanfaatkan sebagai bahan antiseptik, bahan pembuat deterjen dan bahan pengolahan air untuk mengurangi kesadahan. Selain itu boraks juga digunakan sebagai bahan tambahan pada produk obat-obatan seperti salep, bedak, pencuci mata dan lainnya^{3,4}. Namun, dalam beberapa waktu terakhir, bahan kimia ini juga telah digunakan untuk meningkatkan tekstur dan kekenyalan beberapa bahan makanan disamping manfaatnya sebagai pengawet⁵. Di antaranya telah dilaporkan bahwa ikan laut, mie basah, tahu dan bakso berturut-turut merupakan bahan makanan yang paling banyak mengandung formalin dan boraks⁶.

Kandungan boraks dalam makanan, bahkan pada konsentrasi yang rendah, dapat menyebabkan keracunan pada sel tubuh. Kerusakan tersebut dapat berupa kerusakan pada sistem saraf pusat, saraf perifer, kardiovaskuler, hati, ginjal dan lainnya^{3,6,7}. Oleh karena itu, pemeriksaan secara rutin terhadap kandungan boraks dalam bahan makanan khususnya yang beredar di masyarakat sangat perlu dilakukan.

Metode analisis kuantitatif boraks umumnya dilakukan dengan metode di antaranya adalah asam-basa, spektrofotometer UV-Vis⁸, nanopartikel⁹ dan lainnya. Namun, metode-metode ini memerlukan waktu yang panjang untuk analisis, serta membutuhkan pereaksi dan sampel dalam volume yang banyak, dan sebagiannya bergantung kepada ketersediaan listrik, di samping biaya operasional tinggi. Selain itu, metode-metode ini membutuhkan operator dengan keterampilan khusus.

Sensor berbasis kertas merupakan salah satu metode analisis sederhana dan praktis yang berkembang pesat selama hampir dua dekade terakhir ini. Metode ini tidak memerlukan peralatan yang canggih, biaya analisis yang murah, ramah lingkungan dan dapat langsung digunakan di lokasi sampel. Metode ini pertama kali dikembangkan oleh kelompok riset yang dipimpin oleh Whitesides yang menggunakan material kertas untuk mendeteksi glukosa dan protein¹⁰. Sejak itu berbagai artikel penelitian dipublikasikan dengan berbagai penerapannya untuk analisis sampel lingkungan, makanan, maupun untuk diagnostik¹¹⁻¹⁴. Untuk meningkatkan kepraktisan dan sensitivitas dari sensor kertas ini, pencitraan digital yang telah digunakan dalam beberapa metode deteksi lainnya, kemudian digunakan dalam metode analisis berbasis kertas ini, baik dengan menggunakan kamera^{15,16}, scanner atau kamera telepon genggam sebagai detektor^{17,18}.

Dalam penelitian ini, peneliti mengembangkan sensor kertas untuk mendeteksi boraks yang didasarkan pada reaksi selektif boraks dengan pereaksi alami kurkumin yang tersedia melimpah di alam dan murah. Sensor ini diaplikasikan untuk mengukur kadar boraks dalam adonan mie basah.

