

**PEMANFAATAN EKSTRAK KULIT UBI JALAR UNGU
DALAM DETEKSI BORAKS PADA KERUPUK PULI YANG
DIJUAL DI PASAR NGEMPLAK TULUNGAGUNG**

TUGAS AKHIR

ANGELITA RAJINIA LAUREN

P17120223030



**KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
POLITEKNIK KESEHATAN KEMENTERIAN KESEHATAN MALANG
JURUSAN ANALISIS FARMASI DAN MAKANAN
PROGRAM STUDI D3 ANALISIS FARMASI DAN MAKANAN**

2025

**PEMANFAATAN EKSTRAK KULIT UBI JALAR UNGU
DALAM DETEKSI BORAKS PADA KERUPUK PULI YANG
DIJUAL DI PASAR NGEMPLAK TULUNGAGUNG**

Tugas akhir disusun sebagai salah satu persyaratan menyelesaikan program pendidikan Diploma 3 di Program Studi D3 Analisis Farmasi dan Makanan Jurusan Analisis Farmasi dan Makanan Politeknik Kesehatan Kemenkes Malang

ANGELITA RAJINIA LAUREN

P17120223030



**KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
POLITEKNIK KESEHATAN KEMENTERIAN KESEHATAN MALANG
JURUSAN ANALISIS FARMASI DAN MAKANAN
PROGRAM STUDI D3 ANALISIS FARMASI DAN MAKANAN**

2025

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya Saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah Saya nyatakan dengan benar.

Nama : Angelita Rajinia Lauren

NIM : P17120223030

Tanda Tangan :



Tanggal : 18 Februari 2025

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir

“PEMANFAATAN EKSTRAK KULIT UBI JALAR UNGU DALAM DETEKSI
BORAKS PADA KERUPUK PULI YANG DIJUAL DI PASAR NGEMPLAK
TULUNGAGUNG”

Disusun oleh:

Nama : Angelia Rajinia Lauren

NIM : P17120223030

Mengetahui,
Ketua Program Studi
DIII-Analisis Farmasi dan Makanan



Elok Widayanti, S.Si., M.Si
NIP. 197907252009122001

Tanggal disetujui, 20 Februari 2025
Pembimbing,

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'R. Asworo'.

Riska Yudhistia Asworo, M. Si
NIP. 919900915201710201

HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

PEMANFAATAN EKSTRAK KULIT UBI JALAR UNGU DALAM DETEKSI
BORAKS PADA KERUPUK PULI YANG DIJUAL DI PASAR NGEMPLAK
TULUNGAGUNG

Oleh:

Angelita Rajinia Lauren

P17120223030

Telah dipertahankan dalam seminar di depan Dewan Penguji
pada tanggal 24 Februari 2025

SUSUNAN TIM PENGUJI

Ketua,

Hanandayu Widiastuti, S.Si., M.Si
NIP. 198809072023212033

()

Anggota,

Riska Yudhistia Asworo, M. Si
NIP. 919900915201710201

()

Malang, 24 Februari 2025

Ketua Jurusan
Analisis Farmasi Dan Makanan Politeknik
Kesehatan Kemenkes Malang



Tanto Haryanto, S.Kep., Ns., M.Biomed
NIP. 197207079996031003

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT. yang telah melimpahkan berkah, rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Pemanfaatan Ekstrak Kulit Ubi Jalar Ungu Dalam Deteksi Boraks Pada Kerupuk Puli Yang Dijual di Pasar Ngemplak Tulungagung” dengan baik. Penyusunan tugas akhir ini sebagai salah satu persyaratan untuk kelulusan dan memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi D3 Analisis Farmasi dan Makanan Politeknik Kesehatan Kemenkes Malang.

Dalam penyusunan tugas akhir ini tidak luput berkat dukungan, bantuan dan kerja sama dari berbagai pihak. Maka penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Moh. Wildan, A.Per.Pen., M.Pd. selaku Direktur Politeknik Kesehatan Kemenkes Malang
2. Tanto Hariyanto, S.Kep, Ns, M.Biomed. selaku Ketua Jurusan Analisis Farmasi dan Makanan Politeknik Kesehatan Kemenkes Malang
3. Elok Widayanti, S.Si., M.Si. selaku Ketua Program Studi D3 Analisis Farmasi dan Makanan Politeknik Kesehatan Kemenkes Malang.
4. Riska Yudhistia Asworo, S.T., M.Si., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan saran yang sangat membantu dalam penyusunan tugas akhir
5. Hanandayu Widwastuti, S.Si., M.Si selaku dosen penguji yang telah bersedia menjadi dosen penguji dan memberikan masukan saran pada penulis.
6. Dosen Program Studi D3 Analisis Farmasi dan Makanan yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan selama perkuliahan
7. Petugas laboratorium yang telah membantu penulis dalam penggunaan alat, instrumen dan bahan serta memberikan semangat dalam penyelesaian penelitian.
8. Ayah dan ibu yang selalu memberikan doa dan restunya serta senantiasa memberikan dukungan moral maupun material sehingga memberikan semangat untuk tidak menyerah dan menjadi alasan bagi penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Kakak-kakak dan seluruh keluarga yang selalu memberikan dukungan dan bantuan secara moral maupun material dalam penyusunan tugas akhir ini
10. Teman-teman seperjuangan D3 Analisis Farmasi dan Makanan serta seluruh pihak yang selalu memberikan semangat satu sama lain.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk dijadikan bahan evaluasi kedepannya.

Malang, 20 Februari 2025
Penulis,

Angelita Rajinia Lauren
NIM. P17120223030

PEMANFAATAN EKSTRAK KULIT UBI JALAR UNGU DALAM DETEKSI BORAKS PADA KERUPUK PULI YANG DIJUAL DI PASAR NGEMPLAK TULUNGAGUNG

Lauren*, Asworo

Program Studi D3 Analisis Farmasi dan Makanan Poltekkes Kemenkes Malang

Email: angelita.reginia.lauren@gmail.com

ABSTRAK

Latar Belakang: Validasi metode adalah salah satu penjaminan mutu dalam memenuhi persyaratan laboratorium terstandar. Proses validasi metode dilakukan pada metode pengembangan bahan alam. Salah satunya antosianin pada kulit ubi jalar ungu yang digunakan dalam deteksi boraks berdasarkan pH. Boraks merupakan bahan yang dilarang sebagai bahan tambahan pangan, tetapi masih banyak ditemui di produk pangan kerupuk puli. Sehingga dilakukan validasi metode dan penetapan kadar boraks pada kerupuk puli yang dijual di Pasar Ngemplak Tulungagung. **Tujuan:** Untuk mendeteksi boraks pada kerupuk puli yang dijual di Pasar Ngemplak Tulungagung dengan memanfaatkan ekstrak kulit ubi jalar ungu. **Metode Penelitian:** Metode penelitian yang dilakukan secara eksperimental dengan uji organoleptik, pembuatan komparator warna dengan variasi konsentrasi boraks, validasi metode dan pengujian boraks pada kerupuk puli secara kualitatif dan kuantitatif. **Hasil:** Hasil secara organoleptik pada 5 sampel berkemungkinan mengandung boraks dengan ciri-ciri tekstur renyah dan rasa getir. Ekstrak kulit ubi jalar ungu dapat mendeteksi boraks pada komparator warna dengan perubahan warna pada setiap variasi konsentrasi boraks 0,05%-1%. Proses validasi metode menggunakan instrumen Spektrofotometer UV-Vis telah memenuhi persyaratan. Hasil uji kualitatif menunjukkan adanya boraks dan uji kuantitatif menghasilkan kadar boraks kecil. **Kesimpulan:** Metode penetapan kadar boraks dengan ekstrak kulit ubi jalar ungu telah memenuhi persyaratan validasi metode yang meliputi linieritas dengan R^2 0,996; LoD 0,028%; LoQ 0,095%; akurasi 101,04%; dan RSD 1,8%. Serta sampel mengandung boraks dengan kadar berkisar antara 0,0002%-0,0004%.

Kata kunci: Validasi metode, kulit ubi jalar ungu, antosianin, kerupuk puli, boraks

*UTILIZATION OF PURPLE SWEET POTATO PEEL EXTRACT IN BORAX
DETECTION IN PULI CRACKERS SOLD IN NGEMPLAK TULUNGAGUNG
MARKET*

Lauren*, Asworo

D3 *Pharmaceutical and Food Analysis Study Program*, Poltekkes Kemenkes
Malang

Email: angelita.reginia.lauren@gmail.com

ABSTRACT

Background: *Method validation is one of the quality assurance in meeting the requirements of standardized laboratories. The method validation process is carried out on the natural material development method. One of them is anthocyanin in purple sweet potato skin which is used in borax detection based on pH. Borax is a material that is prohibited as a food additive, but is still widely found in puli cracker food products. So that method validation and determination of borax levels in puli crackers sold at Ngemplak Market, Tulungagung were carried out. Objective:* To detect borax in puli crackers sold at Ngemplak Market, Tulungagung by utilizing purple sweet potato skin extract. **Research Method:** *The research method was carried out experimentally with organoleptic tests, making color comparators with variations in borax concentration, method validation and testing borax on puli crackers qualitatively and quantitatively. Results:* The organoleptic results in 5 samples are likely to contain borax with the characteristics of a crunchy texture and bitter taste. Purple sweet potato skin extract can detect borax on a color comparator with color changes at each variation of borax concentration of 0.05% -1%. The method validation process using the UV-Vis Spectrophotometer instrument has met the requirements. The results of the qualitative test showed the presence of borax and the quantitative test produced small levels of borax. **Conclusion:** *The method of determining borax levels with purple sweet potato skin extract has met the method validation requirements including linearity with R² 0.996; LoD 0.028%; LoQ 0.095%; accuracy 101.04%; and RSD 1.8%. And the sample contains borax with levels ranging from 0.0002% -0.0004%.*

Keywords: *Method validation, purple sweet potato skin, anthocyanin, puli crackers, borax*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	
HALAMAN PERSETUJUAN.....	
HALAMAN PENGESAHAN.....	
KATA PENGANTAR.....	i
ABSTRAK.....	ii
ABSTRACT.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.3.1 Tujuan Umum.....	5
1.3.2 Tujuan Khusus.....	5
1.4 Manfaat.....	5
1.5 Kerangka Konsep	6
BAB II.....	7
TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Validasi Metode.....	7
2.1.1 Linieritas.....	7
2.1.2 Akurasi	7
2.1.3 Presisi	8
2.1.4 <i>Limit of Detection (LoD)</i>	9
2.1.5 <i>Limit of Quantitation (LoQ)</i>	10
2.2 Antosianin.....	10
2.3 Ubi Jalar Ungu.....	11
2.4 Boraks.....	13
2.5 Kerupuk Puli.....	14

2.6	Bahan Tambahan Pangan.....	16
2.7	Spektrofotometer <i>UV-Vis</i>	18
BAB III		21
METODE PENELITIAN		21
3.1	Jenis Penelitian	21
3.2	Waktu dan tempat penelitian.....	21
3.3	Populasi dan Sampel.....	21
3.3.1	Populasi	21
3.3.2	Sampel.....	21
3.4	Alat dan Bahan	21
3.4.1	Alat.....	21
3.4.2	Bahan.....	22
3.5	Variabel Penelitian.....	22
3.5.1	Variabel Bebas (<i>Independent Variable</i>).....	22
3.5.2	Variabel Terikat (<i>Dependent Variable</i>).....	22
3.6	Definisi Operasional	22
3.7	Prosedur Penelitian	23
3.7.1	Ekstraksi Kulit Ubi Jalar Ungu	23
3.7.1.1	Pembuatan Larutan HCl 1% (v/v%).....	23
3.7.1.2	Pembuatan Ekstrak Kulit Ubi Jalar Ungu.....	23
3.7.2	Pengamatan Fisik.....	23
3.7.3	Pembuatan Komparator Warna.....	24
3.7.4	Penentuan Panjang Gelombang Maksimum.....	24
3.7.5	Pembuatan Kontrol Positif dan Kontrol Negatif.....	24
3.7.6	Validasi Metode.....	25
3.7.6.1	Linieritas	25
3.7.6.2	<i>LoD dan LoQ</i>	25
3.7.6.3	Akurasi.....	25
3.7.6.4	Presisi.....	26
3.7.7	Penetapan Kadar Boraks Pada Sampel.....	26
3.7.7.1	Uji Kualitatif Pada Kerupuk Puli.....	26
3.7.7.2	Uji Kuantitatif Pada Kerupuk Puli.....	26
3.8	Penyajian dan Pengolahan Data	27
3.8.1	Penyajian data.....	27

3.8.2 Pengolahan Dan Analisis Data	29
BAB IV	31
HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Pengamatan Fisik.....	31
4.2 Komparator Warna	34
4.3 Validasi Metode.....	39
4.3.1 Penetapan Panjang Gelombang Maksimum	39
4.3.2 Linieritas.....	40
4.3.3 <i>Limit of Detection (LoD)</i>	42
4.3.4 <i>Limit of Quantitation (LoQ)</i>	42
4.3.5 Akurasi	43
4.3.6 Presisi	43
4.4 Penetapan Kadar Boraks Pada Sampel.....	44
4.4.1 Uji Kualitatif Kerupuk Puli.....	44
4.4.2 Uji Kuantitatif Kerupuk Puli.....	47
BAB V	49
KESIMPULAN DAN SARAN	49
5.1 Kesimpulan.....	49
5.2 Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA.....	50
LAMPIRAN.....	56
BAB V	48
KESIMPULAN DAN SARAN	48
5.3 Kesimpulan.....	48
5.4 Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA.....	49
LAMPIRAN.....	55

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Persyaratan akurasi.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2.2 Persyaratan presisi.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2.3 SNI 01-4307-1996.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.1 Data organoleptik	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.2 Data komparator warna	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.3 Data absorbansi komparator warna	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.4 Data akurasi	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.5 Data presisi	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.6 Data uji kualitatif kerupuk puli.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.7 Data uji kuantitatif kerupuk puli.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.1 Hasil uji organoleptik	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.2 Hasil komparator warna	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.3 Hasil absorbansi komparator warna	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.4 Hasil uji akurasi.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.5 Hasil uji presisi.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.6 Hasil uji kualitatif kerupuk puli.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.7 Hasil uji kuantitatif kerupuk puli.....	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur boraks	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.2 Ubi jalar ungu	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 3 Struktur antosianin.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.1 Grafik panjang gelombang maksimum.....	Error! Bookmark not defined.
defined.	
Gambar 3.2 Grafik linieritas.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.1 Antosianin.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.2 Kation flavilium.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.3 Karbinol	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.4 Basa quinoidal	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.5 Kalkon	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.6 Hasil panjang gelombang maksimum	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.7 Grafik hasil uji linieritas	Error! Bookmark not defined.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Validasi metode adalah salah satu penjaminan mutu secara kuantitatif dalam memenuhi persyaratan laboratorium terstandar. Validasi metode dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari kondisi alat, pereaksi dan personil dalam proses analisis. Dengan tujuan untuk mengkonfirmasi atau memastikan metode analisis yang dikembangkan dan digunakan telah sesuai untuk pemanfaatannya. Dalam prosesnya, validasi metode dilakukan dengan mengamati nilai setiap parameter. Menurut ICH tahun 2005, parameter validasi yang dapat dilakukan yaitu akurasi, presisi, linieritas, spesifisitas, rentang, limit deteksi, dan limit kuantisasi. Parameter validasi disesuaikan dengan tujuan dari metode analisis. (Budari, Dewantara, & Wijayanti, 2015). Apabila parameter telah memenuhi persyaratan, metode analisis dapat digunakan secara rutin dan hasil yang diperoleh dikatakan valid.

Proses validasi metode dilakukan pada metode tidak terstandar atau metode pengembangan. Salah satu metode analisis yang perlu dilakukan validasi metode dalam sebuah laboratorium yaitu metode analisis dengan bahan alam. Bahan alam memiliki kandungan senyawa tertentu yang berbeda-beda sesuai dengan kondisi lingkungan, pengolahan dan penyimpanan (BPOM, 2023). Nilai yang tidak stabil ini dapat mempengaruhi hasil analisis. Dengan dilakukan validasi metode dapat dipastikan bahwa metode memberikan hasil yang konsisten dan akurat.

Bahan alam yang sering digunakan sebagai metode analisis yaitu bahan alam yang mengandung antosianin. Antosianin merupakan salah satu senyawa kelompok flavonoid yang terdapat pada beberapa bagian tumbuhan dengan ciri khas warna yang mencolok seperti merah, ungu dan biru. Antosianin berperan sebagai antioksidan untuk menangkal radikal bebas yang dapat dimanfaatkan untuk mendeteksi adanya senyawa kimia

karena pengaruh pH (Sulistyawatia & Wiyati, 2020). Antosianin memiliki struktur molekul berupa sifat ionik yang mudah berikatan dengan senyawa lainnya. Ikatan tersebut dapat membentuk warna pada kondisi asam, netral maupun basa (Perdani, 2023). Penggunaan antosianin harus tepat dengan pengaturan suhu, pH, cahaya dan penyimpanan karena antosianin sangat labil. Sehingga metode perlu dilakukan validasi untuk memastikan antosianin dapat dimanfaatkan dengan baik.

Salah satu tumbuhan yang mengandung antosianin tinggi yaitu ubi jalar ungu. Bagian umbi maupun kulitnya memiliki kadar antosianin yang tinggi. Komponen antosianin ubi jalar ungu adalah turunan mono atau diasetil 3-(2-glukosil) glukosil-5-glukosil peonidin dan sianidin. Penelitian sebelumnya telah menetapkan kadar antosianin pada daging ubi jalar ungu sebesar 53,84 mg/100g (Kurniasari, Rahmi, Devina, Aisy, & Cempaka, 2021), sedangkan pada kulit ubi jalar ungu terdapat total antosianin sebanyak 119,65 mg/100g (Devitria, Elfia, & Sarwis, 2023). Sehingga dapat disimpulkan bahwa kandungan antosianin pada kulit ubi jalar ungu lebih tinggi dibandingkan bagian umbinya. Kandungan antosianin dapat diamati dari intensitas warna pada kulit maupun umbi. Namun dalam penggunaan sehari-hari hanya bagian umbinya dan bagian kulit ubi jalar ungu dibuang sebagai limbah. Dengan kandungan antosianin yang tinggi, bagian kulit ubi jalar ungu dapat dimanfaatkan sebagai pendeteksi senyawa kimia (Fendri, 2018). Sehingga seluruh bagian ubi jalar ungu dapat dimanfaatkan dengan baik.

Senyawa kimia yang dapat dideteksi oleh antosianin adalah boraks. Boraks atau natrium tetraborat merupakan bahan kimia berbentuk kristal putih, tidak berbau dan sifatnya beracun dengan rumus kimia $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Boraks sering digunakan sebagai bahan pengawet, bahan pestisida, dan dimanfaatkan di industri kaca hingga alat pembersih. Boraks termasuk senyawa yang berbahaya jika dikonsumsi oleh masyarakat dimulai dari menyebabkan muntah-muntah hingga penurunan fungsi sistem saraf pusat (Sudjarwo, S, & N, 2021). Dengan sifat berbahaya tersebut, pemerintah melarang penggunaan boraks sebagai

bahan tambahan pangan. Jumlah yang sedikit akan berpengaruh besar pada kesehatan manusia. Boraks dapat dideteksi oleh antosianin karena memiliki pH dalam rentang 9,15-9,20 yang tergolong sebagai basa lemah. Sehingga ketika direaksikan dengan senyawa antosianin dapat berubah menjadi warna biru kehijauan sesuai dengan sifat antosianin (Rahma, Sari, & Nurfajriah, 2023). Penggunaan ekstrak kulit ubi jalar ungu sebagai pendeteksi boraks telah dilakukan sebelumnya oleh Sulistyawati, dkk tahun 2020 sebagai test kit yang mudah dan cepat. Namun test kit tersebut digunakan sebagai uji kualitatif dan tidak dilakukan validasi metode terlebih dahulu.

Boraks merupakan bahan yang dilarang sebagai bahan tambahan pangan sesuai dengan Permenkes No. 33 Tahun 2012. Tetapi masih banyak ditemui penggunaan boraks pada produk pangan yang dijual secara bebas di masyarakat. Salah satu produk pangan yang masih mengandung boraks yaitu kerupuk puli. Kerupuk puli atau gendar merupakan kerupuk berbahan dasar nasi yang ditambahkan bahan tambahan pangan dan “uyah bleng” sebagai penyedap rasa. “Uyah bleng” merupakan bahan yang mengandung boraks. (Sundaygara & Dinnullah, 2021). Penambahan ini sudah sangat umum di masyarakat, terutama untuk meningkatkan cita rasa gurih dan renyah pada kerupuk puli dalam jangka waktu yang lama. Dengan adanya senyawa boraks pada kerupuk puli menjadikan kerupuk ini harus diwaspadai oleh masyarakat. Penemuan boraks pada kerupuk masih marak di lingkungan sekitar, pada tahun 2022 Dinas Kesehatan Tulungagung menemukan kerupuk puli positif mengandung boraks yang diperjualbelikan ketika bulan Ramadan (Yohanes, 2022). Hingga pada tahun 2024, BPOM menemukan produk pangan mengandung boraks sebanyak 0,28% dari 102 sampel yang tersebar di Indonesia (BPOM, 2024). Sedangkan di daerah Sragen, BPOM masih menemukan kerupuk puli positif boraks (Takhrodjie, 2024)

Penemuan ini diperkuat dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Anngela dkk menemukan bahwa di Pasar Ngunut ditemukan 4 buah sampel kerupuk puli positif boraks (Anngela, Muadifah, & Nugraha,

2021). Selain itu di Pasar Blauran ditemukan kerupuk yang mengandung boraks dengan kadar 118.055-731.974 ppm (Palimbong, Sihombing, & Mulyanto, 2024). Penelitian terbaru juga ditemukan dua sampel kerupuk puli yang dijual bebas di Pasar Muntilan mengandung boraks dengan kadar 0,016% dan 4,366% (Firdausa, Haresmita, & Agusta, 2024). Dengan demikian masih banyak ditemukan kerupuk puli yang mengandung boraks di pasaran.

Pengujian deteksi boraks pada bahan pangan telah diatur dalam SNI 01-2358-1991 dengan metode pengabuan dan pengendapan asam borat bebas yang kemudian dideteksi jumlah boraks dengan metode asidimetri. Penguat uji boraks berkembang dengan adanya uji nyala dan pemanfaatan tumerik pada SNI 01-2894-1992. Pengembangan metode juga dilakukan pada uji kuantitatif dengan instrumen Spektrofotometer UV-Vis. Namun metode-metode tersebut membutuhkan pereaksi dan instrumen yang kompleks serta membutuhkan waktu lama. Sehingga dikembangkan metode alternatif yang dapat digunakan secara cepat, akurat dan mudah yaitu test kit menggunakan bahan alam yang mengandung antosianin.

Proses validasi menggunakan metode Spektrofotometri *UV-Vis*. Pemilihan instrumen Spektrofotometer *UV-Vis* sebagai penetapan validasi metode karena instrumen ini memiliki kelebihan yaitu selektivitas dan ketelitian yang tinggi serta dapat mendeteksi senyawa tertentu dalam waktu yang cepat (Abriyani, Wibiksana, Syahfitri, Apriliyanti, & Salmaduri, 2023). Hal ini juga dipengaruhi oleh larutan uji yang diukur harus memiliki gugus kromofor dan aoksokrom. Pada kulit ubi jalar ungu yang mengandung antosianin dengan gugus kromofor dan aoksokrom yang saling berikatan (Fauzan Alfianto, 2020). Sehingga mempermudah pendeteksian senyawa dengan Spektrofotometer UV-Vis.