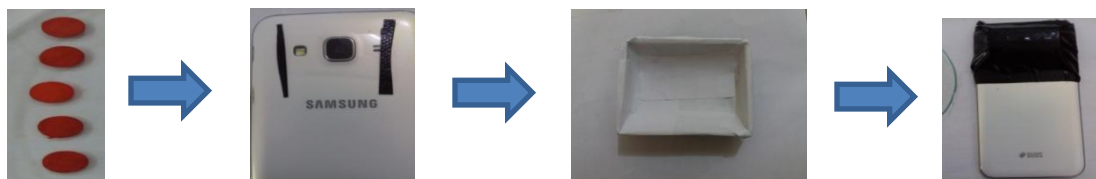
HASIL DAN PEMBAHASAN

Fabrikasi Sensor

Dalam penelitian ini, sensor untuk mendeteksi boraks dibuat dengan menggunakan teknik *cutting* seperti yang telah dilaporkan Tambaru, dkk.¹⁷, serta dalam prosiding sebelumnya¹⁹. Kertas saring Whatman no 42 dipilih sebagai media sensor karena memiliki keunggulan berupa tekstur yang halus, tebal dan berpori kecil sehingga dapat menyerap lebih banyak pereaksi¹⁹. Kertas dipotong berbentuk lingkaran dengan menggunakan pelubang kertas berdiameter 0.6 mm, yang banyak tersedia secara komersial. Dengan metode ini, pembuatan sensor menjadi lebih praktis dan dapat berfungsi dengan baik.

Kertas berbentuk lingkaran yang telah dipotong, diimmobilisasi dengan 3 μ L pereaksi kurkumin, yang menyebabkan kertas sensor berubah menjadi kuning, lalu setelah dikeringanginkan selama 5 menit, diikuti dengan penambahan 3 μ L larutan HCl yang menyebabkan sensor berubah warna menjadi kecoklatan. Setelah dikeringakan selama 10 menit, sensor siap digunakan untuk mendeteksi boraks¹⁹.

Pengambilan gambar untuk digunakan sebagai signal analitik, dilakukan dengan menempatkan sensor yang telah ditetesi larutan sampel, pada permukaan kamera *smartphone*, ditutup dengan plastik laminating, kemudian ditutup dengan sebuah kotak kecil terbuat dari kertas karton untuk mencegah pengaruh cahaya luar terhadap intensitas warna gambar.



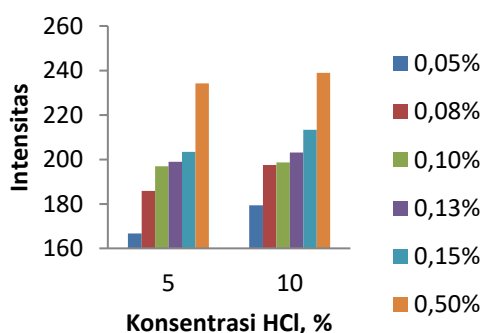
Gambar 1. Foto proses dan perangkat pengambilan gambar (direproduksi dari referensi¹⁹)

Optimasi Pereaksi dan Waktu Pembentukan Warna

Optimasi pereaksi kurkumin

Sebagai pereaksi kolorimetrik untuk deteksi, konsentrasi kurkumin merupakan faktor yang sangat berpengaruh dalam reaksi analisis. Oleh karena itu konsentrasi kurkumin yang menunjukkan kinerja terbaik ditentukan dengan melakukan variasi konsentrasi kurkumin dalam rentang 0,05 - 0,5%, dengan konsentrasi HCl yang tetap yaitu 5% dan 10%. Sebagai model analit, pada eksperimen ini, digunakan larutan boraks 0,05 ppm, dan perubahan warna difoto dengan kamera *smartphone* Samsung Galaxy J5 dengan resolusi 13 megapixel dan intensitas warna *Red*, *Green*, *Blue* (RGB) dianalisis dengan program *microsoft Visual c# 2010 Express 2010*.

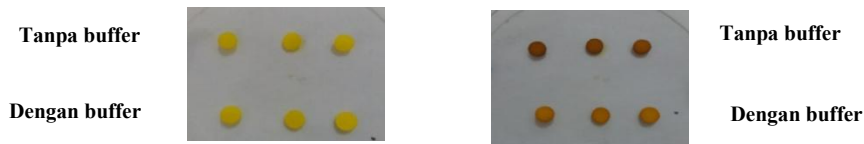
Hasil eksperimen menunjukkan bahwa intensitas *Red* menunjukkan nilai yang lebih tinggi dan dinamis terhadap konsentrasi kurkumin. Intensitas warna dari sensor semakin meningkat dengan meningkatnya konsentrasi kurkumin, baik dengan HCl 5% maupun HCl 10% (Gambar 2). Oleh karena itu konsentrasi kurkumin 0,5% dipilih sebagai konsentrasi kurkumin optimum.



Gambar 2. Kurva hubungan antara konsentrasi kurkumin dan intensitas *Red*.

Penambahan buffer pH 5 dalam pembuatan larutan kurkumin memberikan pengaruh yang signifikan pada kestabilan warna sensor. Sensor yang telah diimmobilisasi dengan kurkumin akan berubah menjadi kuning, dan setelah dilanjutkan dengan penambahan HCl, kurkumin yang tidak dilarutkan dalam buffer akan berubah warna secara signifikan menjadi merah kecoklatan setelah dalam waktu 10 menit, sedangkan yang dilarutkan dalam buffer, menunjukkan perubahan yang kurang signifikan seperti yang disajikan pada Gambar 4. Dengan demikian penggunaan buffer

memungkinkan sensor untuk menunjukkan perubahan warna yang lebih nyata pada saat direaksikan dengan boraks, yang akan membentuk warna merah.

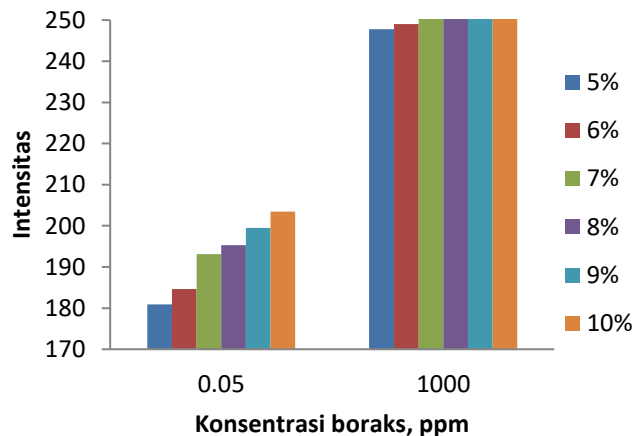


Gambar 3. Foto perbedaan warna sensor yang menggunakan buffer dan tanpa buffer setelah ditambahkan HCl dan didiamkan selama (a) 0 menit (b) 10 menit.

Optimasi HCl

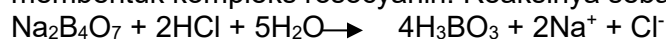
Optimasi konsentrasi HCl dilakukan dengan memvariasikan konsentrasi HCl dari 5 sampai 10% pada konsentrasi kurkumin optimum. Seperti langkah optimasi kurkumin, masing-masing sebanyak 3 μ L kurkumin optimum dan HCl berbagai konsentrasi diteteskkan pada sensor. Efek variasi konsentrasi HCl kemudian dievaluasi setelah sensor ditetesi dengan larutan boraks 0,05 ppm dan 1000 ppm. Perubahan warna sensor kemudian difoto dan dianalisis seperti prosedur optimasi kurkumin di atas.

Terdapat 6 variasi konsentrasi larutan HCl yaitu 5%-10% yang dicoba pada sampel murni boraks 0,05 ppm (konsentrasi rendah) dan 1000 ppm (konsentrasi tinggi) dengan konsentrasi kurkumin 0,5%. Hasil optimasi konsentrasi kurkumin disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Kurva Hubungan Konsentrasi HCl dengan Intensitas.