Berdasarkan dari permasalahan yang terjadi, peneliti tertarik untuk melakukan penetapan kadar boraks pada kerupuk puli yang dijual di Pasar Ngemplak Tulungagung dengan ekstrak kulit ubi jalar ungu yang

sebelumnya telah dilakukan validasi metode. Pemilihan area Kabupaten Tulungagung dikarenakan berdasarkan observasi masih ditemukan produsen yang curang dengan menggunakan uyah bleng sebagai bahan tambahan dalam pembuatan kerupuk puli produksi rumah tangga.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana batas keberterimaan validasi metode penetapan kadar boraks dengan ekstrak kulit ubi jalar ungu?
2. Apakah kerupuk puli yang dijual di Pasar Ngemplak Kabupaten Tulungagung mengandung boraks dengan menggunakan metode penetapan kadar boraks dengan ekstrak kulit ubi jalar ungu?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Untuk mendeteksi boraks pada kerupuk puli yang dijual di Pasar Ngemplak Kabupaten Tulungagung dengan metode penetapan kadar boraks dengan ekstrak kulit ubi jalar ungu.

1.3.2 Tujuan Khusus

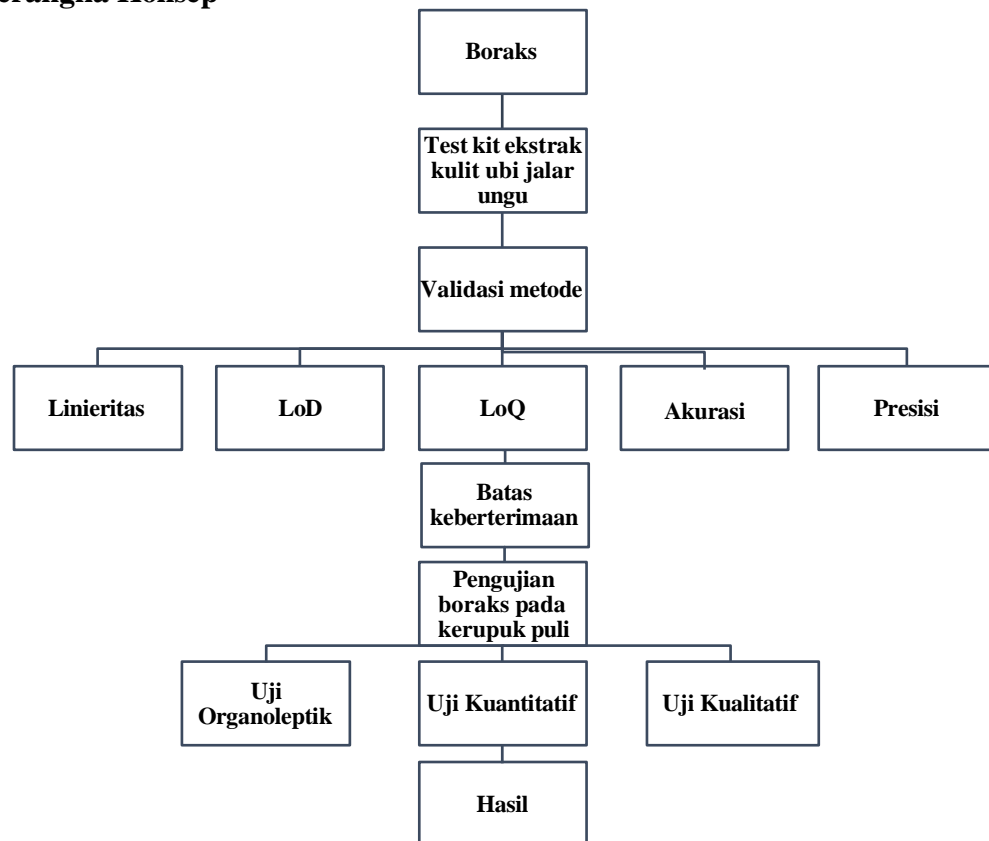
Tujuan khusus penelitian ini, yaitu:

1. Mengetahui batas keberterimaan validasi metode penetapan kadar boraks dengan ekstrak kulit ubi jalar ungu.
2. Mendeteksi kadar boraks pada kerupuk puli yang dijual di Pasar Ngemplak Kabupaten Tulungagung.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini yaitu memberikan informasi mengenai pemanfaatan ekstrak kulit ubi jalar ungu sebagai deteksi boraks dalam kerupuk puli yang cepat dan mudah

1.5 Kerangka Konsep



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Validasi Metode

Validasi metode merupakan tindakan dalam proses pembuktian percobaan bahwa parameter tersebut dapat memenuhi persyaratan. Secara umum, validasi metode berhubungan dengan alat dan metode. Di Indonesia telah ditetapkan standar SNI Sertifikasi ISO/IEC 17025:2017 untuk seluruh laboratorium agar terstandarisasi. Standarisasi ini dilakukan untuk penjaminan proses analisis dapat diandalkan dan dipertanggungjawabkan. Pada proses validasi dilakukan pada metode pengembangan atau metode tidak standar secara internal laboratorium. Parameter yang berperan dalam proses validasi metode, antara lain:

2.1.1 Linieritas

Linieritas adalah parameter awal metode analisis dalam memberikan respon senyawa secara langsung yang sesuai dengan konsentrasi sampel. Penetapan linieritas dilakukan dengan pengukuran absorbansi pada konsentrasi sampel minimal sebanyak lima konsentrasi dengan panjang gelombang maksimum (ICH, 2005). Nilai tersebut akan diproses secara statistika hingga memperoleh persamaan garis regresi linier dan koefisien determinasi. Persamaan garis regresi linier dinyatakan dalam $y = ax \pm b$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) yang baik yaitu mendekati +1 atau koefisien korelasi (R) sebesar $\geq 0,98$ (Kesehatan, 2020).

2.1.2 Akurasi

Akurasi merupakan ukuran derajat kedekatan hasil dengan baku yang sebenarnya. Akurasi atau ketepatan nilai dinyatakan dengan persentase *recovery* (perolehan kembali). Penetapan akurasi dapat dilakukan dengan tiga konsentrasi berbeda dengan tiga pengulangan setiap konsentrasi. Pada prosesnya dapat dilakukan dengan metode simulasi atau *spike-placebo recovery*. Metode kedua yaitu metode adisi dengan

penambahan senyawa uji kedalam sampel (Harmita, 2004). Penetapan nilai persen *recovery* menggunakan rumus:

$$\%Recovery = \frac{[C]_{sampel+spike} - [C]_{sampel}}{[C]_{spike}} \times 100\% \dots\dots\dots (2.1)$$

Persen *recovery* yang baik disesuaikan dengan konsentrasi senyawa uji. (AOAC, 2005)

Tabel 2.1 Persyaratan akurasi

Konsentrasi Senyawa	Rentang Nilai Perolehan Kembali (%)
100%	98-102
10%	98-102
1%	97-103
0.1%	95-105
100 ppm	90-107
10 ppm	80-110
1 ppm	80-110
100 ppb	80-110
10 ppb	60-115
1 ppb	40-120

2.1.3 Presisi

Presisi merupakan nilai kedekatan yang dilakukan secara berulang kali pada beberapa sampel atau sampel satu yang homogen. Nilai presisi dinyatakan sebagai Simpangan Baku Relatif (RSD). Uji presisi dibedakan menjadi tiga tingkat, yaitu:

1. *Repeatability*

Pengukuran presisi dengan kondisi analisis sama dengan perbedaan interval waktu yang pendek

2. *Intermediate precision*

Pengukuran presisi di laboratorium sama dengan perbedaan hari atau peralatan pengujian

3. *Reproducibility*

Pengukuran presisi dengan perbedaan analisis, alat dan laboratorium.

Secara umum, uji presisi yang sering dilakukan yaitu *Repeatability* dengan tiga konsentrasi berbeda atau menggunakan minimal enam pengulangan dengan konsentrasi larutan uji 100%. Nilai presisi yang baik tergantung pada kategori konsentrasi senyawa uji. Semakin tinggi presisi suatu metode uji, maka akan semakin rendah nilai RSD yang diperoleh (Ratnawati, Prasetya, & Rahayu, 2019). Penetapan presisi menggunakan rumus

$$SD = \frac{\sqrt{\sum(x - \bar{x})^2}}{n - 1}$$

$$RSD = \frac{SD}{x} \dots\dots\dots (2.2)$$

Tabel 2.2 Persyaratan Presisi

Persen Senyawa (%)	Rasio Senyawa	Konsentrasi Senyawa	RSD (%)
100	1	100%	1.3
≥ 10	10 ⁻¹	10%	2.7
≥ 1	10 ⁻²	1%	2.8
≥ 0.1	10 ⁻³	0.1%	3.7
0.01	10 ⁻⁴	100 ppm	5.3
0.001	10 ⁻⁵	10 ppm	7.3
0.0001	10 ⁻⁶	1 ppm	11
0.00001	10 ⁻⁷	100 ppb	15
0.000001	10 ⁻⁸	10 ppb	21
0.0000001	10 ⁻⁹	1 ppb	30

2.1.4 Limit of Detection (LoD)

Limit of Detection (LoD) atau batas deteksi merupakan parameter validasi metode yang digunakan untuk menentukan spesifisitas metode analisis pada sampel uji. Selain itu, parameter ini menunjukkan batas konsentrasi terkecil dari suatu senyawa pada sampel secara umum. Perlakuan diberikan dengan menghitung respon blanko beberapa kali lalu diubah menjadi nilai simpangan baku respon. Nilai *LoD* dianggap sebagai rasio pembacaan *noise* dengan perbandingan 3:1. Perhitungan nilai *LoD*

menggunakan statistika yang memanfaatkan persamaan regresi linier yang telah diperoleh. Sehingga dapat memanfaatkan perhitungan berikut:

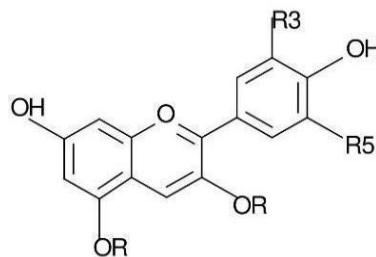
$$LoD = \frac{3 \times SD \text{ blanko}}{\text{slope}} \dots\dots\dots (2.3)$$

2.1.5 Limit of Quantitation (LoQ)

Limit of Quantitation (LoQ) atau batas kuantisasi merupakan parameter validasi metode yang menghasilkan nilai kuantitas terkecil senyawa dalam sampel yang telah memenuhi persyaratan akurasi dan presisi. Nilai *LoQ* tidak bisa dipisahkan dengan nilai *LoD*. Apabila kedua parameter ini menghasilkan nilai kecil maka sensitivitas instrumen bagus dan dapat menghasilkan analisis yang baik. Perbedaan antara keduanya yaitu rasio *signal* terhadap *noise* yang diidentifikasi yaitu 10:1. Sehingga proses penetapan nilai *LoQ* dapat memanfaatkan rumus:

$$LoQ = \frac{10 \times SD \text{ blanko}}{\text{slope}} \dots\dots\dots (2.4)$$

2.2 Antosianin



Gambar 2. 1 Struktur antosianin

Antosianin merupakan senyawa kimia golongan flavonoid yang terdapat pada berbagai polifenol tumbuhan. Antosianin merupakan senyawa dengan tiga atom karbon yang berikatan dengan atom oksigen untuk menghubungkan dua cincin benzena (C₆H₆) dengan struktur dasar berupa 2-fenil-benzofirilium yang berasal dari ion flavilium (Priska, Peni, Carvallo & Ngapa, 2019). Antosianin identik sebagai pigmen alami pada sel epidermis, bunga, buah, akar dan daun pada tumbuhan. Antosianin khas dengan warna merah, biru dan ungu tergantung pada lingkungannya. Antosianin yang ditemukan di tanaman yaitu dalam bentuk senyawa sianidin, peonidin, delphinidin, malvidin dan petunidin. Senyawa antosianin

memiliki kelarutan pada pelarut polar yang telah dikondisikan asam dengan asam format maupun asam klorida. Stabilitas antosianin pada kondisi pH asam dan suhu 50°C. Pada pH asam yang stabil warna antosianin menjadi merah, pada pH netral antosianin berwarna ungu dan pada kondisi basa antosianin berwarna hijau. Dengan sifat inilah antosianin sering dimanfaatkan sebagai indikator pH (Rismiarti, 2022). Perubahan warna antosianin yang disebabkan oleh pH larutan dikarenakan antosianin memiliki struktur ionik. Ketika pada kondisi asam atau penambahan gugus metoksi pada struktur yang ditandai adanya warna merah disebabkan oleh kation flavilium yang terbentuk. Ketika larutan memiliki kondisi basa dengan penambahan gugus hidroksil pada struktur antosianin, dapat ditandai dengan larutan yang berubah menjadi biru menunjukkan adanya proses deprotonasi kation flavilium (Ifadah, Wiratara, & afgani, 2021). Warna yang muncul inilah yang dapat terdeteksi oleh Spektrofotometri *UV-Vis* karena adanya gugus kromofor yang terikat pada antosianin. Penyerapan cahaya umumnya terjadi pada daerah sinar tampak (*Visible*).

2.3 Ubi Jalar Ungu



Gambar 2.1 Ubi jalar ungu

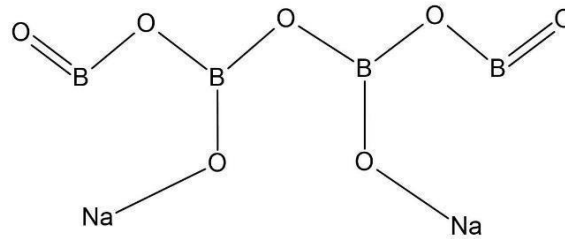
Ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.) merupakan salah satu sumber makanan pokok yang dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Tanaman ini berasal dari Amerika, tetapi diperluas di seluruh dunia sebagai bahan pokok karbohidrat pengganti nasi (Atmaka, 2017). Ubi jalar ungu sering dikonsumsi sebagai makanan tradisional dengan diolah sebagai ubi rebus, ubi goreng, kolak, dan lainnya. Ubi jalar ungu banyak ditemui di daerah Jawa Timur, Jawa Tengah, Yogyakarta dengan khas rasa manisnya.

Ubi jalar ungu dapat tumbuh menjalar pada permukaan tanah dataran tinggi maupun rendah. Tanaman ini dapat tumbuh hingga mencapai 3 m dengan daun berbentuk bulat melebar. Batang dari ubi jalar ungu tidak berkayu tetapi beruas sepanjang kurang lebih 3 cm. Setiap ruas dari batang terdapat daun. Batang ubi jalar ungu dapat tumbuh menjalar dengan arah keatas tumbuh tunas baru dan arah kebawah dapat tumbuh akar. Akar serabut ini akan berkembang menjadi umbi akar dengan fungsi sebagai tempat penyimpanan cadangan makanan (Ula, Insani, Sulistiono, & Rahmawati, 2024). Ubi jalar memiliki taksonomi tanaman sebagai berikut (Fatimatuzahra, 2019):

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Tracheobionta
Super divisi	: Spermatophyta
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Subkelas	: Asteridae
Ordo	: Solanales
Famili	: Convolvulaceae
Genus	: <i>Ipomoea</i>
Spesies	: <i>Ipomoea batatas L.</i>

Ubi jalar ungu selain dikenal sebagai sumber karbohidrat tinggi, juga memiliki kandungan vitamin dan antioksidan tinggi. Ubi jalar ungu memiliki sumber vitamin C dan antosianin yang tinggi. Kandungan antosianin yang tinggi ini dapat dilihat secara langsung dari kulit dan daging umbi yang berwarna ungu pekat. Warna ungu pekat inilah yang menjadi daya tarik khusus dari ubi jalar ungu. Kepekatan warna ungu dari ubi jalar ungu tergantung dari kadar antosianin dari kulit maupun daging ubi jalar ungu. Kadar antosianin ubi jalar ungu berkisar antara 61,85 mg/100g hingga 110,51 mg/100 g dalam kondisi basah (Husna, 2013) (Ginting E, 2015). Selain itu kadar antosianin pada kulit ubi jalar ungu juga dapat mencapai 119,65 mg/100g (Devitria, Elfia, & Sarwis, 2023). Sehingga kadar tertinggi antosianin pada tumbuhan ubi jalar ungu terdapat pada kulitnya.

2.4 Boraks



Gambar 2.3 Struktur boraks

Boraks dengan rumus molekul $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ merupakan senyawa kimia berbentuk padatan putih yang tidak berbau dan tidak berwarna dengan rasa sedikit asam. Boraks merupakan turunan dari logam boron (B).

Detail sifat kimia dan fisika boraks (Nasional P. I., 2024):

Nama IUPAC	: <i>Sodium Tetraborate Decahydrate</i>
Berat molekul	: 381,372 g/mol
Bentuk	: kristal putih
Titik didih	: 608 °F
Titik leleh	: 75 °C (terurai)
<i>Specific gravity (sg)</i>	: 1,73 g/cm ³
Tingkat keasaman	: 9,3 (suhu 20°C)
Toksistas	: kerusakan mata/iritasi mata (12%) Toksistas reproduksi/ganggu kesuburan (93,2%)
Kelarutan	: mudah larut dalam air, gliserol, dan aseton; Tidak larut dalam alcohol

Boraks umumnya digunakan pada industri non pangan yaitu sebagai pengawet, campuran detergen, pemutih kertas, dan bagian dari solder. Selain itu boraks juga dapat membunuh mikroba. Sifat ini diperoleh dari sifat asam borat yang merupakan senyawa organik lemah (Azmi, Masri, & Rasyid, 2018). Pada produk pangan terutama kerupuk penggunaan boraks masih lazim. Padatan boraks yang masih terjual bebas disebut sebagai uyah bleng. Uyah bleng merupakan padatan garam (60%) dengan tambahan boraks sebanyak 12%, natrium karbonat sebanyak 28%

dan mineral (besi dan kalsium) sebanyak 0,4% (Setyowati, 2010). Penambahan uyah bleng pada produk pangan memberikan efek cita rasa gurih dan memperbaiki tekstur. Pengaruh inilah yang menjadikan masyarakat senang mengkonsumsi produk pangan tersebut. Ciri-ciri produk pangan mengandung boraks (Earnestly, et al., 2023):

1. Memiliki tekstur kenyal pada produk mie dan bakso,
2. Memiliki tekstur renyah pada kerupuk,
3. Bau khas yang menyengat,
4. Terdapat rasa getir,
5. Tidak mudah busuk pada suhu ruang.

2.5 Kerupuk Puli

Kerupuk merupakan salah satu produk pangan kering berbahan dasar pati dengan atau tanpa penambahan bahan tambahan lainnya. Kerupuk merupakan makanan yang sangat digemari oleh masyarakat Indonesia sebagai pendamping makanan atau hanya sebagai camilan. Setiap kerupuk memiliki ciri khas masing-masing, mulai dari bahan dasar, bahan campuran hingga bentuk yang beragam. Ciri khas ini mempengaruhi warna rasa, bau, kerenyahan dan kandungan gizi. Dengan ciri khas tersebut kerupuk dapat meningkatkan selera makan seseorang (Rosiani, 2015). Pengembangan produk kerupuk yang khas dari Indonesia sudah dilakukan hingga menyebar di masyarakat luar negeri dengan penambahan variasi pada rasa dan bentuk. Hal ini dapat meningkatkan minat masyarakat dalam dan luar negeri. Sehingga ekonomi masyarakat Indonesia semakin berkembang diikuti dengan perkembangan produk kerupuk yang meluas (Adila, 2022).

Salah satu kerupuk yang digemari oleh masyarakat adalah kerupuk puli. Kerupuk puli sering dikenal sebagai kerupuk beras atau kerupuk gendar. Penyebaran kerupuk puli saat ini sudah sangat meluas, dan mudah didapatkan mulai di area pasar, tempat makan hingga *online shop*. Kerupuk ini berbahan dasar beras putih yang ditambahkan bahan lainnya seperti garam, bleng, dan bawang putih (Maharani & Sofianti, 2016).

Produksi kerupuk puli umumnya dilakukan oleh industri rumah tangga sehingga pengawasan yang diberikan sedikit kurang. Pembuatan kerupuk puli dimulai dari pengukusan beras hingga berubah menjadi nasi. Nasi matang ditambahkan bahan tambahan hingga merata. Adonan yang rata tersebut dikukus kembali diatas pengukus untuk memaksimalkan campuran adonan tetapi harus dipastikan adonan tidak terlalu cair. Adonan yang selesai dikukus didinginkan di suhu ruang sambil ditumbuk hingga halus menggunakan alu yang telah dilapisi plastik minyak agar tidak lengket. Kemudian adonan diambil secukupnya membentuk bulatan dan dipipihkan. Adonan pipih dijemur di bawah sinar matahari secara langsung. Pengeringan adonan hingga menjadi kerupuk kering kurang lebih selama 2 hari dengan intensitas sinar matahari yang tinggi. Dengan kondisi kering ini, kerupuk puli umumnya dapat langsung digoreng tanpa dijemur kembali (Suhartatik & Wulandari, 2018).

Menurut SNI 01-4307-1996, kerupuk puli atau kerupuk beras merupakan salah satu produk pangan kering yang terbuat dari beras yang telah diproses dengan penambahan garam dan bahan tambahan makanan yang diizinkan lainnya, baik dalam bentuk mentah maupun produk konsumsi sudah digoreng. Persyaratan mutu menurut SNI 01-4307-1996 tentang kerupuk beras yaitu:

Tabel 2.3 SNI 01-4307-1996

No.	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan	
			Mentah	Digoreng
1	Keadaan			
1.1	Bau	-	Normal	Normal
1.2	Rasa	-	Normal	Normal
1.3	Warna	-	Normal	Normal
1.4	Kenampakan	-	Renyah	Renyah
1.5	Keutuhan	%b/b	Min.95	Min.95
2	Benda Asing		Tidak Ada	Tidak Ada

3	Air	%b/b	Maks.12	Maks.8
4	Abu Tanpa Garam	%b/b	Maks.1	Maks.1
5	Bahan Tambahan			
5.1	Pewarna		Sesuai SNI 01-0222-1995 & Peraturan Menkes No. 722/MENKES/Per/IX/88	
5.2	Boraks		Tidak Ternyata	Tidak Ternyata
6	Cemaran Logam			
6.1	Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 2,0	Maks. 2,0
6.2	Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks. 30,0	Maks. 30,0
6.3	Timah (Sn)	mg/kg	Maks. 40,0	Maks. 40,0
6.4	Seng (Zn)	mg/kg	Maks. 40,0	Maks. 40,0
6.5	Raksa (Hg)	mg/kg	Maks. 0,03	Maks. 0,03
6.6	Arsen (As)	mg/kg	Maks. 1,0	Maks. 1,0
7	Cemaran Mikroba			
7.1	Lempeng Total	Koloni/g	Maks. 106	Maks.105
7.2	E.Coli	APM/g	<3	<3
7.3	Kapang	Koloni/g	Maks. 105	Maks. 104

2.6 Bahan Tambahan Pangan

Bahan tambahan pangan (BTP) merupakan bahan atau campuran bahan yang digunakan dalam proses produksi pangan yang tidak digunakan sebagai bahan baku produk. Bahan tambahan makanan sengaja ditambahkan pada beberapa produk pangan ketika proses produksi, penyimpanan hingga pendistribusian produk sebelum sampai ke konsumen.

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan (Permenkes) Nomor 033 Tahun 2012, bahan tambahan pangan atau yang disingkat sebagai BTP merupakan bahan yang ditambahkan dalam produk pangan untuk

mempengaruhi sifat maupun bentuk produk pangan. Pengaruh yang diberikan oleh bahan tambahan pangan yaitu perubahan warna, rasa, tekstur, dan beberapa sifat ketika produksi pangan. Pada peraturan tersebut dinyatakan dua jenis bahan yang harus dipatuhi oleh produsen pangan. Terdapat aturan bahan tambahan pangan yang diizinkan dengan jumlah tertentu. Golongan yang umum di kalangan masyarakat, antara lain:

1. Antioksidan, yang dimanfaatkan sebagai pencegah atau penghambat kerusakan pangan akibat oksidasi.
2. Pemanis, yang dimanfaatkan sebagai tambahan rasa manis pada produk pangan. Pemanis sendiri dibedakan menjadi pemanis sintetis dan pemanis alami.
3. Pengawet, yang dimanfaatkan sebagai pencegah atau penghambat proses fermentasi, penguraian dan perusakan pada suatu produk yang disebabkan oleh mikroorganisme atau kontaminan.
4. Perisa, dimanfaatkan sebagai penambah bau dan rasa tertentu tanpa mempengaruhi rasa produk. Perisa ini dibagi menjadi 3 yaitu perisa alami, perisa identik alami dan perisa artifisial.
5. Pewarna, dimanfaatkan sebagai penambah dan perbaikan warna pada suatu produk pangan agar terlihat dan stabil. Pewarna dibagi menjadi pewarna alami dan pewarna sintetis.

Selain diatas, masih ada beberapa bahan tambahan lainnya yang diatur dalam peraturan tersebut. Penggunaan bahan tambahan yang diizinkan ini memiliki tujuan tertentu. Walaupun seperti itu, penggunaan bahan tambahan tetap harus sesuai dengan batas. Pada Peraturan Badan Pengawas Obat Dan Makanan Nomor 11 Tahun 2019 Tentang Bahan Tambahan Pangan Tahun 2019 Tentang Bahan Tambahan Pangan lampiran II telah dinyatakan batas maksimum semua bahan tambahan yang diizinkan.

Pada Peraturan Menteri Kesehatan (Permenkes) Nomor 033 Tahun 2012 juga menyatakan bahan yang dilarang sebagai bahan tambahan pangan di bagian lampiran II. Bahan tersebut antara lain:

1. Asam borat (*boric acid*)
2. Asam salisilat (*Salicylic acid*)
3. Dietilpirokarbonat (*DEPC*)
4. Formalin (*Formaldehyde*)
5. Kalium bromat (*Potassium bromate*)
6. Kalium klorat (*Potassium chlorate*)
7. Kloramfenikol (*Chloramphenicol*)
8. Kokain (*Cocaine*)
9. Nitrobenzen (*Nitrobenzene*)
10. Dulkamara (*Dulcamara*)

Bahan yang dilarang sebagai bahan tambahan pangan ini juga dinyatakan lebih detail pada peraturan Badan Pengawas Obat Dan Makanan Nomor 22 Tahun 2023 Tentang Bahan Baku Yang Dilarang Dalam Pangan Olahan dan Bahan yang Dilarang Digunakan Sebagai Bahan Tambahan Pangan. Pada peraturan ini juga menjelaskan mengenai bahan baku nabati maupun hewani yang dilarang secara mendetail diikuti dengan bagian yang dilarang.

2.7 Spektrofotometer *UV-Vis*

Spektrofotometer *UV-Vis* merupakan instrumen atau serangkaian alat yang digunakan untuk mengukur serapan cahaya yang bekerja pada sinar *ultraviolet* (200-400 nm) dan daerah sinar tampak atau *visible* (400-750 nm). Metode spektrofotometri ini memanfaatkan komponen spektrometer yang berperan sebagai penghasil sinar pada panjang gelombang tertentu dan fotometer yang berperan sebagai pengukur intensitas cahaya yang telah ditransmisikan, diemisikan dan diabsorpsi (Jami, Nuri, & Subhiyah, 2021). Sehingga metode Spektrofotometri *UV-Vis* merupakan instrumen pengukuran panjang gelombang dan intensitas absorbansi sampel dengan pemanfaatan sinar *ultraviolet* dan *visible*.

Prinsip yang bekerja pada Spektrofotometer *UV-Vis* yaitu interaksi antara molekul dan cahaya. Prinsip yang bekerja pada instrumen ini yaitu hukum *Lambert-Beer*. Cahaya yang masuk melewati sampel akan diserap dengan bantuan panjang gelombang yang ditentukan. Sinar akan terpecah

menjadi dua, yaitu sinar akan diserap oleh sampel dan sinar lainnya akan diteruskan yang dideteksi sebagai nilai absorbansi. Hasil absorbansi yang dihasilkan menunjukkan jumlah intensitas cahaya yang terserap oleh sampel dan sebanding dengan konsentrasi serta kadar sampel (Ahriani, Zelviani, Hernawati, & Fitriyanti, 2021).

Instrumen Spektrofotometer *UV-Vis* terbagi menjadi dua tipe yaitu *single-beam* dan *double-beam*. Pada spektrofotometer *single-beam* dimanfaatkan dalam pengukuran absorbansi dengan panjang gelombang tunggal antara 190-1000 nm. Sedangkan pada instrumen *double-beam* memiliki dua sinar yang terbentuk dari pemecah sinar dengan panjang gelombang 190-750 nm (Abriyani, Sephia, Srifitriani, Lustianah, & Khafina, 2023). Rangkaian alat dari Spektrofotometer *UV-Vis* terdiri atas:

1. Sumber cahaya

Sumber cahaya merupakan kunci penting dari Spektrofotometer *UV-Vis*. Sumber cahaya digunakan yaitu lampu deuterium dengan pembacaan di daerah sinar 180-350 nm dan lampu tungsten yang memanfaatkan daerah sinar antara 350-900 nm.

2. Monokromator

Monokromator merupakan bagian Spektrofotometer *UV-Vis* yang berperan sebagai media penyeleksi dari sinar polikromatis berubah menjadi sinar monokromatis dengan panjang gelombang tertentu. Pemisahan ini kemudian difokuskan ke fotodetektor secara berurutan. Sinar akan masuk melalui celah optik kemudian dipisahkan dengan bantuan bagian prisma menjadi sinar monokromatis. Sinar yang keluar akan mengarah dengan panjang gelombang tertentu ke kuvet berisi sampel.

3. Kuvet sampel

Kuvet berperan sebagai wadah sampel uji yang harus transparan. Kuvet umumnya terbuat dari kuarsa atau silika maupun bahan kimia yang tidak bereaksi.

4. Detektor

Detektor memiliki peran sebagai penangkap sinar yang berinteraksi dengan sampel yang kemudian diubah menjadi sinyal listrik oleh amplifier sehingga diperoleh nilai pengukuran di *recorder*. Detektor yang umumnya digunakan adalah *photodetector*.

Nilai absorbansi dari sampel dianggap baik jika memenuhi rentang 0.2 hingga 0.8 berdasarkan hukum *Lambert-Beer*. Pada penggunaan instrumen Spektrofotometer *UV-Vis* harus memperhatikan larutan dan senyawa yang diuji. Larutan uji harus berwarna karena sifatnya sensitif terhadap cahaya yang ditransmisikan sehingga nilai absorbansi sebagai penggambaran kandungan senyawa akan mudah terdeteksi. Selain itu, senyawa ada larutan uji harus memiliki gugus kromofor dan auksokrom. Kedua gugus ini dapat menyerap sinar *ultraviolet* dan *visible* dengan baik. Sehingga kedua persyaratan ini harus dipenuhi untuk pengujian menggunakan instrumen Spektrofotometer *UV-Vis* (Chan, 2023)

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan yaitu penelitian eksperimental. Jenis penelitian ini dilakukan untuk mengetahui batas keberterimaan validasi dan penetapan kadar boraks pada kerupuk puli yang dijual di Pasar Ngemplak Tulungagung dengan metode test kit ekstrak kulit ubi jalar ungu.

3.2 Waktu dan tempat penelitian

Penelitian dilakukan pada 13-22 Januari 2025 di Laboratorium Kimia Poltekkes Kemenkes Malang.

3.3 Populasi dan Sampel

3.3.1 Populasi

Populasi yang dimanfaatkan dalam penelitian ini adalah kerupuk puli mentah bermerek yang dijual di Pasar Ngemplak Tulungagung.

3.3.2 Sampel

Sampel yang digunakan yaitu 5 sampel kerupuk puli mentah dengan merek berbeda di pasar Ngemplak Tulungagung.

3.4 Alat dan Bahan

3.4.1 Alat

Alat yang digunakan dalam proses penelitian ini antara lain neraca analitik (*Ohaus*), timbangan analitik (*CAMRY*), batang pengaduk (*Pyrex*), spatula, pisau, telanan, grinder (*Getra Multi Function Disintegrator IC-06B*), blender (*Miyako*), *centrifuge* (*Guahua*), alat gelas (*Pyrex*), botol semprot, labu ukur 10 dan 100 mL (*Pyrex*), rak tabung reaksi, tabung reaksi (*Pyrex*), botol gelap, bola hisap (*D&N*), pipet volume 10 mL (*Pyrex*), pipet tetes (*Pyrex*), Spektrofotometer *UV-Vis* (*SHIMADZU UV-1780*), kuvet (*QUARTZ*), Drying Oven (*Memmert*), pH meter (*Eutech Instrumental*), peralatan memasak, dan alat tulis.

3.4.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam proses penelitian ini antara lain sampel kerupuk puli mentah yang dijual di pasar Ngemplak Tulungagung, kulit ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas L*), etanol 96% (teknis), asam hidroklorida (HCl) (p.a), aquadest (H₂O), natrium tetraborat, uyah bleng, dan beras.

3.5 Variabel Penelitian

3.5.1 Variabel Bebas (*Independent Variable*)

Variabel bebas merupakan variabel yang memberikan pengaruh dan tidak bergantung pada variabel lainnya. Variabel bebas pada penelitian ini adalah kerupuk puli yang dijual di pasar Ngemplak Tulungagung

3.5.2 Variabel Terikat (*Dependent Variable*)

Variabel terikat merupakan variabel yang hasilnya dipengaruhi oleh variabel bebas. Variabel terikat pada penelitian ini adalah kandungan boraks pada kerupuk puli yang dijual di pasar Ngemplak Tulungagung

3.6 Definisi Operasional

No	Variabel	Definisi	Cara Ukur	Skala Data
1.	Kerupuk puli	Kerupuk berbahan dasar beras yang dijual di Pasar Ngemplak kabupaten Tulungagung	Pengamatan Fisik a) Warna b) Tekstur c) Bentuk d) Aroma e) Rasa	Ordinal
2.	Kadar boraks pada kerupuk Puli yang dijual di Pasar Ngemplak	Penetapan jumlah senyawa boraks pada kerupuk puli yang dijual di Pasar Ngemplak dengan memanfaatkan ekstrak kulit ubi jalar ungu dengan uji kualitatif dan kuantitatif	a) Uji kualitatif dilakukan dengan pengamatan perubahan warna dengan komparator warna. b) Uji kuantitatif dengan menggunakan instrumen Spektrofotometer <i>UV-Vis</i>	Ordinal dan Rasio

3.7 Prosedur Penelitian

3.7.1 Ekstraksi Kulit Ubi Jalar Ungu

3.7.1.1 Pembuatan Larutan HCl 1% (v/v%)

Larutan asam hidroklorida 37% (v/v %) diambil sebanyak 2,7 mL dan dicampurkan aquades ke dalam labu ukur 100 mL hingga tanda batas. Dihomogenkan hingga terlarut sempurna. Disimpan dalam botol gelap dan di lemari asam.

3.7.1.2 Pembuatan Ekstrak Kulit Ubi Jalar Ungu

Pembuatan ekstrak berdasarkan metode yang merujuk pada penelitian sebelumnya yang menghasilkan kadar antosianin ekstrak kulit ubi jalar ungu dengan maksimal (Lifanny, 2024). Metode ini juga merupakan metode modifikasi dari penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa antosianin dapat stabil pada campuran etanol 96% dan HCl 1% sebanyak 9:1 (Afandy, Nuryanti, & Diah, 2017). Kulit ubi jalar ungu yang telah dipisahkan dari daging umbi kemudian dicuci dan ditimbang sebanyak 200 g. Ekstraksi dilakukan dengan penghalusan kulit ubi jalar ungu dengan blender dan dilarutkan dengan pelarut. Pelarut yang digunakan yaitu etanol 96% dan HCl 1% dengan perbandingan 9:1 sebanyak 600 mL. Ekstraksi dilakukan secara maserasi selama 24 jam. Hasil maserasi kemudian disaring dan filtratnya diambil. Filtrat disimpan dalam botol gelap di kulkas.

3.7.2 Pengamatan Fisik

Pengujian awal yang dilakukan pada sampel yaitu pengamatan fisik pada kerupuk puli. Pengamatan fisik yang dilakukan meliputi bentuk, tekstur, warna, aroma dan rasa. Pengujian bentuk dan warna dilakukan dengan pengamatan secara visual. Pengujian tekstur dilakukan pada kondisi mentah dan matang yaitu dengan cara mematahkan kerupuk puli menjadi dua bagian. Pengujian aroma dilakukan dengan cara memanfaatkan indera penciuman secara langsung pada kerupuk puli. Pada pengujian rasa dilakukan dalam kondisi kerupuk puli matang. Ciri-ciri

kerupuk puli mengandung boraks yaitu tekstur yang renyah dan aroma menyengat dengan cita rasa getir di akhir pengujian (Earnestly, et al., 2023).

3.7.3 Pembuatan Komparator Warna

Pembuatan komparator warna dibuat untuk perbandingan secara kualitatif deteksi boraks menggunakan ekstrak kulit ubi jalar ungu. Pembuatan komparator warna dilakukan dengan membuat seri konsentrasi larutan boraks sebesar 0,05%; 0,1%; 0,2%; 0,4%; 0,6%; 0,8%; 1,0%. Setiap seri konsentrasi diambil sebanyak 4 mL dan 2 mL ekstrak kulit ubi jalar ungu dipindahkan ke tabung reaksi lalu dihomogenkan dan diamati perubahan warna yang terjadi (Zubaydah, Andriani, Sahumena, & Irnawat, 2020). Kemudian dilakukan pengukuran pH pada setiap seri larutan.

3.7.4 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum

Larutan boraks 0,6% diambil sebanyak 4 mL dan ditambahkan 2 mL ekstrak kulit ubi jalar ungu lalu dihomogenkan. Larutan homogen diencerkan dengan diambil 5 mL larutan kemudian ditanda bataskan dengan aquades dalam labu ukur 10 mL. Larutan uji diukur absorbansinya pada rentang panjang gelombang 400-700 nm.

3.7.5 Pembuatan Kontrol Positif dan Kontrol Negatif

Kontrol positif dibuat dengan penimbangan boraks sebanyak 0,1 g terlebih dahulu dan ditambahkan ke nasi 100 g yang kemudian dihomogenkan. Sedangkan kontrol negatif dibuat dengan menimbang 100 g nasi tanpa ditambahkan boraks. Kedua adonan dikukus selama 10 menit. Adonan panas segera dihaluskan dan dibentuk pipih. Adonan tersebut dikeringkan pada *drying oven* untuk pengeringan yang maksimal.

Kontrol positif dan negatif masing-masing dihaluskan dan ditimbang sebanyak 2 g. Masing-masing penimbangan ditambahkan aquades sebanyak 12 mL. Kemudian dihomogenkan dan disentrifugasi dengan kecepatan 1500 rpm selama 10 menit. Larutan bening yang diperoleh dimasukkan ke dalam masing-masing tabung reaksi sebanyak 4 mL dan ditambahkan 2 mL ekstrak kulit ubi jalar ungu. Dihomogenkan

dan diamati perubahan warna yang terjadi. Sebelum dilakukan uji kuantitatif dengan Spektrofotometer *UV-Vis*, dilakukan pengenceran dengan mengambil 2 mL larutan uji dan ditanda bataskan di labu ukur 10 mL dengan aquades. Larutan uji dibaca dengan Spektrofotometer *UV-Vis* dengan panjang gelombang 588 nm.

3.7.6 Validasi Metode

3.7.6.1 Linieritas

Larutan komparator warna yang telah dibuat diberikan perlakuan masing-masing yaitu diambil sebanyak 5 mL dan ditanda bataskan dengan aquadest di dalam labu ukur 10 mL. Larutan komparator warna yang telah diencerkan diukur absorbansinya dengan panjang gelombang maksimum 588 nm. Absorbansi yang diperoleh kemudian dibuat kurva standar dan diperoleh persamaan regresi linier $y = ax \pm b$ dan koefisien determinasi. Linieritas yang baik dilihat dari nilai koefisien determinan yang mendekati nilai 1.

3.7.6.2 *LoD* dan *LoQ*

Penetapan nilai *LoD* dan *LoQ* menggunakan hasil dari persamaan regresi linier (ICH, 2005). Hasil yang diperoleh kemudian dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus persamaan 2.3 dan 2.5

3.7.6.3 Akurasi

Penetapan nilai akurasi menggunakan metode adisi dengan penambahan baku standar ke dalam sampel (ICH, 2005). Kerupuk puli positif mengandung boraks yang telah halus ditimbang sebanyak 3 g dan ditambahkan 18 mL aquadest. Larutan kontrol positif yang telah dibuat kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 1500 RPM selama 10 menit. Filtrat kontrol positif yang didapatkan, dimasukkan ke dalam tabung reaksi masing-masing 4 mL dan ditambahkan variasi larutan boraks pada masing-masing tabung reaksi dengan konsentrasi 0,6%; 0,8% & 1% sebanyak 6 mL. Kemudian larutan homogen diambil 4 mL dan ditambahkan 2 mL larutan ekstrak kulit ubi jalar ungu. Larutan uji tersebut diencerkan kembali dengan diambil sebanyak 5 mL dan ditanda bataskan dengan labu ukur 10 mL. Larutan uji akurasi yang homogen diukur

absorbansinya dengan panjang gelombang maksimum yang telah didapatkan. Nilai akurasi dihitung dengan persamaan 2.1. Nilai akurasi yang baik disesuaikan dengan tabel AOAC yaitu pada rentang 97% - 103%.

3.7.6.4 Presisi

Penentuan nilai presisi menggunakan konsentrasi baku boraks terbesar yang telah dibuat (ICH, 2005). Konsentrasi terbesar menggambarkan tingginya konsentrasi boraks. Larutan boraks 1% diambil sebanyak 4 mL ke tabung reaksi dan ditambahkan 2 mL ekstrak kulit ubi jalar ungu. Larutan uji diencerkan dengan diambil sebanyak 5 mL yang kemudian ditanda bataskan dengan aquadest dalam labu ukur 10 mL. Perlakuan ini dilakukan dengan pengulangan 6 kali. Seluruh larutan uji presisi diukur absorbansinya dengan panjang gelombang maksimum. Nilai presisi yang baik dinyatakan sesuai dengan tabel 2.3 AOAC yaitu kurang dari 2.8%.

3.7.7 Penetapan Kadar Boraks Pada Sampel

3.7.7.1 Uji Kualitatif Pada Kerupuk Puli

Sampel kerupuk puli yang dijual di pasar Ngemplak Tulungagung sebanyak 5 merek yang berbeda. Sampel kerupuk puli dihaluskan terlebih dahulu dengan grinder hingga berbentuk serbuk. Sampel yang telah halus ditimbang sebanyak 3 g dan ditambahkan 18 mL akuades. Larutan uji disentrifugasi dengan kecepatan 1500 RPM selama 10 menit. Kemudian larutan disaring dengan kertas saring untuk memperoleh filtrat bening. Filtrat uji sebanyak 4 mL diambil dan dipindahkan ke tabung reaksi yang telah diisi 2 mL ekstrak kulit ubi jalar ungu. Dihomogenkan dan diamati perubahan warna yang terjadi untuk dibandingkan dengan komparator warna sebagai uji kualitatif ada tidaknya boraks pada sampel.

3.7.7.2 Uji Kuantitatif Pada Kerupuk Puli

Sampel yang memiliki kesamaan dengan komparator warna dilanjutkan uji kuantitatif. Larutan uji diencerkan terlebih dahulu sebelum dilakukan pengukuran absorbansi yaitu dengan diambil sebanyak 2 mL

Larutan uji yang kemudian ditanda bataskan dengan aquadest dalam labu ukur 10 mL. Larutan uji tersebut dapat diukur absorbansi dengan panjang gelombang maksimum untuk memperoleh kadar sebenarnya pada sampel.