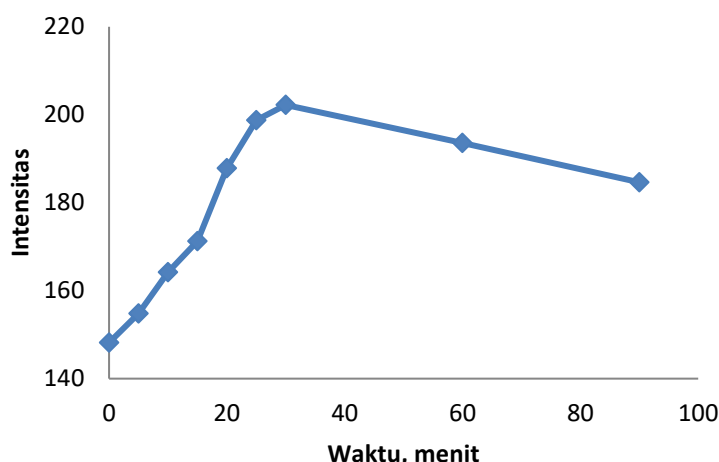
Berdasarkan kurva pada Gambar 4 terlihat bahwa konsentrasi HCl berpengaruh terhadap terbentuknya kompleks warna rosocyanin pada sensor dalam mendeteksi boraks pada kadar rendah. Keadaan sensor harus benar-benar asam sebelum proses identifikasi karena dalam keadaan basa sensor yang telah terimobilisasi kurkumin akan berwarna merah kecoklatan dan ini akan menghasilkan sampel positif semu mengandung boraks. Selain itu HCl akan mengubah mengubah larutan boraks menjadi asam borat yang nantinya akan bereaksi dengan kurkumin membentuk kompleks rosocyanin. Reaksinya sebagai berikut:



Optimasi pembentukan warna

Salah satu faktor yang penting sebagai penentu kinerja sebuah sensor adalah kestabilan perubahan warna khususnya warna senyawa produk yang menjadi signal analitik. Sensor boraks ini direkam perubahan warnanya pada berbagai durasi waktu dari 0 menit hingga 90 menit, setelah direaksikan dengan larutan standar boraks 0,05 ppm. Pengamatan ini dilakuakn secara visual dan secara pencitraan digital.

Sebagaimana tersaji pada Gambar 4, Pembentukan warna sensor dapat diketahui dari perubahan warna sensor secara visual dan nilai intensitas warna. Hasil penentuan kestabilan dan optimasi warna sensor disajikan pada Gambar 4, intensitas warna meningkat seiring dengan bertambahnya waktu hingga mencapai nilai tertinggi pada menit ke 30. Hal ini sejalan dengan pengukuran boraks konsentrasi tinggi, 1000 ppm¹⁹.



Gambar 4. Kurva Pembentukan warna yang dihasilkan oleh sensor setelah ditetesi dengan 0,05 ppm boraks, dengan variasi waktu 0-90 menit menggunakan *Pencitraan Digital*.