3.8 Penyajian dan Pengolahan Data

3.8.1 Penyajian data

Penyajian data dilakukan setelah memperoleh data dari hasil pengujian yang selanjutnya disajikan dalam bentuk tabel, sebagai berikut:

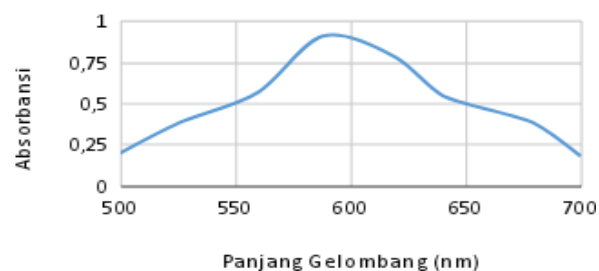
Tabel 3.1 Data organoleptik

Kode	Bentuk	Tekstur	Warna	Aroma	Rasa	Dokumentasi

Tabel 3.2 Data komparator warna

Konsentrasi (%)	Warna Larutan Sebelum Ditambahkan Ekstrak	Warna Larutan Sesudah Ditambahkan Ekstrak	pH	Dokumentasi
0.05				
0.1				
0.2				
0.4				
0.6				
0.8				
1.0				

Grafik Panjang Gelombang

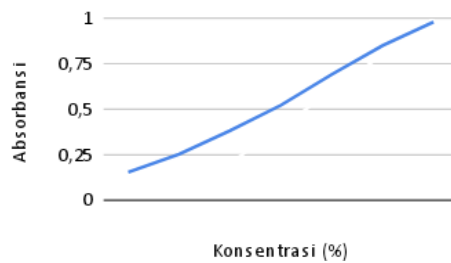


Gambar 3.1 Grafik panjang gelombang maksimum

Tabel 3.3 Data absorbansi komparator warna

Konsentrasi Boraks (%)	Absorbansi
0.05	
0.1	
0.2	
0.4	
0.6	
0.8	
1.0	

Grafik Linieritas



Gambar 3.2 Grafik linieritas

Tabel 3.4 Data akurasi

Konsentrasi (%)	Absorbansi			Konsentrasi			Recovery (%)
	Blanko + sampel	Adisi	Sampel + adisi	Blanko + sampel	Adisi	Sampel + adisi	
Rata-rata							

Tabel 3.5 Data presisi

Pengulangan	Absorbansi
1	
2	
3	
4	
5	
6	
RSD	

Tabel 3.6 Data uji kualitatif kerupuk puli

Kode	Warna larutan sebelum ditambahkan ekstrak	Warna larutan sesudah ditambahkan ekstrak	Dokumentasi

Tabel 3.7 Data uji kuantitatif kerupuk puli

Kode	Absorbansi	Kadar (%)
Kontrol Negatif		
Kontrol Positif		
A		
B		
C		
D		
E		

3.8.2 Pengolahan Dan Analisis Data

Pengolahan data dilakukan dengan bantuan *software Microsoft excel* dan disajikan dalam bentuk tabel atau grafik untuk mempermudah dalam analisis. Dari hasil linieritas yang disajikan dalam bentuk kurva regresi dan diamati hasil persamaan regresi dan nilai koefisien determinasi (R^2). Persamaan regresi linier dinyatakan dalam bentuk persamaan:

$$y = ax \pm b \dots \dots \dots (3.1)$$

Nilai persamaan regresi linier dapat dimanfaatkan dalam penentuan *LoD* dan *LoQ* dengan rumus yang ditetapkan.

$$LoD = \frac{3 \times SD \text{ blanko}}{\text{slope}} \dots\dots\dots (3.2)$$

$$LoQ = \frac{10 \times SD \text{ blanko}}{\text{slope}} \dots\dots\dots (3.3)$$

Dari hasil pengukuran akurasi yang digunakan persamaan regresi dalam penetapan konsentrasi sehingga data dapat diolah dengan rumus:

$$\%Recovery = \frac{[C]_{sampel+spike} - [C]_{sampel}}{[C]_{spike}} \times 100\% \dots\dots\dots (3.4)$$

Data presisi yang diperoleh dengan rumus persamaan regresi linier kemudian dinyatakan nilai RSD dalam bentuk persentase dengan menggunakan rumus:

$$SD = \frac{\sqrt{\sum(x - \bar{x})^2}}{n - 1}$$

$$RSD = \frac{SD}{x} \times 100\% \dots\dots\dots (3.5)$$

Data penetapan kadar pada seluruh sampel kerupuk puli yang dijual di Pasar Ngemplak Tulungagung beserta kontrol positif dan negatif dapat dihitung menggunakan persamaan linier yang diperoleh. Kemudian data diolah dengan persamaan berikut untuk memperoleh kadar boraks pada sampel:

$$\text{Kadar} = \frac{\text{Konsentrasi } (\frac{mg}{L}) \times \text{Volume larutan (L)} \times fp}{\text{Berat penimbangan (mg)}} \times 100\% \dots\dots\dots (3.6)$$

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN






Pemanfaatan ekstrak kulit ubi jalar ungu sebagai metode pengembangan dalam deteksi boraks perlu dilakukan validasi terlebih dahulu untuk memastikan kelayakan suatu metode. Ekstrak kulit ubi jalar ungu juga memiliki kandungan antosianin sebesar 119,65mg/100g yang dapat dimanfaatkan sebagai pendeteksi boraks. Antosianin akan menunjukkan perubahan warna pada larutan ketika ditambahkan larutan boraks. Metode pengembangan yang telah tervalidasi kemudian diterapkan dalam mendeteksi boraks pada kerupuk puli yang dijual di Pasar Ngemplak Tulungagung.

4.1 Pengamatan Fisik

Sampel kerupuk puli yang dijual di Pasar Ngemplak Kabupaten Tulungagung dilakukan pengamatan fisik terlebih dahulu sebagai parameter uji awal ada atau tidaknya boraks. Hasil uji pengamatan fisik dari kerupuk puli dinyatakan pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Hasil pengamatan fisik

Kode	Bentuk	Tekstur	Warna	Aroma	Rasa	Dokumentasi
Kontrol Negatif	Lingkar	Mudah patah	Putih	Khas nasi	Asin	
Kontrol Positif	Lingkar	Mudah patah	Coklat keabuan	Khas nasi	Asin sedikit getir	

A	Lingkaran	Mudah patah	Kuning	Khas nasi menyengat	Asin, gurih dengan getir	
B	Persegi panjang	Mudah patah	Coklat keabuan	Khas nasi	Asin, gurih dengan sedikit getir	
C	Lingkaran	Mudah patah	Putih kecoklatan	Khas nasi menyengat	Asin, gurih dengan getir	
D	Persegi panjang	Mudah patah	Coklat keabuan	Khas nasi menyengat	Asin, gurih dengan sedikit getir	
E	Persegi panjang	Mudah patah	Putih bening	Khas nasi menyengat	Asin, gurih dengan getir	

Pengamatan fisik merupakan pengujian dengan melakukan pengamatan pada produk secara langsung dengan indera penglihatan. Uji ini menjadi komponen penting yaitu sebagai prosedur awal dalam proses analisis suatu bahan (Arziah, Yusmita, & Wijayanti, 2022). Pengamatan fisik meliputi uji bentuk, tekstur, warna, aroma dan rasa. Pengujian pertama yaitu pengamatan pada bentuk kerupuk puli yang dijual di Pasar Ngemplak Kabupaten Tulungagung. Bentuk kerupuk puli sebenarnya tidak mempengaruhi kualitas kerupuk puli. Bentuk merupakan hasil pengamatan

dari indra penglihatan yang sering digunakan acuan oleh pembeli saat melakukan pembelian kerupuk puli.

Pengamatan tekstur merupakan pengujian dengan memanfaatkan indra peraba manusia. Pada pengujian ini, kerupuk puli dipatahkan menjadi dua bagian untuk pemastian bahwa kerupuk puli tersebut mudah patah atau tidak. Hasil yang diperoleh yaitu seluruh sampel memiliki tekstur mudah patah menjadi dua bagian. Pengamatan tekstur juga dilakukan pada kerupuk matang. Seluruh kerupuk puli matang memiliki tekstur renyah dan mudah patah. Boraks sendiri memiliki peran sebagai pemberi tekstur renyah pada kerupuk puli. Semakin renyah kerupuk puli berkemungkinan mulai kadar boraks yang tinggi.

Pada pengujian selanjutnya yaitu pengamatan warna yang memanfaatkan indra penglihatan sama halnya dengan bentuk. Warna umumnya menjadi komponen organoleptik pertama yang diperhatikan oleh pembeli. Warna dapat dipengaruhi oleh kualitas bahan baku, proses pembuatan hingga bahan tambahan yang digunakan dalam proses pembuatan kerupuk puli. Warna dari sampel yang dijual di pasar Ngemplak Kabupaten Tulungagung beragam yang kemungkinan ditambahkan bahan tambahan lainnya. Pada kontrol positif memiliki warna yang sama dengan kerupuk puli kode B dan D, sedangkan kontrol negatif yang hanya terdiri dari nasi memiliki warna kesamaan dengan kode E.

Uji selanjutnya yaitu pengujian aroma pada kerupuk puli mentah. Aroma merupakan pengujian sensori dengan memanfaatkan indra penciuman. Aroma dapat membantu meningkatkan selera konsumen saat melakukan pembelian. Kerupuk puli umumnya memiliki aroma khas nasi kering karena bahan dasarnya berupa nasi. Pada kerupuk puli yang dijual di Pasar Ngemplak Tulungagung seluruhnya memiliki khas aroma nasi ketika dilakukan pengujian tetapi terdapat beberapa kerupuk puli yang memiliki bau khas menyengat yang tahan lama ketika dilakukan pengujian

berulang. Kontrol positif dan negatif yang telah dibuat memiliki aroma khas nasi saja tanpa ada aroma menyengat.

Pada uji rasa dilakukan ketika kerupuk puli telah digoreng atau keadaan matang. Hampir seluruh kerupuk puli memiliki cara rasa yang khas yaitu asin dan gurih. Namun pada beberapa kerupuk puli yang memiliki rasa getir di akhir pengujian. Rasa getir ini berkemungkinan efek dari penambahan boraks pada kerupuk puli. Pada sampel kerupuk puli kode C dan E memiliki rasa getir yang cukup kuat di akhir pengujian. Hasil ini dibandingkan dengan rasa dari kontrol positif dan negatif. Pada kontrol negatif hanya memiliki rasa asin saja sedangkan pada kontrol positif memiliki rasa asin sedikit getir di bagian akhirnya. Hal ini mengindikasikan bahwa kerupuk puli tersebut berkemungkinan memiliki kadar boraks yang tinggi.

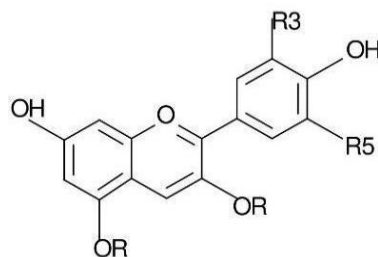
Berdasarkan ciri-ciri pengamatan fisik dari kerupuk puli mentah yang dijual di Pasar Ngemplak Kabupaten Tulungagung yang telah dibandingkan dengan kontrol positif dan negatif terdapat kerupuk puli yang memiliki indikasi mengandung boraks diantaranya sampel A, B, C dan E. Hampir seluruh sampel kerupuk puli kemungkinan mengandung boraks karena aroma khas nasi yang cukup menyengat dan teksturnya yang mudah patah dengan rasa getir di akhir. Hal ini sesuai dengan literatur yang menjelaskan tentang ciri-ciri kerupuk puli yang mengandung boraks yaitu memiliki kerupuk yang lainnya dan memiliki rasa getir di akhir pengujian rasa (Earnestly, et al., 2023).

4.2 Komparator Warna

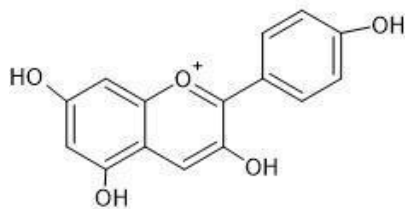
Komparator warna merupakan metode perbandingan antara variasi konsentrasi satu sama lain yang dapat dimanfaatkan untuk pengujian kualitatif. Perbandingan ini menggunakan pengamatan warna secara visual. Pada penelitian ini komparator warna dibuat dengan variasi konsentrasi larutan boraks yaitu 0,05%; 0,1%; 0,2%; 0,4% 0,6% 0,8% dan 1% yang ditambahkan ekstrak kulit ubi jalar ungu. Pemilihan variasi konsentrasi boraks disesuaikan dengan jumlah penambahan boraks yang

umum digunakan oleh masyarakat dalam pembuatan kerupuk puli. Selain itu, hasil komparator warna dapat digunakan dalam penentuan batas deteksi boraks secara visual.

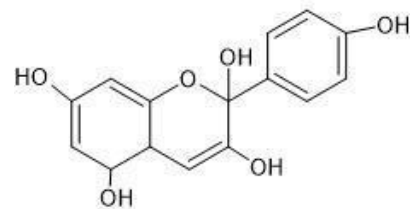
Dari hasil pengamatan secara visual, variasi konsentrasi boraks yang ditambahkan dalam ekstrak kulit ubi jalar ungu menunjukkan perubahan setiap konsentrasi. Hal ini dikarenakan oleh senyawa antosianin pada ekstrak kulit ubi jalar ungu yang bereaksi dengan boraks. Antosianin sendiri merupakan senyawa dengan sifat amfoter yaitu dapat bereaksi dengan senyawa asam maupun basa. Antosianin dapat melepaskan maupun menerima ion H^+ dan OH^- yang dapat mempengaruhi warna dari antosianin tersebut. Penambahan ion H^+ dan OH^- umumnya dipengaruhi oleh derajat keasaman atau pH. Derajat keasaman (pH) merupakan faktor utama dari kestabilan antosianin selain suhu dan cahaya.



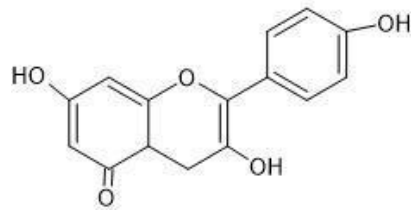
Gambar 4.1 Antosianin



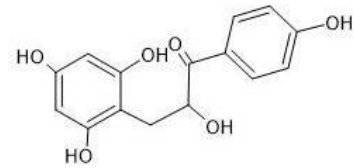
Gambar 4.2 Kation flavilium
(pH 1-2 warna merah)



Gambar 4.3 Karbinol
(pH 3-6 warna merah memudar)



Gambar 4.4 Basa quinoidal
(pH 7 warna ungu)


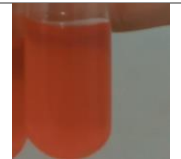

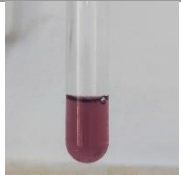
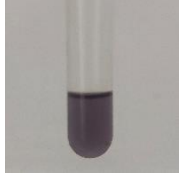

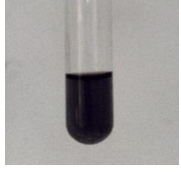


Gambar 4.5 Kalkon
(pH 8-11 warna kuning)

Antosianin pada ekstrak kulit ubi jalar ungu yang memiliki kondisi asam karena pelarut yang ditambahkan asam hidroklorida (HCl). Hal ini dapat dilihat terbentuknya warna merah terang yang stabil pada hasil ekstraksi. Antosianin sangat stabil dalam kondisi asam dengan identik warna merah karena antosianin dalam bentuk kation flavilium (Gambar 4.2). Terbentuknya kation flavilium ini menunjukkan antosianin pada ekstrak dalam kondisi asam dengan pH 2,65 yang telah sesuai dengan literatur pada umumnya yaitu dengan rentang 1-2. Semakin meningkat pH larutan, antosianin dapat membentuk struktur karbinol (Gambar 4.3) yang identik dengan pudarnya warna merah. Warna yang terbentuk ini umumnya memiliki rentang pH sebesar 3-6. Pada kondisi netral dengan pH 7, antosianin dalam bentuk basa quinoidal (Gambar 4.4) yang dapat diamati dengan terbentuknya warna ungu. Pada kondisi basa lemah dengan rentang pH 8-11 antosianin berbentuk quinoidal ionik yang dapat teramati dengan terbentuknya warna biru hijau. Sedangkan pada basa kuat, seluruh antosianin telah berbentuk kalkon (Gambar 4.5) yang identik dengan warna kuning (Surianti, Husain, & Sulfikar, 2019) (Leba, et al., 2023).

Boraks merupakan senyawa kimia yang bersifat basa lemah dengan pH sebesar 9,15-9,20 sehingga dapat dideteksi oleh antosianin dengan perubahan warna membentuk biru hijau. Pada penelitian ini larutan uji setiap konsentrasi ditambahkan ekstrak kulit ubi jalar ungu dan diamati perubahan warna yang terjadi. Kemudian dilakukan pembacaan pH untuk mengidentifikasi bentuk antosianin dalam larutan tersebut. Bentuk antosianin inilah yang mempengaruhi perubahan warna pada masing-masing larutan. Perubahan ini dapat dilihat pada tabel 4.2

Tabel 4.2 Hasil komparator warna

Konsentrasi boraks (%)	Warna Larutan Sebelum Ditambahkan Ekstrak	Warna Larutan Sesudah Ditambahkan Ekstrak	pH	Dokumentasi
0,05	Bening	Merah sedikit jingga	3,82	
0,1	Bening	Merah jingga +	4,01	
0,2	Bening	Merah jingga ++	6,21	
0,4	Bening	Merah keunguan	7,78	
0,6	Bening	Ungu kehijauan +	8,42	
0,8	Bening	Ungu kehijauan ++	9,51	
1	Bening	Ungu kehijauan +++	9,85	

Pada konsentrasi 0,05%, larutan uji berwarna merah sedikit jingga yang jelas. Hal ini disebabkan oleh adanya boraks pada larutan yang sedikit sehingga perubahan yang terlihat tidak jauh berbeda. Pada konsentrasi 0,1% dan 0,2% warna larutan uji menjadi merah jingga yang lebih cerah. Warna yang dihasilkan berbeda dari larutan uji sebelumnya karena jumlah boraks dalam sampel lebih banyak dari pada sebelumnya. Walaupun begitu sudah terbentuk karbinol yang identik dengan pudarnya warna merah. Karbinol ini terjadi karena adanya penambahan pH dari boraks yang menyebabkan terjadi hidrasi pada kation flavilium. Sehingga warna merah memudar dan terbentuk warna merah jingga. Hal ini sesuai dengan pH yang diperoleh dari larutan uji yang masuk dalam rentang pH karbinol.

Pada konsentrasi 0,4% mulai terjadi perubahan pada larutan uji ketika telah ditambahkan ekstrak kulit ubi jalar ungu. Warna larutan berubah dari bening menjadi merah keunguan yang jelas. Walaupun warna merah masih muncul tetapi gugus antosianin lainnya telah berikatan dengan boraks membentuk basa quinoidal yang dibuktikan dengan adanya warna ungu pada larutan (Nuryanti, Matsjeh, Anwar, & Raharjo, 2010). Warna yang muncul ini dikarenakan kation flavilium telah melakukan deprotonasi atau pelepasan proton (H^+) sehingga membentuk kondisi basa. Selain itu pH yang terbentuk di larutan 0,4% yaitu sebesar 7,78 yang memasuki rentang pH basa quinoidal.

Pada larutan uji 0,6% hingga 1% telah terjadi perubahan yang berbeda dibandingkan larutan uji sebelum ditambah ekstrak kulit ubi jalar ungu yaitu ungu kehijauan yang semakin pekat pada konsentrasi tinggi yaitu 1%. Pada kondisi ini antosianin telah dalam bentuk quinoidal ionik karena kehilangan ion H^+ ketika ditambahkan boraks yang bersifat basa. Nilai pH larutan komparator 0,6% hingga 1% dalam rentang basa lemah sehingga terbentuk larutan berwarna ungu-hijau. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya pH larutan yang menyebabkan antosianin terdegradasi dan tidak stabil (Andini, Puspawati, & Nocianitri, 2023).

Dari komparator warna ini dapat dilihat bahwa ekstrak kulit ubi jalar ungu dapat mendeteksi boraks dengan baik dari perubahan warna yang terjadi. Semakin tinggi kadar boraks yang direaksikan dengan ekstrak kulit ubi jalar ungu semakin terbentuk warna larutan ungu-hijau.

4.3 Validasi Metode

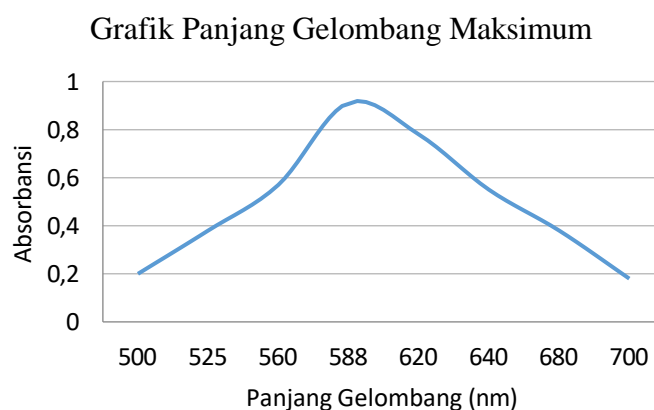
Pemanfaatan ekstrak kulit ubi jalar ungu dalam mendeteksi boraks selain dalam bentuk komparator warna sebagai uji kualitatif, juga dapat digunakan untuk uji kuantitatif. Namun perlu dilakukan validasi metode terlebih dahulu untuk memastikan kelayakan metode tersebut. Proses validasi metode yang dilakukan dengan menggunakan instrumen Spektrofotometer *UV-Vis*. Pemilihan instrumen tersebut dikarenakan Spektrofotometer *UV-Vis* memiliki selektivitas dan sensitivitas yang tinggi. Larutan uji memiliki warna yang dapat menyerap cahaya yang dipancarkan oleh Spektrofotometer *UV-Vis*. Selain itu, larutan uji yang mengandung antosianin memiliki gugus fungsi kromofor dan auxokrom yang menjadi komponen penting dalam larutan untuk dapat dideteksi oleh instrumen Spektrofotometer *UV-Vis*. Gugus kromofor pada antosianin yaitu tiga cincin aromatik berupa sianidin yang dihubungkan dengan karbon. Selain itu juga terdapat auxokrom berupa gugus hidroksil yang berikatan rangkap pada cincin kromofor (Wulandari, Ni'mah, Nurwakhidah, & Amelia, 2023). Dengan adanya struktur tersebut, larutan uji dapat dideteksi oleh Spektrofotometer *UV-Vis*.

4.3.1 Penetapan Panjang Gelombang Maksimum

Panjang gelombang maksimum adalah panjang gelombang yang dapat mendeteksi absorbansi tertinggi pada larutan uji. Pengukuran dilakukan dengan rentang panjang gelombang 400-700 nm karena larutan uji memiliki warna yang dapat diserap oleh Spektrofotometer *UV-Vis* dalam rentang sinar tampak (*Visible*). Pembacaan panjang gelombang menggunakan konsentrasi 0,6% dikarenakan konsentrasi tersebut merupakan konsentrasi tengah dari seluruh deret konsentrasi. Konsentrasi tengah dapat mewakili seluruh deret konsentrasi dengan menghasilkan

absorbansi tertinggi pada rentang panjang gelombang (Angraini & Yanti, 2021).

Hasil panjang gelombang maksimum yang diperoleh yaitu 588 nm dengan absorbansi maksimum sebesar 0,912. Grafik panjang gelombang maksimum dapat dilihat pada Gambar 4.6. Untuk larutan dengan warna komplementer ungu kehijauan memiliki rentang panjang gelombang antara 560-610 nm. Berdasarkan hal tersebut panjang gelombang yang diperoleh telah masuk dalam rentang warna komplementer ungu kehijauan.



Gambar 4.4 Hasil panjang gelombang maksimum

4.3.2 Linieritas

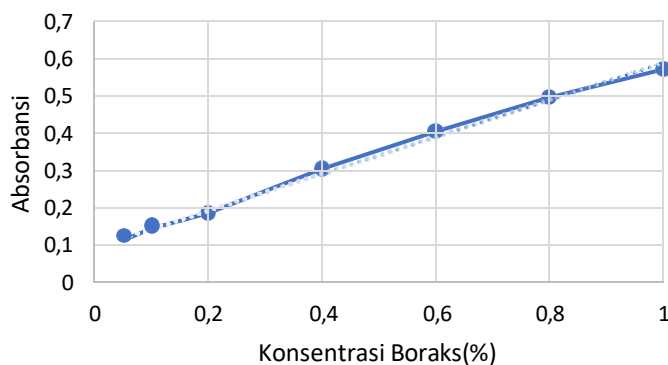
Parameter linieritas digunakan untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi larutan uji dengan nilai absorbansi yang telah dilakukan dengan larutan komparator warna dengan variasi konsentrasi. Linieritas merupakan metode pengujian yang menghasilkan grafik hubungan antara nilai absorbansi yang dihasilkan dengan konsentrasi sampel. Pengujian linieritas dinyatakan dalam bentuk kurva kalibrasi. Kurva kalibrasi yang didapatkan menggambarkan hubungan konsentrasi boraks (sumbu x) dengan absorbansi yang diperoleh (sumbu y). Pada Gambar 4.7, dengan variasi konsentrasi 0,05% hingga 1% diperoleh persamaan regresi sebesar $y = 0,4939x + 0,0997$ dengan nilai koefisien determinan (R^2) sebesar 0,996 dan koefisien korelasi sebesar 0,998. Dari hasil yang diperoleh dapat

dilihat bahwa nilai konsentrasi berbanding lurus dengan absorbansi larutan uji yang telah ditambahkan ekstrak kulit ubi jalar ungu. Hasil ini dapat dilihat pada Tabel 4.3, semakin tinggi konsentrasi boraks semakin tinggi absorbansi.

Tabel 4.3 Hasil absorbansi komparator warna

Konsentrasi Boraks (%)	Absorbansi
0,05	0,117
0,1	0,149
0,2	0,190
0,4	0,309
0,6	0,410
0,8	0,502
1	0,577

Hubungan Konsentrasi Boraks vs Absorbansi $y = 0,4939x + 0,0997$
 $R^2 = 0,996$



Gambar 4.5 Grafik hasil uji linieritas

Koefisien korelasi (R) yang diperoleh sebesar 0.998 dengan nilai positif yang menunjukkan adanya hubungan kuat antara konsentrasi boraks dengan absorbansi yang diperoleh. Koefisien determinasi (R^2) didapatkan nilai mendekati 1 yang menunjukkan adanya bahwa konsentrasi boraks

memberikan pengaruh kuat pada perubahan nilai absorbansi. Selain itu, pada persamaan regresi linier juga diperoleh nilai slope yang besar yaitu 0,4939. Nilai slope yang besar menunjukkan bahwa instrumen dapat merespon senyawa dengan baik dan sensitif. Begitu juga pada nilai intersep yang kecil sebesar 0,0997 yang menggambarkan linieritas yang baik. Nilai intersep ini menggambarkan sinyal sumber kesalahan. Semakin kecil nilai intersep maka semakin baik uji linieritasnya. Sehingga parameter linieritas yang telah dilakukan telah memenuhi batas keberterimaan validasi.

4.3.3 *Limit of Detection (LoD)*

Batas terkecil suatu senyawa pada sampel yang dideteksi oleh metode dan instrumen dengan memberikan respon disebut dengan batas deteksi atau *Limit of Detection*. Nilai batas deteksi ini dinyatakan sebagai sensitivitas suatu metode penetapan nilai *LoD* menggunakan persamaan regresi linier yang telah didapatkan dan diolah secara statistika dengan memanfaatkan hasil standar deviasi respon. Nilai *LoD* menggunakan perhitungan dengan gangguan sebesar 3. Sehingga nilainya lebih kecil dibandingkan dengan batas kuantisasi. Hasil perhitungan limit deteksi sebesar 0,028%. Sehingga metode ekstrak kulit ubi jalar ungu dapat mendeteksi boraks dengan konsentrasi terkecil sebesar 0,028%.

4.3.4 *Limit of Quantitation (LoQ)*

Batas kuantisasi merupakan nilai batas terkecil senyawa yang terdeteksi dalam suatu metode yang telah memenuhi persyaratan akurasi dan presisi. Batas kuantisasi juga sebagai parameter sensitivitas metode. Penetapan batas kuantisasi ini sama halnya dengan nilai batas deteksi yaitu memanfaatkan hasil persamaan regresi linier. Namun perbedaannya pada proses perhitungan yaitu perkalian nilai gangguan yang lebih besar yaitu 10. Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan, batas kuantisasi metode penetapan kadar boraks dengan ekstrak kulit ubi jalar ungu yaitu sebesar 0,095%.

4.3.5 Akurasi

Parameter validasi selanjutnya yaitu pengujian akurasi. Akurasi merupakan nilai kedekatan suatu hasil analisis dengan nilai sebenarnya yang dinyatakan dalam bentuk persen perolehan kembali. Pengujian akurasi menggunakan metode adisi yaitu dengan penambahan baku pada sampel yang telah diketahui konsentrasinya. Metode adisi digunakan karena untuk mengurangi kesalahan yang disebabkan oleh matriks senyawa. Variasi baku boraks yang digunakan yaitu 0,6%; 0,8% dan 1% yang mewakili konsentrasi rendah, sedang dan tinggi yang diperoleh dari uji linieritas sebelumnya. Hal ini dilakukan untuk mengetahui ketepatan suatu metode dalam menganalisis senyawa dengan konsentrasi berbeda dalam waktu dekat.

Tabel 4.4 Hasil uji akurasi

Konsentrasi Boraks (%)	Absorbansi			Konsentrasi			Perolehan kembali (%)
	Blanko+ sampel	Adisi	Sampel + adisi	Blanko+ sampel	Adisi	Sampel+ adisi	
0.6	0.184	0.410	0.499	0.170	0.628	0.809	101,77
0.8	0.184	0.520	0.588	0.170	0.814	0.987	100,41
1.0	0.184	0.577	0.665	0.170	0.966	1.145	100,93
Rata-rata							101,04

Nilai absorbansi yang diperoleh dari setiap variasi mengalami kenaikan ketika ditambahkan boraks yang dapat dilihat pada Tabel 4.4. Hal ini membuktikan bahwa metode memberikan respon positif pada setiap variasi. Nilai rata-rata perolehan kembali sebesar 101,04% yang telah memenuhi persyaratan AOAC karena pada konsentrasi 1% rentang perolehan kembali yang diterima sebesar 97-103%. Sehingga nilai uji akurasi telah memenuhi batas keberterimaan validasi.

4.3.6 Presisi

Parameter validasi terakhir yang dilakukan yaitu pengujian presisi. Metode presisi yang digunakan yaitu keterulangan atau *Repeatability* dengan melakukan analisis sebanyak enam kali dengan analisis, alat, dan instrumen yang sama dalam waktu yang singkat. Pengujian ini dilakukan

untuk mengetahui ketetapan suatu metode dalam menganalisis senyawa dalam kondisi tertentu.

Tabel 4.5 Hasil uji presisi

Pengulangan	Absorbansi
1	0.586
2	0.584
3	0.605
4	0.577
5	0.553
6	0.573
RSD	1.8%

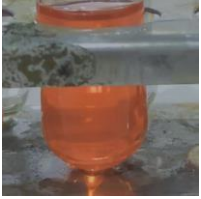






Pada Tabel 4.5 dapat dilihat bahwa absorbansi yang dihasilkan tidak berbeda jauh, sehingga pengukuran presisi sesuai dengan tujuan yaitu ketetapan pengukuran yang dilakukan berulang dalam waktu singkat. Hasil tersebut dilakukan perhitungan hingga diperoleh nilai RSD atau simpangan baku relatif sebesar 1.8% yang telah memenuhi persyaratan AOAC yaitu pada konsentrasi 1% nilai RSD maksimal sebesar 2.8%. Sehingga nilai uji presisi memenuhi batas keberterimaan validasi metode.

4.4 Penetapan Kadar Boraks Pada Sampel

4.4.1 Uji Kualitatif Kerupuk Puli

Uji kualitatif kerupuk puli dilakukan sebagai langkah awal deteksi boraks berdasarkan warna yang terbentuk dari larutan uji. Hasil uji kualitatif dapat dilihat pada Tabel 4.6 dibawah ini

Tabel 4.6 Hasil uji kualitatif kerupuk puli

Kode	Warna larutan sebelum ditambahkan ekstrak	Warna larutan sesudah ditambahkan ekstrak	Dokumentasi
Kontrol Negatif	Bening	Merah	
Kontrol positif	Bening	Merah jingga	
A	Bening	Merah jingga	
B	Bening	Merah jingga	
C	Bening	Merah jingga	
D	Bening	Merah jingga	
E	Bening	Merah jingga	

Hasil pengamatan kontrol positif dan negatif memberikan perbedaan yang jelas pada perubahan warnanya. Pada kontrol negatif terbentuk larutan berwarna merah tanpa ada perubahan seperti pada komparator. Hal ini disebabkan oleh kation flavilium yang masih mendominasi larutan uji dan tidak ada reaksi yang terjadi sehingga warna yang dipertahankan masih sama. Sedangkan pada kontrol positif, warna berubah menjadi merah jingga yang jelas. Hal ini dikarenakan reaksi boraks dengan antosianin yang menyebabkan perubahan bentuk kation flavilium menjadi karbinol. Hal ini dibuktikan dengan pudarnya warna merah menjadi merah jingga. Terbentuknya warna merah jingga ini apabila dibandingkan dengan komparator warna yang telah dibuat memiliki kesamaan dengan konsentrasi 0,05%, sehingga memperkuat adanya boraks pada kontrol positif. Hasil dari kontrol dapat dijadikan acuan oleh sampel sebagai uji kualitatif ada tidaknya boraks pada sampel kerupuk puli yang dijual di Pasar Ngemplak Tulungagung.

Pada seluruh sampel kerupuk puli yang telah dipreparasi menghasilkan warna merah yang memudar dan terbentuk merah jingga yang hampir sama. Ketika dibandingkan dengan kontrol positif dan negatif, warna yang terbentuk mendekati warna kontrol positif. Dengan uji kualitatif ini dapat disimpulkan bahwa seluruh sampel mengandung boraks karena kesamaan perubahan warna dengan kontrol positif. Jika dibandingkan dengan komparator warna, warna pada sampel memiliki kesamaan dengan komparator warna yaitu konsentrasi 0,05%. Dengan memudarnya warna merah pada larutan uji, dapat diidentifikasi bahwa antosianin dalam larutan uji telah berbentuk karbinol dengan rentang pH 3-6. Namun pada pengujian ini tidak dilakukan pengukuran pH pada sampel. Sehingga seluruh sampel berkemungkinan memiliki kadar boraks $\leq 0,05\%$. Selanjutnya untuk mengetahui konsentrasi boraks secara tepat, dilakukan uji kuantitatif dengan menggunakan instrumen Spektrofotometer *UV-Vis*

4.4.2 Uji Kuantitatif Kerupuk Puli

Uji kuantitatif dilakukan pada seluruh sampel kerupuk puli karena seluruh larutan terjadi perubahan yang sama dengan kontrol positif. Uji kuantitatif ini dilakukan dengan pembacaan absorbansi pada instrumen Spektrofotometer *UV-Vis*. Uji kuantitatif bertujuan untuk mendapatkan nilai kadar boraks pada kerupuk puli. Hasil pengukuran kadar boraks pada kerupuk puli dapat dilihat pada Tabel 4.7 berikut

Tabel 4.7 Hasil Uji Kuantitatif Kerupuk Puli

Kode	Absorbansi	Kadar (%)
Kontrol Negatif	0.067	- 0.0002
Kontrol Positif	0.184	0.0003
A	0.169	0.0004
B	0.174	0.0005
C	0.135	0.0002
D	0.136	0.0002
E	0.136	0.0002

Kontrol negatif yang telah dibuat menghasilkan kadar -0.0002% yang dapat disimpulkan bahwa sampel tidak memiliki kadar boraks. Nilai absorbansi yang muncul dikarenakan larutan uji yang berwarna merah dan dapat dideteksi oleh panjang gelombang maksimum. Pada kontrol positif diperoleh kadar boraks sebesar 0.0003% yang menunjukkan adanya boraks pada kerupuk puli. Dari seluruh sampel kerupuk puli yang dijual di Pasar Ngemplak Tulungagung memiliki kadar boraks yang beragam. Pada sampel kode B memiliki rata-rata kadar boraks tertinggi yaitu sebesar 0.0005%. Dari pengujian ini menunjukkan bahwa seluruh sampel kerupuk puli yang dijual di Pasar Ngemplak Tulungagung mengandung boraks, hal ini sejalan dengan hasil uji organoleptik yang sebelumnya telah dilakukan. Dimana semua sampel memiliki ciri-ciri mengandung boraks yaitu khas nasi menyengat dan tekstur renyah dengan rasa getir di akhir

Dari hasil yang diperoleh, kadar boraks pada kerupuk puli ternyata sangatlah kecil dibandingkan dengan batas deteksi dan batas kuantisasi yang telah dilakukan ketika validasi metode. Kadar yang kecil pada

sampel dapat disebabkan oleh pembandingan pada standar yang digunakan berbeda dengan boraks pada kerupuk puli. Pembandingan standar yang digunakan yaitu natrium tetraborat, sedangkan pada kerupuk puli yang digunakan adalah uyah bleng dengan kandungan boraks sebesar 12% dan campuran garam mineral. Sehingga metode penetapan kadar boraks dengan ekstrak kulit ubi jalar ungu pada kerupuk puli tidak dapat menghasilkan nilai yang selektif. Namun untuk uji kualitatif masih dapat digunakan untuk mengetahui ada tidaknya boraks pada kerupuk puli berdasarkan perubahan warna.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Metode penetapan kadar boraks dengan ekstrak kulit ubi jalar ungu telah memenuhi batas keberterimaan validasi metode yang meliputi linieritas dengan nilai koefisien determinasi 0,996; *LoD* 0,028%; *LoQ* 0,095%; Nilai akurasi 101,04%; dan RSD 1,8%.
2. Kerupuk puli yang dijual di Pasar Ngemplak Tulungagung masih mengandung boraks dengan kadar berkisar antara 0.0002%-0,0005%

5.2 Saran

Saran yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Dapat dilakukan pengukuran pH pada sampel untuk mengetahui kondisi pH dan bentuk antosianin yang terdapat pada larutan uji.
2. Metode penetapan kadar boraks dengan ekstrak kulit ubi jalar ungu yang telah tervalidasi dapat diujikan pada produk pangan dengan konsentrasi boraks yang lebih tinggi dibandingkan boraks pada kerupuk puli.
3. Pada pembuatan larutan standar pembanding dapat digunakan larutan uyah bleng yang sesuai dengan bahan kerupuk puli agar mendapatkan hasil yang selektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Abriyani, E., Sephia, R. A., Srifitriani, E., Lustianah, T., & Khafina, S. (2023, Januari 1). Analisis Kadar Kafein Kopi, Teh, Dan Coklat Menggunakan Metode Spektrofotometri Uv-Vis. *Journal of Comprehensive Science*, 2(1), 7-15.
- Abriyani, E., Wibiksana, K. T., Syahfitri, F., Apriliyanti, N., & Salmaduri, A. R. (2023). Metode Spektrofotometri Uv-Vis Dalam Analisis Penentuan Kadar Vitamin C Pada Sampel Yang Akan Diuji. *Jurnal Pendidikan dan Konseling*, 5(1), 1610-1613.
- Adila, D. H. (2022). Pelatihan Usaha Ekonomi Pembuatan Kerupuk Beras Desa Mekar Sari Kecamatan Narmada Kabupaten Lombok Barat. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 5(3), 34-38.
- Adisaputra, H., Andhyka, I., & Ihtiarini, N. A. (2014). Penggunaan Sodium Tripoliphosphat Sebagai Alternatif Pengganti Bleng (Boraks) dalam Pembuatan Kerupuk. *Jurnal Ilmu Kesehatan dan Farmasi*, 2(1), 11-14.
- Afandy, M. A., Nuryanti, S., & Diah, A. W. (2017, Mei). Ekstraksi Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea Batatas L.*) Menggunakan Variasi Pelarut Serta Pemanfaatannya Sebagai Indikator Asam-Basa. *Jurnal Akademika Kimia*, 6(2), 79-85.
- Ahriani, Zelviani, S., Hernawati, & Fitriyanti. (2021, Desember). Analisis Nilai Absorbansi Untuk Menentukan Kadar Flavonoid Daun Jarak Merah (*Jatropha Gossypifolia L.*) Menggunakan Spektrofotometer Uv-Vis. *Jurnal Fisika Dan Terapannya*, 8(2), 56 - 64.
- Angraini, N., & Yanti, F. (2021). Penggunaan spektrofotometer Uv-Vis untuk analisis nutrien fosfat pada sedimen dalam rangka pengembangan modul praktikum oseanografi kimia. *Jurnal Penelitian Sains*, 23(2), 78-83.
- Anngela, O., Muadifah, A., & Nugraha, D. P. (2021). Validasi Metode Penetapan Kadar Boraks pada Kerupuk Puli Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis. *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 3(4), 375-381.
- AOAC. (2005). *Official Method of Analysis of the Association of OfficialAnalytical Chemist*. Washington, D.C: Benyamin Franklin Station.
- Ariani, M. T. (2021). Tinjauan Kritis Terhadap Pemborosan Pangan: Besaran, Penyebab, Dampak, dan Strategi Kebijakan. *Forum Penelitian Agroekonomi*, 39(2), 135-146.
- Arzayah, D., Yusmita, L., & Wijayanti, R. (2022). Analisis Mutu Organoleptik Sirup Kayu Manis dengan Modifikasi Perbandingan Konsentrasi Gula Aren dan Gula Pasir. *Jurnal HasiPenelitian Dan Pengkajian Ilmiah Eksakta*, 1(2), 105-109
- Atmaka, W. &. (2017). *Kajian Sifat Fisikokimia Dan Sensori Tepung Ubi Jalar Ungu (Ipomoea Batatas Blackie) Dengan Variasi Proses Pengeringan*. Jakarta.

- Azmi, A. R., Masri, M., & Rasyid, R. (2018). Uji Kualitatif Boraks Pada Beberapa Produk Kerupuk Ikan Yang Dijual Di Kota Padang Tahun 2018. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 7(4), 521-525.
- Budari, M., Dewantara, I., & Wijayanti, N. (2015). Validasi Metode Analisis Penetapan Kadar A-Mangostin Pada Gel Ekstrak Kulit Buah Manggis (*Garcinia Mangostana L.*) Dengan KLT-Spektrofotodensitometri. *Jurnal Farmasi Udayana*, 20-24.
- BPOM. (2024). *BPOM Temukan 102 Sampel Takjil Tidak Memenuhi Syarat*. 2 April. Jakarta
- BSN. (1998). SNI 19-0428-1998 mengenai petunjuk pengambilan contoh padatan. Jakarta:Badan Standarisasi Nasional
- Chan, R. (2023). Penetapan Kadar Amilosa Pada Mie Sagu Secara Spektrofotometri Uv-Vis. *Jurnal Farmasi*, 1(1), 12-18.
- Devitria, R., Elfia, M., & Sarwis, Y. Y. (2023, April 3). Pemanfaatan Antosianin Kulit Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea Batatas L.*). *Ensiklopedia of Journal*, 5(3), 565-571.
- Earnestly, F., Firdaus, Muchlisinalahuddin, Muharni, R., Leni, D., & Yermadona, H. (2023). Pengenalan Bahaya Boraks Dalam Makanan Bagi Kesehatan Pada Ikatan Keluarga Kotolaweh Kota Padang. *Jurnal Salingka Abdimas*, 3(1), 191-19.
- Fathinatullabibah, Kawiji, & Khasanah, L. U. (2014). 2014. *Stabilitas Antosianin Ekstrak Daun Jati (Tectona grandis) terhadap Perlakuan pH dan Suhu*, 3(2), 60-63.
- Fatimatuzahro, D. T. (2019). *Pemanfaatan Ekstrak Kulit Ubi jalar ungu (Ipomoea batatas L.) sebagai Bahan pewarna Alternatif untuk Pengamatan Mikroskopis Paramecium sp. Dalam Pembelajaran Biologi*. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Fauzan Alfianto, d. (2020, Mei). Kadar Pigmen Total, Antosianin dan Angka Lempeng Total Ikan Cakalang (*Katsuwonus Pelamis L*) Asap yang Direndam Larutan Kulit Buah Manggis (*Garcinia Mangostana L.*). *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 8(2), 58–65.
- Firdausa, C. A., Haresmita, P. P., & Agusta, H. F. (2024, Agustus 2). Identifikasi Kandungan Boraks Pada Kerupuk Nasi Di Pasar Tradisional Muntitan Menggunakan Metode Kualitatif Dan Kuantitatif. *Jurnal Sains Kesehatan*, 31(2), 39-50.
- Ginting E, U. J. (2015). Potensi Ubi Jalar Ungu Sebagai Pangan Fungsional. *Iptek Tanam Pangan*, 6(1), 16–38.
- Harmita. (2004, Desember). Petunjuk Pelaksanaan Validasi Metode Dan Cara Perhitungannya. *Majalah Ilmu Kefarmasian*, 1(3), 117 - 135.
- Husna, I. M. (2013). Kandungan Antosianin Dan Aktivitas Antioksidan Ubi Jalar Ungu Segar Dan Produk Olahannya. *Agritech*, 33(3), 296-302

- ICH. (2005). *Validation of Analytical Procedures: Text and Methodology Q2 (RI)*. London: International Conference on Harmonization of Technical Requirements for Registration of Pharmaceuticals for Human Use.
- Ifadah, R. A., Wiratara, P. R., & afgani, C. A. (2021). Ulasan Ilmiah: Antosianin dan Manfaatnya untuk Kesehatan. *Jurnal Teknologi Pengolahan Pertanian*, 3(2), 11-21.
- Indonesia, B. P. (2023). *Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 22 Tahun 2023 tentang Bahan Baku yang Dilarang dalam Pangan Olahan dan Bahan yang Dilarang Digunakan sebagai Bahan Tambahan Pangan*. Jakarta: Badan POM.
- Jami, A., Nuri, H. L., & Subhiyah, H. (2021, November). Kajian Teknologi Instrumen Untuk Analisis Plastik Sintilasi Berbasis Polistirena. *Jurnal Prima*, 18(2), 1-7.
- Kemenkes. (2012). *Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 033 Tahun 2012 Tentang Bahan Tambahan Pangan*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Kesehatan, D. (2020). *Farmakope Indonesia Edisi VI*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Kurniasari, F. N., Rahmi, Y., Devina, C. I., Aisy, N. R., & Cempaka, A. R. (2021, November 2). Perbedaan Kadar Antosianin Ubi Ungu Segar Dan Tepung Ubi Ungu Varietas Lokal Dan Antin 3 Pada Beberapa Alat Pengeringan. *Journal of Nutrition College*, 10(4), 313-320.
- Lifanny, S. (2024). *Perbedaan Kadar Antosianin Ubi Ungu Segar Dan Tepung Ubi Ungu Varietas Lokal Dan Antin 3 Pada Beberapa Alat Pengeringan*. Malang: Perpustakaan Poltekkes Malang.
- Lukitasari, D. M., Indrawati, R., Chandra, R. D., Heriyanto, & Limantara, L. (2017). Mikroenkapsulasi Pigmen dari Kubis Merah: Studi Intensitas Warna dan Aktivitas Antioksidan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 28(1), 1-9.
- Maharani, B., & Sofianti, S. P. (2016). *Ipteks Bagi Masyarakat Perajin Kerupuk Puli Di Lingkungan Gumuk Kerang Kelurahan Sumpersari Kabupaten Jember*. Jember: Library University of Jember.
- Nasional, B. S. (1996). *SNI 01-4307-1996 Tentang Kerupuk Beras*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Nasional, P. I. (2024, Oktober 4). *Ringkasan Senyawa PubChem untuk CID 16211214, Boraks*.
- Noer SW, W. M. (2018). Pemanfaatan Tepung Ubi Jalar (*Ipomea Batatas L*) Berbagai Varietas Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bolu Kukus. *J Pendidik Teknologi Pertan.*

- Nuryanti, S., Matsjeh, S., Anwar, C., & Raharjo, T. J. (2010, Agustus). Indikator Titrasi Asam-Basa dari Ekstrak Bunga Sepatu (*Hibiscus rosa sinensis* L). *AGRITECH*, 30(3), 178-183.
- Palimbong, S., Sihombing, M., & Mulyanto, M. M. (2024, Mei 23). Analisis Boraks Pada Kerupuk Di Pasar Blauran, Kota Salatiga. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 24(2), 276-282.
- Perdani, A. W. (2023, November 11). Mini Review: Ekstraksi Antosianin Sebagai Pewarna Makanan Dengan Bantuan Ultrasonik Dan Purifikasi Dengan Sephadex. *Prosiding Pendidikan Teknik Boga Busana*, 1-7.
- Pratama, A. N., Syauqy, D., & Widasar, E. R. (2022, Juni 6). Klasifikasi Kandungan Boraks pada Gendar menggunakan Sensor Warna dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan berbasis Arduino. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 6(6), 2989-2995. Retrieved from <http://j-ptiik.ub.ac.id/>
- Priska, M., Peni, N., Carvallo, L., & Ngapa, Y. D. (2019, Desember). Review: Antosianin Dan Pemanfaatannya. *Cakra Kimia (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry)*, 6(2), 79-97.
- Rahma, D. A., Sari, E. M., & Nurfajriah, S. (2023, April). Identifikasi Kandungan Boraks Pada Bakso yang Beredar di Pasar Tradisional Kecamatan Tambun Selatan. *ec.2023.vol 5(1).12502*, 5(1), 59-73.
- Ratnawati, N. A., Prasetya, A. T., & Rahayu, E. F. (2019). Validasi Metode Pengujian Logam Berat Timbal (Pb) dengan Destruksi Basah Menggunakan FAAS dalam Sedimen Sungai Banjir Kanal Barat Semarang. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 8(1), 60-68.
- RI, B. (2019). *Peraturan Badan Pengawas Obat Dan Makanan Nomor 11 Tahun 2019 Tentang Bahan Tambahan Pangan*. Jakarta: Badan Pengawas Obat Dan Makanan Republik Indonesia.
- RI, M. K. (2012). *Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 033 Tahun 2012 Tentang Bahan Tambahan Pangan*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Rismiarti, Z. (2022, April). Optimasi Pelarut Ekstraksi Antosianin Dari Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea Batatas* L. Poir) Untuk Deteksi Boraks Dalam Makanan. *Atmosphere*, 3(1), 8-13.
- Rosiani, N. B. (2015). Kajian Karakteristik Sensoris Fisik Dan Kimia Kerupuk Fortifikasi Daging Lidah Buaya (*Aloe Vera*) Dengan Metode Pemanggangan Menggunakan Microwave. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, VIII(2), 84-98.
- Rusqiyati, E. A. (2023). *Yogyakarta Musnahkan 687,5 Kilogram Kerupuk Mengandung Boraks*. Antara: Kantor Berita Indonesia. 16 Januari. Yogyakarta.