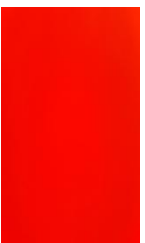



Kurva kalibrasi

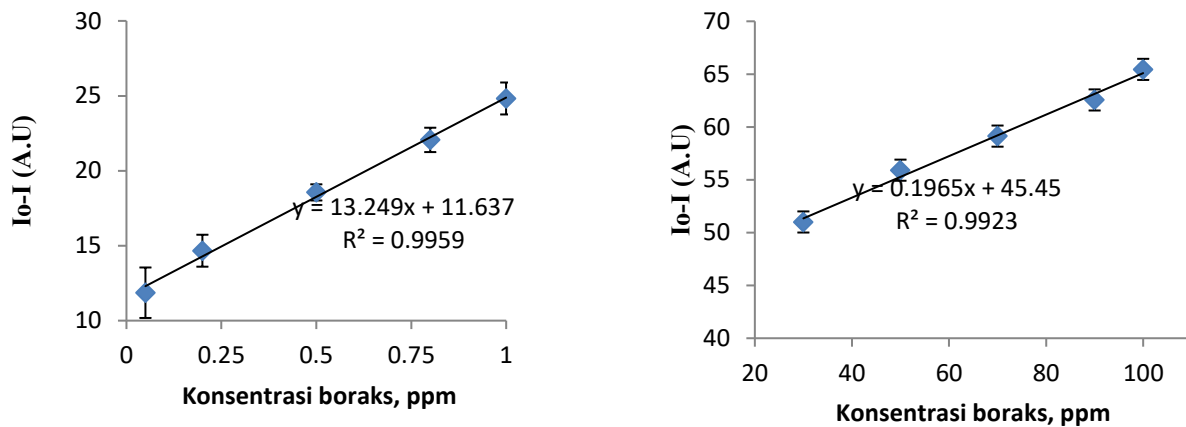
Dengan menggunakan kondisi optimum di atas, sensor digunakan untuk mengukur intensitas warna sensor setelah ditetesi boraks pada berbagai konsentrasi berturut-turut 0,05; 0,2; 0,5; 0,8; 1; 30; 50; 70; 90 dan 100 ppm. Kurva pada Tabel 1, Tabel 2, dan Gambar 5 menunjukkan adanya hubungan yang linear antara intensitas *red* dan konsentrasi larutan boraks pada rentang 0,05-1 ppm dan 30-100 ppm. Linearitas dari hubungan antara intensitas dengan konsentrasi boraks terlihat dari besarnya koefisien korelasi (R^2) yang diperoleh berturut-turut sebesar 0,995 dan 0,992 dengan persamaan regresi berturut-turut $Y = 13,24x + 11,63$ dan $Y = 0,196x + 45,45$.

Tabel 1. Foto warna sensor setelah bereaksi dengan boraks pada konsentrasi 0 sampai 1 ppm

Boraks, ppm	Blanko	0.05	0.2	0.5	0.8	1
Foto						

Tabel 2. Foto warna sensor setelah bereaksi dengan boraks pada konsentrasi 0 sampai 1 ppm

Boraks, ppm	30	50	70	90	100
Foto					



Gambar 5. Kurva kalibrasi hubungan antara konsentrasi boraks dengan $I_o - I$ (a) boraks konsentrasi 0,05-1,0 ppm (b) boraks konsenrasi 30-100 ppm

Aplikasi Sensor pada Penentuan Kadar Boraks dalam Adonan Mie Sintetik

Larutan adonan mie sintetik yang dispiked dengan boraks dengan konsentrasi akhir 0 ppm, 0,4 ppm dan 33 ppm, dianalisis menggunakan sensor kertas yang telah dibuat seperti di atas, kemudian hasil perubahan warna pada sensor difoto, kemudian dianalisis dengan *Microsoft Visual c# expres 2010*. Berikut disajikan tabel konsentrasi yang terukur dengan konsentrasi sebenarnya yang dianalisis menggunakan *Microsoft Visual c# expres 2010*.

Tabel 3. Pengukuran Sampel Mie Sintetik

C sebenarnya (ppm)	0	0,4	33
C terukur (ppm) c#	0,339	0,724	34,206

Foto

Data di atas menunjukkan bahwa sensor menunjukkan presisi (%RSD) yang baik yaitu 1.9%, dan batas deteksi ($3 \times$ simpangan baku/slope) yang cukup rendah yaitu 0.16 ppm. Namun perolehan kembali masih perlu ditingkatkan khususnya pada konsentrasi rendah.

Kesimpulan

Sensor berbasis kertas dengan menggunakan reagen kurkumin dan ditandemkan dengan kamera smartphone telah dikembangkan. Sensor ini memenuhi hukum Lambert Beer dengan nilai derajat determinasi (R^2) yang didapat berturut-turut 0,995 dan 0,992, persamaan regresinya $Y = 13,24x + 11,63$ dan $Y = 0,196x + 45,45$, yang menunjukkan bahwa respon sensor berbanding lurus dengan konsentrasi boraks yang terdapat dalam sampel. Peningkatan kinerja sensor ini perlu ditingkatkan khususnya untuk analisis kadar boraks di bawah 1 ppm.