- Samber, L. N., Semangun, H., & Prasetyo, B. (2013). Karakteristik Antosianin Sebagai Pewarna Alami. *Seminar Nasional X Pendidikan Biologi FKIP UNS*, 10(3), 1-4.
- Setyowati, A. (2010, Maret). Penambahan Natrium Tripolifosfat Dan Cmc (Carboxymethyl Cellulose) Pada Pembuatan Karak. *Jurnal AgriSains*, 1(1), 40-49.
- Sudjarwo, S, P., & N, A. (2021). Validasi Metode Spektrofotometri-Visibel Pada Penetapan Kadar Boraks Di Dalam Bakso. *Berkala Ilmiah Kimia Farmasi*, 8(2), 41 - 47.
- Suhartatik, N., & Wulandari, Y. W. (2018, Desember). Studi Pembuatan Karak Tanpa Boraks Di Desa Mojopuro-Wonogiri. *Prosiding Seminar Pengabdian Kepada Masyarakat (Senadimas)*, 177-182.
- Sulistyawatia, & Wiyati, W. (2020, Juli 3). Pembuatan Tes Kit Boraks dalam Upaya Efisiensi Penggunaan Bahan dan Alat Laboratorium. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*, 2(2), 58-63.
- Sundaygara, C., & Dinnullah, R. N. (2021). Peningkatan Usaha UKM Kerupuk Puli Melalui Pelatihan Dan Pendampingan Manajemen Pengemasan Produk. *Abdimas Galuh: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(2), 255-264.
- Susanty, Azzahra, T., Fatmasari, & G. F. (2023, Oktober 26). Pengaruh Fraksi Pelarut Etanol: Metanol Terhadap Kadar Antosianin dari Beras Merah (*Oryza rufipogon*). *Prosiding Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ*, 1-9.
- Takhrodjie. (2024). *Sidak Makanan di Sragen, BPOM Temukan Makanan Formalin dan Boraks*. Sragen: Inilahjateng. 19 Desember. Sragen
- Ula, A. I., Insani, G. T., Sulistiono, & Rahmawati, I. (2024). Karakterisasi Morfologi Ubi Jalar (*Ipomoea batatas*). *Seminar Nasional Sains, Kesehatan, dan Pembelajaran 3*, 206-211.
- Wahyudi, J. (2017). Mengenali Bahan Tambahan Pangan Berbahaya: Ulasan. *Jurnal Litbang:Media Informasi Penelitian, Pengembangan* , 13(1), 3-12.
- Wulaningrum, R. A., Sunarto, W., & Alauhdin, M. (2013). Pengaruh Asam Organik Dalam Ekstraksi Zat Warna Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana*). *Indonesian Journal of Chemical Science*, 2(2), 119-124.
- Yohanes, D. (2022). *Dinkes Ambil 106 Sampel Takjil di Tulungagung, Ada Empat Makanan Mengandung Bahan Berbahaya*. *Tribun Jatim*. 8 April. Tulungagung
- Zubaydah, W. O., Andriani, R., Sahumena, M. H., & Irnawat. (2020). Pembuatan Tes Kit Menggunakan Ekstrak Etanol Kulit Buah Ruruhi (*Syzygium Polycephalum* (Miq.) Merr. & L.M Perry) Sebagai Pendeteksi Pengawet Boraks Pada Makanan Olahan. *Preventif Jurnal*, 4(2), 89-95.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan pembuatan larutan

A. Pembuatan larutan HCl 1 %

Diketahui:

Konsentrasi HCl pekat = 37%

Ditanya:

Berapa HCl pekat yang dipipet?

Jawab:

$$\begin{aligned} V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\ V_1 \times 37\% &= 100 \text{ mL} \times 1\% \\ V_1 &= 2,7 \text{ mL} \end{aligned}$$

B. Pembuatan larutan boraks 0.05% dalam 10 mL

Diketahui:

Konsentrasi larutan = 0.05%

Volume pembuatan = 10 mL

Ditanya:

Berapa gram atau mg boraks yang ditimbang untuk membuat larutan boraks 0.05%?

Jawab:

$$\begin{aligned} \frac{0.05 \text{ gram}}{100 \text{ mL}} &= \frac{x \text{ gram}}{10 \text{ mL}} \\ x &= 0.005 \text{ g atau } 5 \text{ mg} \end{aligned}$$

C. Pembuatan larutan boraks 0.1 % dalam 10 mL

Diketahui:

Konsentrasi larutan = 0.1%

Volume pembuatan = 10 mL

Ditanya:

Berapa gram atau mg boraks yang ditimbang untuk membuat larutan boraks 0.1%?

Jawab:

$$\begin{aligned} \frac{0.1 \text{ gram}}{100 \text{ mL}} &= \frac{x \text{ gram}}{10 \text{ mL}} \\ x &= 0.01 \text{ g atau } 10 \text{ mg} \end{aligned}$$

D. Pembuatan larutan boraks 0.2 % dalam 10 mL

Diketahui:

Konsentrasi larutan = 0.2%

$$\text{Volume pembuatan} = 10 \text{ mL}$$

Ditanya:

Berapa gram atau mg boraks yang ditimbang untuk membuat larutan boraks 0.2% ?

Jawab:

$$\begin{aligned} \frac{0.2 \text{ gram}}{100 \text{ mL}} &= \frac{x \text{ gram}}{10 \text{ mL}} \\ x &= 0.02 \text{ g atau } 20 \text{ mg} \end{aligned}$$

E. Pembuatan larutan boraks 0.4 % dalam 10 mL

Diketahui:

$$\text{Konsentrasi larutan} = 0.4\%$$

$$\text{Volume pembuatan} = 10 \text{ mL}$$

Ditanya:

Berapa gram atau mg boraks yang ditimbang untuk membuat larutan boraks 0.4% ?

Jawab:

$$\begin{aligned} \frac{0.4 \text{ gram}}{100 \text{ mL}} &= \frac{x \text{ gram}}{10 \text{ mL}} \\ x &= 0.04 \text{ g atau } 40 \text{ mg} \end{aligned}$$

F. Pembuatan larutan boraks 0.6 % dalam 10 mL

Diketahui:

$$\text{Konsentrasi larutan} = 0.6\%$$

$$\text{Volume pembuatan} = 10 \text{ mL}$$

Ditanya:

Berapa gram atau mg boraks yang ditimbang untuk membuat larutan boraks 0.6% ?

Jawab:

$$\begin{aligned} \frac{0.6 \text{ gram}}{100 \text{ mL}} &= \frac{x \text{ gram}}{10 \text{ mL}} \\ x &= 0.06 \text{ g atau } 60 \text{ mg} \end{aligned}$$

G. Pembuatan larutan boraks 0.8 % dalam 10 mL

Diketahui:

$$\text{Konsentrasi larutan} = 0.8\%$$

$$\text{Volume pembuatan} = 10 \text{ mL}$$

Ditanya:

Berapa gram atau mg boraks yang ditimbang untuk membuat larutan boraks 0.8%?

Jawab:

$$\begin{aligned} \frac{0.8 \text{ gram}}{100 \text{ mL}} &= \frac{x \text{ gram}}{10 \text{ mL}} \\ x &= 0.08 \text{ g atau } 80 \text{ mg} \end{aligned}$$

H. Pembuatan larutan boraks 1.0 % dalam 10 mL

Diketahui:

Konsentrasi larutan = 1.0%

Volume pembuatan = 10 mL

Ditanya:

Berapa gram atau mg boraks yang ditimbang untuk membuat larutan boraks 1.0%?

Jawab:

$$\begin{aligned} \frac{1.0 \text{ gram}}{100 \text{ mL}} &= \frac{x \text{ gram}}{10 \text{ mL}} \\ x &= 0.1 \text{ g atau } 100 \text{ mg} \end{aligned}$$

Lampiran 2. Perhitungan *Limit of Detection (LoD)* dan *Limit of Quantitation (LoQ)*

A. Penetapan nilai *Limit of Detection (LoD)*

Contoh perhitungan:

$$\begin{aligned} y' &= (0,4939 \times 0,05) + 0,0997 \\ &= 0,124 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y - y' &= 0,117 - 0,124 \\ &= -0,007 \end{aligned}$$

$$(y - y')^2 = 0,0001$$

Konsentrasi	Absorbansi	y'	$y - y'$	$(y - y')^2$
0,05	0,117	0,124	-0,007	0,0001
0,1	0,149	0,149	0,000	0,0000
0,2	0,190	0,198	-0,008	0,0001
0,4	0,309	0,297	0,012	0,0001
0,6	0,410	0,396	0,014	0,0002
0,8	0,502	0,495	0,007	0,0001
1	0,577	0,594	-0,017	0,0003
Jumlah				0,0008

n	7
n-1	6
sd	0,005
SLOPE	0,4939
LOD	0,028

B. Penetapan nilai *Limit of Quantitation (LoQ)*

Contoh perhitungan:

$$y' = (0,4939 \times 0,05) + 0,0997$$

$$= 0,124$$

$$y - y' = 0,117 - 0,124$$

$$= -0,007$$

$$(y - y')^2 = 0,0001$$

Konsentrasi	Absorbansi	y`	y-y`	(y-y`)²
0,05	0,117	0,124	-0,007	0,0001
0,1	0,149	0,149	0,000	0,0000
0,2	0,190	0,198	-0,008	0,0001
0,4	0,309	0,297	0,012	0,0001
0,6	0,410	0,396	0,014	0,0002
0,8	0,502	0,495	0,007	0,0001
1	0,577	0,594	-0,017	0,0003
jumlah				0,0008
n				7
n-1				6
sd				0,005
SLOPE				0,4939
LOQ				0,095

Lampiran 3. Perhitungan uji akurasi

Konsentrasi	Absorbansi			Konsentrasi			Perolehan Kembali	Rata-rata
	Blanko Sampel	Adisi	Sampel +Adisi	Blanko Sampel	Adisi	Sampel +Adisi		
0,6	0,184	0,410	0,491	0,170	0,628	0,793	99,20%	101,77%
	0,184	0,410	0,484	0,170	0,628	0,778	96,88%	
	0,184	0,410	0,523	0,170	0,628	0,856	109,24%	
0,8	0,184	0,520	0,586	0,170	0,814	0,984	100,00%	100,41%
	0,184	0,520	0,596	0,170	0,814	1,004	102,46%	
	0,184	0,520	0,581	0,170	0,814	0,974	98,77%	
1	0,184	0,577	0,656	0,170	0,966	1,126	98,96%	100,93%
	0,184	0,577	0,650	0,170	0,966	1,114	97,72%	
	0,184	0,577	0,690	0,170	0,966	1,195	106,11%	

A. Penetapan nilai akurasi dalam konsentrasi 0.6%

Replikasi 1

Diketahui:

Konsentrasi blanko sampel = 0.170

Konsentrasi adisi = 0.628

Konsentrasi sampel+adisi = 0.793

Ditanya:

Berapa nilai persentase perolehan kembali uji akurasi 0.6%?

Jawab:

$$\text{Persen perolehan kembali} = \frac{(C(\text{sampel+adisi}) - C(\text{blanko sampel}))}{C(\text{adisi})} \times 100\%$$

$$\text{Persen perolehan kembali} = \frac{(0.793 - 0.170)}{0.628} \times 100\%$$

$$\text{Persen perolehan kembali} = 99.20\%$$

Replikasi 2

Diketahui:

Konsentrasi blanko sampel = 0.170

Konsentrasi adisi = 0.628

Konsentrasi sampel+adisi = 0.778

Ditanya:

Berapa nilai persentase perolehan kembali uji akurasi 0.6%?

Jawab:

$$\text{Persen perolehan kembali} = \frac{(C(\text{sampel+adisi}) - C(\text{blanko sampel}))}{C(\text{adisi})} \times 100\%$$

$$\text{Persen perolehan kembali} = \frac{(0.778 - 0.170)}{0.628} \times 100\%$$

$$\text{Persen perolehan kembali} = 96.88\%$$

Replikasi 3

Diketahui:

Konsentrasi blanko sampel = 0.170

$$\text{Konsentrasi adisi} = 0.628$$

$$\text{Konsentrasi sampel+adisi} = 0.856$$

Ditanya:

Berapa nilai persentase perolehan kembali uji akurasi 0.6%?

Jawab:

$$\text{Persen perolehan kembali} = \frac{(C(\text{sampel+adisi}) - C(\text{blanko sampel}))}{C(\text{adisi})} \times 100\%$$

$$\text{Persen perolehan kembali} = \frac{(0.856 - 0.170)}{0.628} \times 100\%$$

$$\text{Persen perolehan kembali} = 109.24\%$$

$$\text{Rata-rata} = 101.77\%$$

B. Penetapan nilai akurasi dalam konsentrasi 0.8%

Replikasi 1

Diketahui:

$$\text{Konsentrasi blanko sampel} = 0.170$$

$$\text{Konsentrasi adisi} = 0.814$$

$$\text{Konsentrasi sampel+adisi} = 0.984$$

Ditanya:

Berapa nilai persentase perolehan kembali uji akurasi 0.8%?

Jawab:

$$\text{Persen perolehan kembali} = \frac{(C(\text{sampel+adisi}) - C(\text{blanko sampel}))}{C(\text{adisi})} \times 100\%$$

$$\text{Persen perolehan kembali} = \frac{(0.984 - 0.170)}{0.814} \times 100\%$$

$$\text{Persen perolehan kembali} = 100\%$$

Replikasi 2

Diketahui:

$$\text{Konsentrasi blanko sampel} = 0.170$$

$$\text{Konsentrasi adisi} = 0.814$$

$$\text{Konsentrasi sampel+adisi} = 1.004$$

Ditanya:

Berapa nilai persentase perolehan kembali uji akurasi 0.8%?

Jawab:

$$\text{Persen perolehan kembali} = \frac{(C(\text{sampel+adisi}) - C(\text{blanko sampel}))}{C(\text{adisi})} \times 100\%$$

$$\text{Persen perolehan kembali} = \frac{(1.004 - 0.170)}{0.814} \times 100\%$$

$$\text{Persen perolehan kembali} = 102.46\%$$

Replikasi 3

Diketahui:

$$\text{Konsentrasi blanko sampel} = 0.170$$

$$\text{Konsentrasi adisi} = 0.814$$

$$\text{Konsentrasi sampel+adisi} = 0.974$$

Ditanya:

Berapa nilai persentase perolehan kembali uji akurasi 0.8%?

Jawab:

$$\text{Persen perolehan kembali} = \frac{C(\text{sampel+adisi}) - C(\text{blanko sampel})}{C(\text{adisi})} \times 100\%$$

$$\text{Persen perolehan kembali} = \frac{(0.974 - 0.170)}{0.814} \times 100\%$$

$$\text{Persen perolehan kembali} = 98.77\%$$

$$\text{Rata-rata} = 100.41\%$$

C. Penetapan nilai akurasi konsentrasi 1.0%

Replikasi 1

Diketahui:

$$\text{Konsentrasi blanko sampel} = 0.170$$

$$\text{Konsentrasi adisi} = 0.966$$

$$\text{Konsentrasi sampel+adisi} = 1.126$$

Ditanya:

Berapa nilai persentase perolehan kembali uji akurasi 1.0%?

Jawab:

$$\text{Persen perolehan kembali} = \frac{C(\text{sampel+adisi}) - C(\text{blanko sampel})}{C(\text{adisi})} \times 100\%$$

$$\text{Persen perolehan kembali} = \frac{(1.126 - 0.170)}{0.966} \times 100\%$$

$$\text{Persen perolehan kembali} = 98.96\%$$

Replikasi 2

Diketahui:

$$\text{Konsentrasi blanko sampel} = 0.170$$

$$\text{Konsentrasi adisi} = 0.966$$

$$\text{Konsentrasi sampel+adisi} = 1.114$$

Ditanya:

Berapa nilai persentase perolehan kembali uji akurasi 1.0%?

Jawab:

$$\text{Persen perolehan kembali} = \frac{C(\text{sampel+adisi}) - C(\text{blanko sampel})}{C(\text{adisi})} \times 100\%$$

$$\text{Persen perolehan kembali} = \frac{(1.114 - 0.170)}{0.966} \times 100\%$$

$$\text{Persen perolehan kembali} = 97.72\%$$

Replikasi 3

Diketahui:

$$\text{Konsentrasi blanko sampel} = 0.170$$

$$\text{Konsentrasi adisi} = 0.966$$

$$\text{Konsentrasi sampel+adisi} = 1.195$$

Ditanya:

Berapa nilai persentase perolehan kembali uji akurasi 1.0%?

Jawab:

$$\text{Persen perolehan kembali} = \frac{C(\text{sampel+adisi}) - C(\text{blanko sampel})}{C(\text{adisi})} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{Persen perolehan kembali} &= \frac{(1.195-0.170)}{0.966} \times 100\% \\ \text{Persen perolehan kembali} &= 106.11\% \\ \text{Rata-rata} &= \mathbf{100.93\%} \\ \text{Rata-rata uji akurasi} &= \mathbf{101.04\%} \end{aligned}$$

Lampiran 4. Perhitungan uji presisi

Pengulangan ke-	Penimbangan (mg)	Absorbansi	y`	y-y`	(y-y`)²
1	100.4	0.586	0.594	-0.008	0.0001
2	100.1	0.584	0.594	-0.010	0.0001
3	100.5	0.605	0.594	0.011	0.0001
4	100.1	0.577	0.594	-0.017	0.0003
5	100.0	0.553	0.594	-0.041	0.0016
6	100.0	0.573	0.594	-0.021	0.0004
jumlah					0.0026
n-1					5
sd					0.0103
mean					0.5797
RSD					1.8%

Lampiran 5. Perhitungan kadar pada sampel kerupuk puli

A. Kontrol Positif

• Replikasi 1

Diketahui:

Absorbansi = 0.162

Konsentrasi sampel = 0.126

Penimbangan sampel = 2000 mg

Ditanya:

Berapakah kadar boraks pada kontrol positif?

Jawab:

$$\text{Kadar} = \frac{\text{Konsentrasi X Volume larutan X fp}}{\text{berat penimbangan}} \times 100\%$$

$$\text{Kadar} = \frac{0.126 \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 0.012 \text{ L} \times 5}{2000 \text{ (mg)}} \times 100\%$$

$$\text{Kadar} = 0.0004\%$$

• Replikasi 2

Diketahui:

Absorbansi = 0.196

Konsentrasi sampel = 0.195

Penimbangan sampel = 2002,3 mg

Ditanya:

Berapakah kadar boraks pada kontrol positif?

Jawab:

$$\text{Kadar} = \frac{\text{Konsentrasi} \times \text{Volume larutan} \times \text{fp}}{\text{berat penimbangan}} \times 100\%$$

$$\text{Kadar} = \frac{0.196 \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 0.012 \text{ L} \times 5}{2002,3 \text{ (mg)}} \times 100\%$$

$$\text{Kadar} = 0.0006\%$$

- Replikasi 3

Diketahui:

$$\text{Absorbansi} = 0.195$$

$$\text{Konsentrasi sampel} = 0.193$$

$$\text{Penimbangan sampel} = 2004,5 \text{ mg}$$

Ditanya:

Berapakah kadar boraks pada kontrol positif?

Jawab:

$$\text{Kadar} = \frac{\text{Konsentrasi} \times \text{Volume larutan} \times \text{fp}}{\text{berat penimbangan}} \times 100\%$$

$$\text{Kadar} = \frac{0.193 \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 0.012 \text{ L} \times 5}{2004,5 \text{ (mg)}} \times 100\%$$

$$\text{Kadar} = 0.0006\%$$

$$\text{Rata-rata kadar} = 0.0005\%$$

B. Kontrol negatif

- Replikasi 1

Diketahui:

$$\text{Absorbansi} = 0.075$$

$$\text{Konsentrasi sampel} = - 0.050$$

$$\text{Penimbangan sampel} = 2000,4 \text{ mg}$$

Ditanya:

Berapakah kadar boraks pada kontrol negatif?

Jawab:

$$\text{Kadar} = \frac{\text{Konsentrasi} \times \text{Volume larutan} \times \text{fp}}{\text{berat penimbangan}} \times 100\%$$

$$\text{Kadar} = \frac{0.050 \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 0.012 \text{ L} \times 5}{2000,4 \text{ (mg)}} \times 100\%$$

$$\text{Kadar} = - 0.0001\%$$

- Replikasi 2

Diketahui:

$$\text{Absorbansi} = 0.089$$

$$\text{Konsentrasi sampel} = - 0.022$$

$$\text{Penimbangan sampel} = 2006,5 \text{ mg}$$

Ditanya:

Berapakah kadar boraks pada kontrol negatif?

Jawab:

$$\text{Kadar} = \frac{\text{Konsentrasi} \times \text{Volume larutan} \times \text{fp}}{\text{berat penimbangan}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= \frac{-0.022 \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 0.012 \text{ L} \times 5}{2006,5 \text{ (mg)}} \times 100\% \\ \text{Kadar} &= -0.0003\% \end{aligned}$$

- Replikasi 3

Diketahui:

$$\begin{aligned} \text{Absorbansi} &= 0.036 \\ \text{Konsentrasi sampel} &= -0.129 \\ \text{Penimbangan sampel} &= 2002,8 \text{ mg} \end{aligned}$$

Ditanya:

Berapakah kadar boraks pada kontrol negatif?

Jawab:

$$\text{Kadar} = \frac{\text{Konsentrasi} \times \text{Volume larutan} \times \text{fp}}{\text{berat penimbangan}} \times 100\%$$

$$\text{Kadar} = \frac{\text{mg} \cdot 0.129 \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 0.012 \text{ L} \times 5}{2002,8 \text{ (mg)}} \times 100\%$$

$$\text{Kadar} = -0.0003\%$$

$$\text{Rata-rata kadar} = \mathbf{-0.0002\%}$$

C. Sampel Kode A

- Replikasi 1

Diketahui:

$$\begin{aligned} \text{Absorbansi} &= 0.195 \\ \text{Konsentrasi sampel} &= 0.193 \\ \text{Penimbangan sampel} &= 2002,5 \text{ mg} \end{aligned}$$

Ditanya:

Berapakah kadar boraks pada sampel kode A?

Jawab:

$$\text{Kadar} = \frac{\text{Konsentrasi} \times \text{Volume larutan} \times \text{fp}}{\text{berat penimbangan}} \times 100\%$$

$$\text{Kadar} = \frac{\text{mg} \cdot 0.193 \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 0.012 \text{ L} \times 5}{2002,5 \text{ (mg)}} \times 100\%$$

$$\text{Kadar} = 0.0006\%$$

- Replikasi 2

Diketahui:

$$\begin{aligned} \text{Absorbansi} &= 0.146 \\ \text{Konsentrasi sampel} &= 0.094 \\ \text{Penimbangan sampel} &= 2003,1 \text{ mg} \end{aligned}$$

Ditanya:

Berapakah kadar boraks pada sampel kode A?

Jawab:

$$\text{Kadar} = \frac{\text{Konsentrasi} \times \text{Volume larutan} \times \text{fp}}{\text{berat penimbangan}} \times 100\%$$

$$\text{Kadar} = \frac{\text{mg} \cdot 0.146 \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 0.012 \text{ L} \times 5}{2003,1 \text{ (mg)}} \times 100\%$$

$$\text{Kadar} = 0.0003\%$$

- Replikasi 3

Diketahui:
 Absorbansi = 0.167
 Konsentrasi sampel = 0.136
 Penimbangan sampel = 2007,0 mg

Ditanya:
 Berapakah kadar boraks pada sampel kode A?

Jawab:
 Kadar = $\frac{\text{Konsentrasi X Volume larutan X fp}}{\text{berat penimbangan}} \times 100\%$
 Kadar = $\frac{0.136 \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 0.012 \text{ L} \times 5}{2007,8 \text{ (mg)}} \times 100\%$
 Kadar = 0.0004%
Rata-rata kadar = 0.0004%

D. Sampel Kode B

• Replikasi 1

Diketahui:
 Absorbansi = 0.186
 Konsentrasi sampel = 0.175
 Penimbangan sampel = 2007,4 mg

Ditanya:
 Berapakah kadar boraks pada sampel kode B?

Jawab:
 Kadar = $\frac{\text{Konsentrasi X Volume larutan X fp}}{\text{berat penimbangan}} \times 100\%$
 Kadar = $\frac{0.175 \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 0.012 \text{ L} \times 5}{2007,4 \text{ (mg)}} \times 100\%$
 Kadar = 0.0005%

• Replikasi 2

Diketahui:
 Absorbansi = 0.178
 Konsentrasi sampel = 0.159
 Penimbangan sampel = 2000,5 mg

Ditanya:
 Berapakah kadar boraks pada sampel kode B?

Jawab:
 Kadar = $\frac{\text{Konsentrasi X Volume larutan X fp}}{\text{berat penimbangan}} \times 100\%$
 Kadar = $\frac{0.159 \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 0.012 \text{ L} \times 5}{2000,5 \text{ (mg)}} \times 100\%$
 Kadar = 0.0005%

• Replikasi 3

Diketahui:
 Absorbansi = 0.158
 Konsentrasi sampel = 0.159
 Penimbangan sampel = 2005,4 mg

Ditanya:

Berapakah kadar boraks pada sampel kode B?

Jawab:

$$\begin{aligned}\text{Kadar} &= \frac{\text{Konsentrasi X Volume larutan X fp}}{\text{berat penimbangan}} \times 100\% \\ &= \frac{0.159\left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 0.012 \text{ L} \times 5}{2005,4 \text{ (mg)}} \times 100\% \\ \text{Kadar} &= 0.0004\% \\ \text{Rata-rata kadar} &= \mathbf{0.0005\%}\end{aligned}$$

E. Sampel Kode C

• Replikasi 1

Diketahui:

$$\begin{aligned}\text{Absorbansi} &= 0.134 \\ \text{Konsentrasi sampel} &= 0.069 \\ \text{Penimbangan sampel} &= 2004,2 \text{ mg}\end{aligned}$$

Ditanya:

Berapakah kadar boraks pada sampel kode C?

Jawab:

$$\begin{aligned}\text{Kadar} &= \frac{\text{Konsentrasi X Volume larutan X fp}}{\text{berat penimbangan}} \times 100\% \\ &= \frac{0.069\left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 0.012 \text{ L} \times 5}{2004,2 \text{ (mg)}} \times 100\% \\ \text{Kadar} &= 0.0002\%\end{aligned}$$

• Replikasi 2

Diketahui:

$$\begin{aligned}\text{Absorbansi} &= 0.132 \\ \text{Konsentrasi sampel} &= 0.065 \\ \text{Penimbangan sampel} &= 2001,6 \text{ mg}\end{aligned}$$

Ditanya:

Berapakah kadar boraks pada sampel kode C?

Jawab:

$$\begin{aligned}\text{Kadar} &= \frac{\text{Konsentrasi X Volume larutan X fp}}{\text{berat penimbangan}} \times 100\% \\ &= \frac{0.065\left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 0.012 \text{ L} \times 5}{2001,6 \text{ (mg)}} \times 100\% \\ \text{Kadar} &= 0.0002\%\end{aligned}$$

• Replikasi 3

Diketahui:

$$\begin{aligned}\text{Absorbansi} &= 0.139 \\ \text{Konsentrasi sampel} &= 0.080 \\ \text{Penimbangan sampel} &= 2000,6 \text{ mg}\end{aligned}$$

Ditanya:

Berapakah kadar boraks pada sampel kode C?

Jawab:

$$\text{Kadar} = \frac{\text{Konsentrasi X Volume larutan X fp}}{\text{berat penimbangan}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= \frac{0.080\left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 0.012 \text{ L} \times 5}{2000,6 \text{ (mg)}} \times 100\% \\ \text{Kadar} &= 0.0002\% \\ \text{Rata-rata kadar} &= \mathbf{0.0002\%} \end{aligned}$$

F. Kode sampel D

- Replikasi 1

Diketahui:

$$\begin{aligned} \text{Absorbansi} &= 0.128 \\ \text{Konsentrasi sampel} &= 0.057 \\ \text{Penimbangan sampel} &= 2005,8 \text{ mg} \end{aligned}$$

Ditanya:

Berapakah kadar boraks pada sampel kode D?

Jawab:

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= \frac{\text{Konsentrasi} \times \text{Volume larutan} \times \text{fp}}{\text{berat penimbangan}} \times 100\% \\ \text{Kadar} &= \frac{0.057\left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 0.012 \text{ L} \times 5}{2005,8 \text{ (mg)}} \times 100\% \\ \text{Kadar} &= 0.0002\% \end{aligned}$$

- Replikasi 2

Diketahui:

$$\begin{aligned} \text{Absorbansi} &= 0.140 \\ \text{Konsentrasi sampel} &= 0.082 \\ \text{Penimbangan sampel} &= 2005,3 \text{ mg} \end{aligned}$$

Ditanya:

Berapakah kadar boraks pada sampel kode D?

Jawab:

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= \frac{\text{Konsentrasi} \times \text{Volume larutan} \times \text{fp}}{\text{berat penimbangan}} \times 100\% \\ \text{Kadar} &= \frac{0.082\left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 0.012 \text{ L} \times 5}{2005,3 \text{ (mg)}} \times 100\% \\ \text{Kadar} &= 0.0002\% \end{aligned}$$

- Replikasi 3

Diketahui:

$$\begin{aligned} \text{Absorbansi} &= 0.140 \\ \text{Konsentrasi sampel} &= 0.082 \\ \text{Penimbangan sampel} &= 2002,2 \text{ mg} \end{aligned}$$

Ditanya:

Berapakah kadar boraks pada sampel kode D?

Jawab:

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= \frac{\text{Konsentrasi} \times \text{Volume larutan} \times \text{fp}}{\text{berat penimbangan}} \times 100\% \\ \text{Kadar} &= \frac{0.082\left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 0.012 \text{ L} \times 5}{2002,2 \text{ (mg)}} \times 100\% \\ \text{Kadar} &= 0.0002\% \\ \text{Rata-Rata Kadar} &= \mathbf{0.0002\%} \end{aligned}$$

G. Sampel kode E

- Replikasi 1

Diketahui:

Absorbansi = 0.138

Konsentrasi sampel = 0.078

Penimbangan sampel = 2001,6 mg

Ditanya:

Berapakah kadar boraks pada sampel kode E?

Jawab:

Kadar = $\frac{\text{Konsentrasi X Volume larutan X fp}}{\text{berat penimbangan}} \times 100\%$

Kadar = $\frac{0.078 \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 0.012 \text{ L} \times 5}{2001,6 \text{ (mg)}} \times 100\%$

Kadar = 0.0002%

- Replikasi 2

Diketahui:

Absorbansi = 0.118

Konsentrasi sampel = 0.037

Penimbangan sampel = 2001,4 mg

Ditanya:

Berapakah kadar boraks pada sampel kode E?

Jawab:

Kadar = $\frac{\text{Konsentrasi X Volume larutan X fp}}{\text{berat penimbangan}} \times 100\%$

Kadar = $\frac{0.037 \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 0.012 \text{ L} \times 5}{2001,4 \text{ (mg)}} \times 100\%$

Kadar = 0.0001%

- Replikasi 3

Diketahui:

Absorbansi = 0.153

Konsentrasi sampel = 0.108

Penimbangan sampel = 2005,5 mg

Ditanya:

Berapakah kadar boraks pada sampel kode E?

Jawab:




Kadar = $\frac{\text{Konsentrasi X Volume larutan X fp}}{\text{berat penimbangan}} \times 100\%$



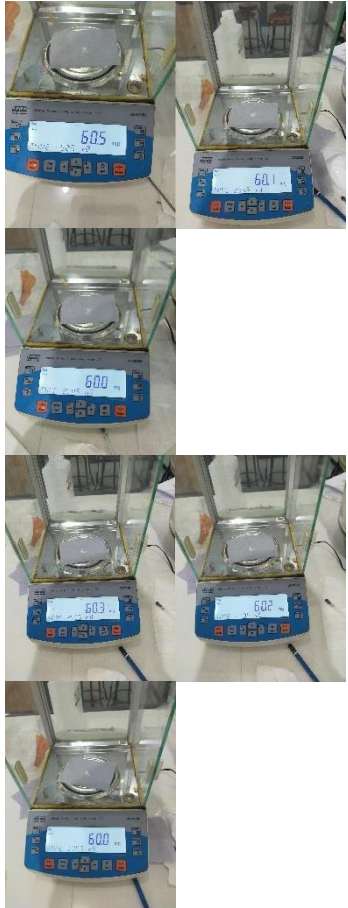
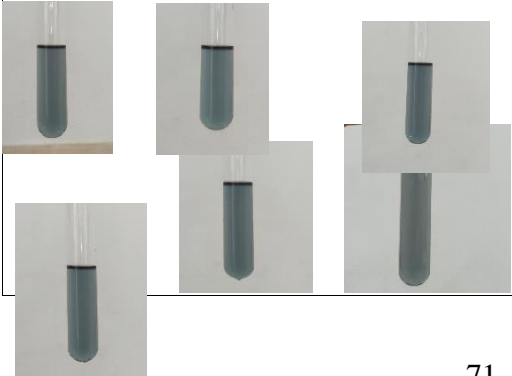
Kadar = $\frac{0.108 \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 0.012 \text{ L} \times 5}{2005,5 \text{ (mg)}} \times 100\%$

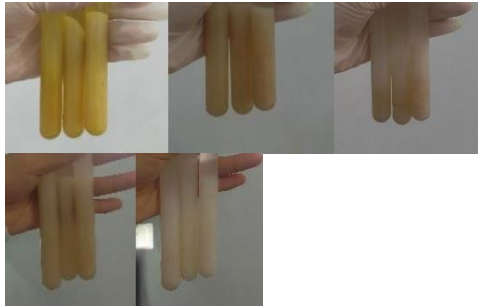
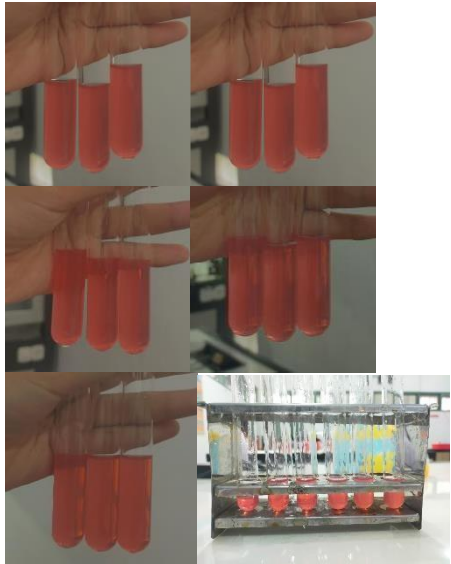
Kadar = 0.0003%

Rata-rata Kadar = 0.0002%

Lampiran 6. Dokumentasi Penelitian

Dokumentasi	Keterangan
	<p>Proses pembuatan ekstrak kulit ubi jalar ungu</p>
	<p>Uji organoleptik pada kerupuk puli</p>
	<p>Penimbangan boraks untuk komparator warna</p>

	
	<p>Hasil pengukuran uji akurasi</p>
	<p>Penimbangan boraks uji presisi</p>
	<p>Hasil pengujian presisi</p>

	<p>Proses preparasi sampel</p>
	<p>Hasil uji kualitatif pada kerupuk puli</p>

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.3 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Metode penetapan kadar boraks dengan ekstrak kulit ubi jalar ungu telah memenuhi batas keberterimaan validasi metode yang meliputi linieritas dengan nilai koefisien determinasi 0.996; *LoD* 0,028%; *LoQ* 0,095%; Nilai akurasi 101,04%; dan RSD 1,8%.
2. Kerupuk puli yang dijual di Pasar Ngemplak Tulungagung masih mengandung boraks dengan kadar berkisar antara 0.0002%-0,0005%

5.4 Saran

Saran yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Dapat dilakukan pengukuran pH pada sampel untuk mengetahui kondisi pH dan bentuk antosianin yang terdapat pada larutan uji.
2. Metode penetapan kadar boraks dengan ekstrak kulit ubi jalar ungu yang telah tervalidasi dapat diujikan pada produk pangan dengan konsentrasi boraks yang lebih tinggi dibandingkan boraks pada kerupuk puli.
3. Pada pembuatan larutan standar pembanding dapat digunakan larutan uyah bleng yang sesuai dengan bahan kerupuk puli agar mendapatkan hasil yang selektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Abriyani, E., Sephia, R. A., Srifitriani, E., Lustianah, T., & Khafina, S. (2023, Januari 1). Analisis Kadar Kafein Kopi, Teh, Dan Coklat Menggunakan Metode Spektrofotometri Uv-Vis. *Journal of Comprehensive Science*, 2(1), 7-15.
- Abriyani, E., Wibiksana, K. T., Syahfitri, F., Apriliyanti, N., & Salmaduri, A. R. (2023). Metode Spektrofotometri Uv-Vis Dalam Analisis Penentuan Kadar Vitamin C Pada Sampel Yang Akan Diuji. *Jurnal Pendidikan dan Konseling*, 5(1), 1610-1613.
- Adila, D. H. (2022). Pelatihan Usaha Ekonomi Pembuatan Kerupuk Beras Desa Mekar Sari Kecamatan Narmada Kabupaten Lombok Barat. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 5(3), 34-38.
- Adisaputra, H., Andhyka, I., & Ihtiarini, N. A. (2014). Penggunaan Sodium Tripoliphosphat Sebagai Alternatif Pengganti Bleng (Boraks) dalam Pembuatan Kerupuk. *Jurnal Ilmu Kesehatan dan Farmasi*, 2(1), 11-14.
- Afandy, M. A., Nuryanti, S., & Diah, A. W. (2017, Mei). Ekstraksi Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea Batatas L.*) Menggunakan Variasi Pelarut Serta Pemanfaatannya Sebagai Indikator Asam-Basa. *Jurnal Akademika Kimia*, 6(2), 79-85.
- Ahriani, Zelviani, S., Hernawati, & Fitriyanti. (2021, Desember). Analisis Nilai Absorbansi Untuk Menentukan Kadar Flavonoid Daun Jarak Merah (*Jatropha Gossypifolia L.*) Menggunakan Spektrofotometer Uv-Vis. *Jurnal Fisika Dan Terapannya*, 8(2), 56 - 64.
- Angraini, N., & Yanti, F. (2021). Penggunaan spektrofotometer Uv-Vis untuk analisis nutrien fosfat pada sedimen dalam rangka pengembangan modul praktikum oseanografi kimia. *Jurnal Penelitian Sains*, 23(2), 78-83.
- Anngela, O., Muadifah, A., & Nugraha, D. P. (2021). Validasi Metode Penetapan Kadar Boraks pada Kerupuk Puli Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis. *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 3(4), 375-381. Retrieved from <https://jks.farmasi.unmul.ac.id>
- AOAC. (2005). *Official Method of Analysis of the Association of OfficialAnalytical Chemist*. Washington, D.C: Benyamin Franklin Station.
- Ariani, M. T. (2021). Tinjauan Kritis Terhadap Pemborosan Pangan: Besaran, Penyebab, Dampak, dan Strategi Kebijakan. *Forum Penelitian Agroekonomi*, 39(2), 135-146.
- Arziyah, D., Yusmita, L., & Wijayanti, R. (2022). Analisis Mutu Organoleptik Sirup Kayu Manis dengan Modifikasi Perbandingan Konsentrasi Gula Aren dan Gula Pasir. *Jurnal HasiPenelitian Dan Pengkajian Ilmiah Eksakta*, 1(2), 105-109

- Atmaka, W. &. (2017). *Kajian Sifat Fisikokimia Dan Sensori Tepung Ubi Jalar Ungu (Ipomoea Batatas Blackie) Dengan Variasi Proses Pengeringan*. Jakarta.
- Azmi, A. R., Masri, M., & Rasyid, R. (2018). Uji Kualitatif Boraks Pada Beberapa Produk Kerupuk Ikan Yang Dijual Di Kota Padang Tahun 2018. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 7(4), 521-525.
- Budari, M., Dewantara, I., & Wijayanti, N. (2015). Validasi Metode Analisis Penetapan Kadar A-Mangostin Pada Gel Ekstrak Kulit Buah Manggis (*Garcinia Mangostana L.*) Dengan KLT-Spektrofotodensitometri. *Jurnal Farmasi Udayana*, 20-24.
- BPOM. (2023). Badan Pengawas Obat Dan Makanan Nomor 22 Tahun 2023 Tentang Bahan Baku Yang Dilarang Dalam Pangan Olahan Dan Bahan Yang Dilarang Digunakan Sebagai Bahan Tambahan Pangan. Jakarta: Badan Pengawas Obat Dan Makanan.
- BPOM. (2023). Pedoman Penyiapan Bahan Baku Obat Bahan Alam Berbasis Ekstrak/ Fraksi. Jakarta: Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia
- BPOM. (2024). *BPOM Temukan 102 Sampel Takjil Tidak Memenuhi Syarat*. 2 April. Jakarta
- BSN. (1998). SNI 19-0428-1998 mengenai petunjuk pengambilan contoh padatan. Jakarta:Badan Standarisasi Nasional
- Chan, R. (2023). Penetapan Kadar Amilosa Pada Mie Sagu Secara Spektrofotometri Uv-Vis. *Jurnal Farmasi*, 1(1), 12-18.
- Devitria, R., Elfia, M., & Sarwis, Y. Y. (2023, April 3). Pemanfaatan Antosianin Kulit Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea Batatas L.*). *Ensiklopedia of Journal*, 5(3), 565-571.
- Earnestly, F., Firdaus, Muchlisinalahuddin, Muharni, R., Leni, D., & Yermadona, H. (2023). Pengenalan Bahaya Boraks Dalam Makanan Bagi Kesehatan Pada Ikatan Keluarga Kotolaweh Kota Padang. *Jurnal Salingka Abdimas*, 3(1), 191-19.
- Fathinatullabibah, Kawiji, & Khasanah, L. U. (2014). 2014. *Stabilitas Antosianin Ekstrak Daun Jati (Tectona grandis) terhadap Perlakuan pH dan Suhu*, 3(2), 60-63.
- Fatimatuzahro, D. T. (2019). *Pemanfaatan Ekstrak Kulit Ubi jalar ungu (Ipomoea batatas L.) sebagai Bahan pewarna Alternatif untuk Pengamatan Mikroskopis Paramecium sp. Dalam Pembelajaran Biologi*. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Fauzan Alfianto, d. (2020, Mei). Kadar Pigmen Total, Antosianin dan Angka Lempeng Total Ikan Cakalang (*Katsuwonus Pelamis L*) Asap yang Direndam Larutan Kulit Buah Manggis (*Garcinia Mangostana L*). *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 8(2), 58–65.