DAFTAR PUATAKA

1. Purwanti, A. and D.L. Salbiah, *Identifikasi Boraks dan Formalin Pada Mie Basah Dalam Soto Mie*. Meditory, 2023. **11**(1): p. 63-70.
2. Winarno, F.G. and T.S. Rahayu, *Bahan Tambahan Untuk Makanan Dan Kontaminan*. 1994, Jakarta: Pustaka Sinar Harapan.
3. Hadrup, N., M. Frederiksen, and A.K. Sharma, *Toxicity of boric acid, borax and other boron containing compounds: A review*. Regul Toxicol Pharmacol, 2021. **121**: p. 104873.
4. Christina, O.D., S. Mahesa, and N. Wirawati, *Penetapan Kadar Boraks Pada Makanan Yang Beredar Di Pasar Semarang Timur Menggunakan Metode Spektrofotometri UV-Vis*. Jurnal Farmasi & Sains Indonesia, 2024. **6**(2): p. 168-173.
5. Rahim, S., F.I. Dukalang, and A.S. Abas, *Examination of Hazardous Food Additives (Borax) in Meatballs in the City of Gorontalo*. Journal of Health, Technology and Science (JHTS), 2022. **3**(4): p. 72-81.
6. Widyan, R. and W.R. Ratulangi, *Identifikasi Formalin dan Boraks Pada Sampel Tahu, Mie Kuning dan Terasi Menggunakan Tes Kit*. Jurnal Sains dan Teknologi, 2024. **6**(1): p. 71-77.
7. Nurlailia, A., L. Sulistyorini, and S.I. Puspikawati, *Analisis Kualitatif Kandungan Boraks pada Makanan di Wilayah Kota Banyuwangi*. Media Gizi Kesmas, 2021. **10**(2): p. 254-260.
8. Rusli, R., *Determination of borax content in wet noodles circulating in market by uv-vis spectrophotometry method using curcumin reagent*. International Journal of Nursing and Midwifery Research, 2022. **1**(1): p. 1-8.
9. Banerjee, S. and P. Das, *Sensitive detection of borax in real food samples by red emissive carbon nanoparticle displaying multifunctional compatibility including faraway smartphone based sensing*. Sensors and Actuators B: Chemical, 2024. **401**.
10. Martinez, A.W., et al., *Patterned paper as a platform for inexpensive, low-volume, portable bioassays*. Angew Chem Int Ed Engl, 2007. **46**(8): p. 1318-20.
11. Yakoh, A., et al., *Simple and selective paper-based colorimetric sensor for determination of chloride ion in environmental samples using label-free silver nanoprisms*. Talanta, 2018. **178**: p. 134-140.

12. Firdaus, M., et al., *Smartphone Coupled with a Paper-Based Colorimetric Device for Sensitive and Portable Mercury Ion Sensing*. Chemosensors, 2019. **7**(2).
13. Uhlikova, N., et al., *Microfluidic paper-based analytical device for the speciation of inorganic nitrogen species*. Talanta, 2024. **271**: p. 125671.
14. Sabarudin, A., et al., *Enhanced detection of albumin-creatinine ratio in urine using gold nanoparticle-integrated 3D-connector microfluidic paper-based analytical devices for early diagnosis of chronic kidney disease*. Microchemical Journal, 2025. **211**(113071).
15. Tambaru, D., N.A. Grandivoriana, and F. Nitti, *Digital-Based Image Detection System in Simple Silver Nanoparticles-based Cyanide Assays*. Research Journal of Chemistry and Environment, 2018. **22**(II (Special Issue)): p. 10-14.
16. Andrade, S.I.E., et al., *A digital image-based flow-batch analyzer for determining Al(III) and Cr(VI) in water*. Microchemical Journal, 2013. **109**: p. 106-111.
17. Tambaru, D., et al., *Development of paper-based sensor coupled with smartphone detector for simple creatinine determination*, in *International Conference on Chemistry, Chemical Process and Engineering (IC3PE) 2017*. 2017, AIP Publishing: Padjajaran University, Bandung. p. 1-6.
18. Nitti, F., et al., *Simple Microfluidic Paper-Based Analytical Device (μ -PAD) Coupled with Smartphone for Mn(II) Detection Using Tannin as a Green Reagent*. Indonesian Journal of Chemistry, 2023. **23**(4).
19. Kusmawan, Z.A. and D. Tambaru, *Respon Sensor Berbasis Smartphone untuk Analisis Boraks Konsentrasi Tinggi*, in *SEMINAR SAINS DAN TEKNIK (SAINSTEK) Ke-3 2016*, A.O.M. Dima, et al., Editors. 2016, Undana Press: Kupang.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah alat-alat gelas umum yang biasa digunakan di laboratorium, pada penelitian ini digunakan alat pelubang kertas, pipet mikro, *smartphone* berbasis Android Samsung Galaxy J5 dengan resolusi 13 megapixel, serta program *Microsoft Visual c# expres 2010*. Bahan-bahan yang digunakan adalah boraks p.a (Merck) untuk pembuatan larutan standar, sedangkan larutan kurkumin sebagai pereaksi kolorimetrik disiapkan dari bahan kurkumin p.a (Merck), serta larutan HCl diencerkan dari HCl pekat (Merck) dengan aquadest (Water One). Selain itu dalam penelitian ini digunakan juga asam asetat glasial (Merck), natrium asetat, sedangkan untuk material sensor digunakan kertas Whatman® no 42. Sample adonan mie basah dibuat sendiri di laboratorium dengan bahan yaitu tepung terigu (kompas), telur, garam dapur, dan soda kue. Sementara pada desain perekaman gambar digunakan lakban hitam.

Penyiapan Larutan

Sederet larutan kurkumin dengan konsentrasi 0,05% hingga 0,5 % dibuat dengan menimbang sebanyak 0,05 hingga 0,5 g kurkumin sesuai dengan konsentrasi masing-masing, kemudian dilarutkan dengan 80 mL asam asetat glasial ke dalam labu ukur 100 mL dan diimpitkan hingga tanda batas dengan larutan buffer asetat pH 5. Larutan tersebut disimpan dalam wadah tertutup dan gelap. Larutan HCl dengan konsentrasi 5 sampai 10% dibuat dengan mengencerkan HCl pekat sesuai konsentrasi masing-masing. Sementara larutan induk boraks 1000 ppm disiapkan terlebih dahulu kemudian digunakan untuk menyiapkan deretan larutan standar dengan konsentrasi 0,05 hingga 100 ppm.

Penyiapan Adonan Mie Sintetik

Pembuatan adonan mie basah yang terspike boraks sebagai model sampel dilakukan dengan mencampurkan 250 mg tepung terigu, 1 butir telur, 0,4 gram soda kue atau natrium karbonat dan garam sebanyak 0,4 gram serta aquadest 15 mL. Setelah diaduk hingga merata, sebanyak masing-masing 20 g adonan ditambahkan dengan boraks 0,1 mg boraks untuk



membuat adonan mie basah dengan kandungan boraks sebesar 4 ppm, sementara penambahan 4 mg boraks menghasilkan adonan dengan 33 ppm boraks. Setelah dicampur siap digunakan untuk bahan pembuatan mie. Selain itu disiapkan pula adonan dengan proses yang sama tanpa penambahan boraks untuk digunakan sebagai kontrol.

Untuk pengukuran kandungan boraks dalam adonan mie basah sintetik dengan menggunakan sensor kertas, sebanyak 0,5 gram mie basah dengan kandungan boraks 0.4 ppm dan 33 ppm masing ditambahkan 30 mL dan 60 mL aquades mendidih. Campuran disaring dan filtratnya digunakan untuk analisis boraks dengan sensor kertas yang dibuat.