- Firdausa, C. A., Haresmita, P. P., & Agusta, H. F. (2024, Agustus 2). Identifikasi Kandungan Boraks Pada Kerupuk Nasi Di Pasar Tradisional Muntilan Menggunakan Metode Kualitatif Dan Kuantitatif. *Jurnal Sains Kesehatan*, 31(2), 39-50.
- Ginting E, U. J. (2015). Potensi Ubi Jalar Ungu Sebagai Pangan Fungsional. *Iptek Tanam Pangan*, 6(1), 16–38.
- Harmita. (2004, Desember). Petunjuk Pelaksanaan Validasi Metode Dan Cara Perhitungannya. *Majalah Ilmu Kefarmasian*, 1(3), 117 - 135.
- Husna, I. M. (2013). Kandungan Antosianin Dan Aktivitas Antioksidan Ubi Jalar Ungu Segar Dan Produk Olahannya. *Agritech*, 33(3), 296-302
- ICH. (2005). *Validation of Analytical Procedures: Text and Methodology Q2 (R1)*. London: International Conference on Harmonization of Technical Requirements for Registration of Pharmaceuticals for Human Use.
- Ifadah, R. A., Wiratara, P. R., & afgani, C. A. (2021). Ulasan Ilmiah: Antosianin dan Manfaatnya untuk Kesehatan. *Jurnal Teknologi Pengolahan Pertanian*, 3(2), 11-21.
- Indonesia, B. P. (2023). *Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 22 Tahun 2023 tentang Bahan Baku yang Dilarang dalam Pangan Olahan dan Bahan yang Dilarang Digunakan sebagai Bahan Tambahan Pangan*. Jakarta: Badan POM.
- Jami, A., Nuri, H. L., & Subhiyah, H. (2021, November). Kajian Teknologi Instrumen Untuk Analisis Plastik Sintilasi Berbasis Polistirena. *Jurnal Prima*, 18(2), 1-7.
- Kemenkes. (2012). *Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 033 Tahun 2012 Tentang Bahan Tambahan Pangan*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Kesehatan, D. (2020). *Farmakope Indonesia Edisi VI*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Kurniasari, F. N., Rahmi, Y., Devina, C. I., Aisy, N. R., & Cempaka, A. R. (2021, November 2). Perbedaan Kadar Antosianin Ubi Ungu Segar Dan Tepung Ubi Ungu Varietas Lokal Dan Antin 3 Pada Beberapa Alat Pengeringan. *Journal of Nutrition College*, 10(4), 313-320.
- Lifanny, S. (2024). *Perbedaan Kadar Antosianin Ubi Ungu Segar Dan Tepung Ubi Ungu Varietas Lokal Dan Antin 3 Pada Beberapa Alat Pengeringan*. Malang: Perpustakaan Poltekkes Malang.
- Lukitasari, D. M., Indrawati, R., Chandra, R. D., Heriyanto, & Limantara, L. (2017). Mikroenkapsulasi Pigmen dari Kubis Merah: Studi Intensitas Warna dan Aktivitas Antioksidan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 28(1), 1-9.

- Maharani, B., & Sofianti, S. P. (2016). *Ipteks Bagi Masyarakat Perajin Kerupuk Puli Di Lingkungan Gumuk Kerang Kelurahan Summersari Kabupaten Jember*. Jember: Library University of Jember.
- Nasional, B. S. (1996). *SNI 01-4307-1996 Tentang Kerupuk Beras*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Nasional, P. I. (2024, Oktober 4). *Ringkasan Senyawa PubChem untuk CID 16211214, Boraks*.
- Noer SW, W. M. (2018). Pemanfaatan Tepung Ubi Jalar (*Ipomea Batatas L*) Berbagai Varietas Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bolu Kukus. *J Pendidik Teknologi Pertan*.
- Nuryanti, S., Matsjeh, S., Anwar, C., & Raharjo, T. J. (2010, Agustus). Indikator Titrasi Asam-Basa dari Ekstrak Bunga Sepatu (*Hibiscus rosa sinensis L*). *AGRITECH*, 30(3), 178-183.
- Palimbong, S., Sihombing, M., & Mulyanto, M. M. (2024, Mei 23). Analisis Boraks Pada Kerupuk Di Pasar Blauran, Kota Salatiga. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 24(2), 276-282.
- Perdani, A. W. (2023, November 11). Mini Review: Ekstraksi Antosianin Sebagai Pewarna Makanan Dengan Bantuan Ultrasonik Dan Purifikasi Dengan Sephadex. *Prosiding Pendidikan Teknik Boga Busana*, 1-7.
- Pratama, A. N., Syauqy, D., & Widasar, E. R. (2022, Juni 6). Klasifikasi Kandungan Boraks pada Gendar menggunakan Sensor Warna dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan berbasis Arduino. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 6(6), 2989-2995. Retrieved from <http://j-ptiik.ub.ac.id/>
- Priska, M., Peni, N., Carvallo, L., & Ngapa, Y. D. (2019, Desember). Review: Antosianin Dan Pemanfaatannya. *Cakra Kimia (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry)*, 6(2), 79-97.
- Rahma, D. A., Sari, E. M., & Nurfajriah, S. (2023, April). Identifikasi Kandungan Boraks Pada Bakso yang Beredar di Pasar Tradisional Kecamatan Tambun Selatan. *ec.2023.vol 5(1).12502*, 5(1), 59-73.
- Ratnawati, N. A., Prasetya, A. T., & Rahayu, E. F. (2019). Validasi Metode Pengujian Logam Berat Timbal (Pb) dengan Destruksi Basah Menggunakan FAAS dalam Sedimen Sungai Banjir Kanal Barat Semarang. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 8(1), 60-68.
- RI, M. K. (2012). *Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 033 Tahun 2012 Tentang Bahan Tambahan Pangan*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Rismiarti, Z. (2022, April). Optimasi Pelarut Ekstraksi Antosianin Dari Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea Batatas L. Poir*) Untuk Deteksi Boraks Dalam Makanan. *Atmosphere*, 3(1), 8-13.

- Rosiani, N. B. (2015). Kajian Karakteristik Sensoris Fisik Dan Kimia Kerupuk Fortifikasi Daging Lidah Buaya (Aloe Vera) Dengan Metode Pemanggangan Menggunakan Microwave. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, VIII(2), 84–98.
- Rusqiyati, E. A. (2023). *Yogyakarta Musnahkan 687,5 Kilogram Kerupuk Mengandung Boraks*. Antara: Kantor Berita Indonesia. 16 Januari. Yogyakarta.
- Samber, L. N., Semangun, H., & Prasetyo, B. (2013). Karakteristik Antosianin Sebagai Pewarna Alami. *Seminar Nasional X Pendidikan Biologi FKIP UNS*, 10(3), 1-4.
- Setyowati, A. (2010, Maret). Penambahan Natrium Tripolifosfat Dan Cmc (Carboxymethyl Cellulose) Pada Pembuatan Karak. *Jurnal AgriSains*, 1(1), 40-49.
- Sudjarwo, S, P., & N, A. (2021). Validasi Metode Spektrofotometri-Visibel Pada Penetapan Kadar Boraks Di Dalam Bakso. *Berkala Ilmiah Kimia Farmasi*, 8(2), 41 - 47.
- Suhartatik, N., & Wulandari, Y. W. (2018, Desember). Studi Pembuatan Karak Tanpa Boraks Di Desa Mojopuro-Wonogiri. *Prosiding Seminar Pengabdian Kepada Masyarakat (Senadimas)*, 177-182.
- Sulistiyawatia, & Wiyati, W. (2020, Juli 3). Pembuatan Tes Kit Boraks dalam Upaya Efisiensi Penggunaan Bahan dan Alat Laboratorium. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*, 2(2), 58-63.
- Sundaygara, C., & Dinnullah, R. N. (2021). Peningkatan Usaha UKM Kerupuk Puli Melalui Pelatihan Dan Pendampingan Manajemen Pengemasan Produk. *Abdimas Galuh: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(2), 255-264.
- Susanty, Azzahra, T., Fatmasari, & G. F. (2023, Oktober 26). Pengaruh Fraksi Pelarut Etanol: Metanol Terhadap Kadar Antosianin dari Beras Merah (*Oryza rufipogon*). *Prosiding Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ*, 1-9.
- Takhrodjie. (2024). *Sidak Makanan di Sragen, BPOM Temukan Makanan Formalin dan Boraks*. Sragen: Inilahjateng. 19 Desember. Sragen
- Ula, A. I., Insani, G. T., Sulistiono, & Rahmawati, I. (2024). Karakterisasi Morfologi Ubi Jalar (*Ipomoea batatas*). *Seminar Nasional Sains, Kesehatan, dan Pembelajaran 3*, 206-2011.
- Wahyudi, J. (2017). Mengenali Bahan Tambahan Pangan Berbahaya: Ulasan. *Jurnal Litbang:Media Informasi Penelitian, Pengembangan* , 13(1), 3-12.
- Wulaningrum, R. A., Sunarto, W., & Alauhdin, M. (2013). Pengaruh Asam Organik Dalam Ekstraksi Zat Warna Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana*). *Indonesian Journal of Chemical Science*, 2(2), 119-124.

- Yohanes, D. (2022). *Dinkes Ambil 106 Sampel Takjil di Tulungagung, Ada Empat Makanan Mengandung Bahan Berbahaya*. Tribun Jatim. 8 April. Tulungagung
- Zubaydah, W. O., Andriani, R., Sahumena, M. H., & Irnawat. (2020). Pembuatan Tes Kit Menggunakan Ekstrak Etanol Kulit Buah Ruruhi (*Syzygium Polycephalum* (Miq.) Merr. & L.M Perry) Sebagai Pendeteksi Pengawet Boraks Pada Makanan Olahan. *Preventif Jurnal*, 4(2), 89-95.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan pembuatan larutan

I. Pembuatan larutan HCl 1 %

Diketahui:

Konsentrasi HCl pekat = 37%

Ditanya:

Berapa HCl pekat yang dipipet?

Jawab:

$$\begin{aligned} V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\ V_1 \times 37\% &= 100 \text{ mL} \times 1\% \\ V_1 &= 2,7 \text{ mL} \end{aligned}$$

J. Pembuatan larutan boraks 0.05% dalam 10 mL

Diketahui:

Konsentrasi larutan = 0.05%

Volume pembuatan = 10 mL

Ditanya:

Berapa gram atau mg boraks yang ditimbang untuk membuat larutan boraks 0.05%?

Jawab:

$$\begin{aligned} \frac{0.05 \text{ gram}}{100 \text{ mL}} &= \frac{x \text{ gram}}{10 \text{ mL}} \\ x &= 0.005 \text{ g atau } 5 \text{ mg} \end{aligned}$$

K. Pembuatan larutan boraks 0.1 % dalam 10 mL

Diketahui:

Konsentrasi larutan = 0.1%

Volume pembuatan = 10 mL

Ditanya:

Berapa gram atau mg boraks yang ditimbang untuk membuat larutan boraks 0.1%?

Jawab:

$$\begin{aligned} \frac{0.1 \text{ gram}}{100 \text{ mL}} &= \frac{x \text{ gram}}{10 \text{ mL}} \\ x &= 0.01 \text{ g atau } 10 \text{ mg} \end{aligned}$$

L. Pembuatan larutan boraks 0.2 % dalam 10 mL

Diketahui:

Konsentrasi larutan = 0.2%

$$\text{Volume pembuatan} = 10 \text{ mL}$$

Ditanya:

Berapa gram atau mg boraks yang ditimbang untuk membuat larutan boraks 0.2% ?

Jawab:

$$\begin{aligned} \frac{0.2 \text{ gram}}{100 \text{ mL}} &= \frac{x \text{ gram}}{10 \text{ mL}} \\ x &= 0.02 \text{ g atau } 20 \text{ mg} \end{aligned}$$

M. Pembuatan larutan boraks 0.4 % dalam 10 mL

Diketahui:

$$\text{Konsentrasi larutan} = 0.4\%$$

$$\text{Volume pembuatan} = 10 \text{ mL}$$

Ditanya:

Berapa gram atau mg boraks yang ditimbang untuk membuat larutan boraks 0.4% ?

Jawab:

$$\begin{aligned} \frac{0.4 \text{ gram}}{100 \text{ mL}} &= \frac{x \text{ gram}}{10 \text{ mL}} \\ x &= 0.04 \text{ g atau } 40 \text{ mg} \end{aligned}$$

N. Pembuatan larutan boraks 0.6 % dalam 10 mL

Diketahui:

$$\text{Konsentrasi larutan} = 0.6\%$$

$$\text{Volume pembuatan} = 10 \text{ mL}$$

Ditanya:

Berapa gram atau mg boraks yang ditimbang untuk membuat larutan boraks 0.6% ?

Jawab:

$$\begin{aligned} \frac{0.6 \text{ gram}}{100 \text{ mL}} &= \frac{x \text{ gram}}{10 \text{ mL}} \\ x &= 0.06 \text{ g atau } 60 \text{ mg} \end{aligned}$$

O. Pembuatan larutan boraks 0.8 % dalam 10 mL

Diketahui:

$$\text{Konsentrasi larutan} = 0.8\%$$

$$\text{Volume pembuatan} = 10 \text{ mL}$$

Ditanya:

Berapa gram atau mg boraks yang ditimbang untuk membuat larutan boraks 0.8% ?

Jawab:

$$\begin{aligned} \frac{0.8 \text{ gram}}{100 \text{ mL}} &= \frac{x \text{ gram}}{10 \text{ mL}} \\ x &= 0.08 \text{ g atau } 80 \text{ mg} \end{aligned}$$

P. Pembuatan larutan boraks 1.0 % dalam 10 mL

Diketahui:

Konsentrasi larutan = 1.0%

Volume pembuatan = 10 mL

Ditanya:

Berapa gram atau mg boraks yang ditimbang untuk membuat larutan boraks 1.0% ?

Jawab:

$$\begin{aligned} \frac{1.0 \text{ gram}}{100 \text{ mL}} &= \frac{x \text{ gram}}{10 \text{ mL}} \\ x &= 0.1 \text{ g atau } 100 \text{ mg} \end{aligned}$$

Lampiran 2. Perhitungan *Limit of Detection (LoD)* dan *Limit of Quantitation (LoQ)*

C. Penetapan nilai *Limit of Detection (LoD)*

Contoh perhitungan:

$$\begin{aligned} y' &= (0,4939 \times 0,05) + 0,0997 \\ &= 0,124 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y - y' &= 0,117 - 0,124 \\ &= -0,007 \end{aligned}$$

$$(y - y')^2 = 0,0001$$

Konsentrasi	Absorbansi	y'	$y - y'$	$(y - y')^2$
0,05	0,117	0,124	-0,007	0,0001
0,1	0,149	0,149	0,000	0,0000
0,2	0,190	0,198	-0,008	0,0001
0,4	0,309	0,297	0,012	0,0001
0,6	0,410	0,396	0,014	0,0002
0,8	0,502	0,495	0,007	0,0001
1	0,577	0,594	-0,017	0,0003
Jumlah				0,0008

n	7
n-1	6
sd	0,005
SLOPE	0,4939
LOD	0,028

D. Penetapan nilai *Limit of Quantitation (LoQ)*

Contoh perhitungan:

$$y' = (0,4939 \times 0,05) + 0,0997$$

$$= 0,124$$

$$y - y' = 0,117 - 0,124$$

$$= -0,007$$

$$(y - y')^2 = 0,0001$$

Konsentrasi	Absorbansi	y`	y-y`	(y-y`)²
0,05	0,117	0,124	-0,007	0,0001
0,1	0,149	0,149	0,000	0,0000
0,2	0,190	0,198	-0,008	0,0001
0,4	0,309	0,297	0,012	0,0001
0,6	0,410	0,396	0,014	0,0002
0,8	0,502	0,495	0,007	0,0001
1	0,577	0,594	-0,017	0,0003
jumlah				0,0008
n				7
n-1				6
sd				0,005
SLOPE				0,4939
LOQ				0,095

Lampiran 3. Perhitungan uji akurasi

Konsentrasi	Absorbansi			Konsentrasi			Perolehan Kembali	Rata-rata
	Blanko Sampel	Adisi	Sampel +Adisi	Blanko Sampel	Adisi	Sampel +Adisi		
0,6	0,184	0,410	0,491	0,170	0,628	0,793	99,20%	101,77%
	0,184	0,410	0,484	0,170	0,628	0,778	96,88%	
	0,184	0,410	0,523	0,170	0,628	0,856	109,24%	
0,8	0,184	0,520	0,586	0,170	0,814	0,984	100,00%	100,41%
	0,184	0,520	0,596	0,170	0,814	1,004	102,46%	
	0,184	0,520	0,581	0,170	0,814	0,974	98,77%	
1	0,184	0,577	0,656	0,170	0,966	1,126	98,96%	100,93%
	0,184	0,577	0,650	0,170	0,966	1,114	97,72%	

	0,184	0,577	0,690	0,170	0,966	1,195	106,11%	
--	-------	-------	-------	-------	-------	-------	---------	--

D. Penetapan nilai akurasi dalam konsentrasi 0.6%

Replikasi 1

Diketahui:

$$\text{Konsentrasi blanko sampel} = 0.170$$

$$\text{Konsentrasi adisi} = 0.628$$

$$\text{Konsentrasi sampel+adisi} = 0.793$$

Ditanya:

Berapa nilai persentase perolehan kembali uji akurasi 0.6%?

Jawab:

$$\text{Persen perolehan kembali} = \frac{(C(\text{sampel+adisi}) - C(\text{blanko sampel}))}{C(\text{adisi})} \times 100\%$$

$$\text{Persen perolehan kembali} = \frac{(0.793 - 0.170)}{0.628} \times 100\%$$

$$\text{Persen perolehan kembali} = 99.20\%$$

Replikasi 2

Diketahui:

$$\text{Konsentrasi blanko sampel} = 0.170$$

$$\text{Konsentrasi adisi} = 0.628$$

$$\text{Konsentrasi sampel+adisi} = 0.778$$

Ditanya:

Berapa nilai persentase perolehan kembali uji akurasi 0.6%?

Jawab:

$$\text{Persen perolehan kembali} = \frac{(C(\text{sampel+adisi}) - C(\text{blanko sampel}))}{C(\text{adisi})} \times 100\%$$

$$\text{Persen perolehan kembali} = \frac{(0.778 - 0.170)}{0.628} \times 100\%$$

$$\text{Persen perolehan kembali} = 96.88\%$$

Replikasi 3

Diketahui:

$$\text{Konsentrasi blanko sampel} = 0.170$$

$$\text{Konsentrasi adisi} = 0.628$$

$$\text{Konsentrasi sampel+adisi} = 0.856$$

Ditanya:

Berapa nilai persentase perolehan kembali uji akurasi 0.6%?

Jawab:

$$\text{Persen perolehan kembali} = \frac{(C(\text{sampel+adisi}) - C(\text{blanko sampel}))}{C(\text{adisi})} \times 100\%$$

$$\text{Persen perolehan kembali} = \frac{(0.856 - 0.170)}{0.628} \times 100\%$$

$$\text{Persen perolehan kembali} = 109.24\%$$

$$\text{Rata-rata} = 101.77\%$$

E. Penetapan nilai akurasi dalam konsentrasi 0.8%

Replikasi 1

Diketahui:

$$\text{Konsentrasi blanko sampel} = 0.170$$

$$\text{Konsentrasi adisi} = 0.814$$

$$\text{Konsentrasi sampel+adisi} = 0.984$$

Ditanya:

Berapa nilai persentase perolehan kembali uji akurasi 0.8%?

Jawab:

$$\begin{aligned} \text{Persen perolehan kembali} &= \\ & \frac{(C(\text{sampel+adisi}) - C(\text{blanko sampel}))}{C(\text{adisi})} \times 100\% \end{aligned}$$

$$\text{Persen perolehan kembali} = \frac{(0.984 - 0.170)}{0.814} \times 100\%$$

$$\text{Persen perolehan kembali} = 100\%$$

Replikasi 2

Diketahui:

$$\text{Konsentrasi blanko sampel} = 0.170$$

$$\text{Konsentrasi adisi} = 0.814$$

$$\text{Konsentrasi sampel+adisi} = 1.004$$

Ditanya:

Berapa nilai persentase perolehan kembali uji akurasi 0.8%?

Jawab:

$$\begin{aligned} \text{Persen perolehan kembali} &= \\ & \frac{(C(\text{sampel+adisi}) - C(\text{blanko sampel}))}{C(\text{adisi})} \times 100\% \end{aligned}$$

$$\text{Persen perolehan kembali} = \frac{(1.004 - 0.170)}{0.814} \times 100\%$$

$$\text{Persen perolehan kembali} = 102.46\%$$

Replikasi 3

Diketahui:

$$\text{Konsentrasi blanko sampel} = 0.170$$

$$\text{Konsentrasi adisi} = 0.814$$

$$\text{Konsentrasi sampel+adisi} = 0.974$$

Ditanya:

Berapa nilai persentase perolehan kembali uji akurasi 0.8%?

Jawab:

$$\begin{aligned} \text{Persen perolehan kembali} &= \\ & \frac{(C(\text{sampel+adisi}) - C(\text{blanko sampel}))}{C(\text{adisi})} \times 100\% \end{aligned}$$

$$\text{Persen perolehan kembali} = \frac{(0.974 - 0.170)}{0.814} \times 100\%$$

$$\text{Persen perolehan kembali} = 98.77\%$$

$$\text{Rata-rata} = 100.41\%$$

F. Penetapan nilai akurasi konsentrasi 1.0%

Replikasi 1

Diketahui:

$$\text{Konsentrasi blanko sampel} = 0.170$$

$$\text{Konsentrasi adisi} = 0.966$$

$$\text{Konsentrasi sampel+adisi} = 1.126$$

Ditanya:

Berapa nilai persentase perolehan kembali uji akurasi 1.0%?

Jawab:

$$\text{Persen perolehan kembali} = \frac{(C(\text{sampel+adisi}) - C(\text{blanko sampel}))}{C(\text{adisi})} \times 100\%$$

$$\text{Persen perolehan kembali} = \frac{(1.126 - 0.170)}{0.966} \times 100\%$$

$$\text{Persen perolehan kembali} = 98.96\%$$

Replikasi 2

Diketahui:

$$\text{Konsentrasi blanko sampel} = 0.170$$

$$\text{Konsentrasi adisi} = 0.966$$

$$\text{Konsentrasi sampel+adisi} = 1.114$$

Ditanya:

Berapa nilai persentase perolehan kembali uji akurasi 1.0%?

Jawab:

$$\text{Persen perolehan kembali} = \frac{(C(\text{sampel+adisi}) - C(\text{blanko sampel}))}{C(\text{adisi})} \times 100\%$$

$$\text{Persen perolehan kembali} = \frac{(1.114 - 0.170)}{0.966} \times 100\%$$

$$\text{Persen perolehan kembali} = 97.72\%$$

Replikasi 3

Diketahui:

$$\text{Konsentrasi blanko sampel} = 0.170$$

$$\text{Konsentrasi adisi} = 0.966$$

$$\text{Konsentrasi sampel+adisi} = 1.195$$

Ditanya:

Berapa nilai persentase perolehan kembali uji akurasi 1.0%?

Jawab:

$$\text{Persen perolehan kembali} = \frac{(C(\text{sampel+adisi}) - C(\text{blanko sampel}))}{C(\text{adisi})} \times 100\%$$

$$\text{Persen perolehan kembali} = \frac{(1.195 - 0.170)}{0.966} \times 100\%$$

$$\text{Persen perolehan kembali} = 106.11\%$$

$$\text{Rata-rata} = 100.93\%$$

$$\text{Rata-rata uji akurasi} = 101.04\%$$

Lampiran 4. Perhitungan uji presisi

Pengulangan ke-	Penimbangan (mg)	Absorbansi	y'	$y - y'$	$(y - y')^2$
1	100.4	0.586	0.594	-0.008	0.0001
2	100.1	0.584	0.594	-0.010	0.0001

3	100.5	0.605	0.594	0.011	0.0001
4	100.1	0.577	0.594	-0.017	0.0003
5	100.0	0.553	0.594	-0.041	0.0016
6	100.0	0.573	0.594	-0.021	0.0004
jumlah					0.0026
n-1					5
sd					0.0103
mean					0.5797
RSD					1.8%

Lampiran 5. Perhitungan kadar pada sampel kerupuk puli

H. Kontrol Positif

- Replikasi 1

Diketahui:

Absorbansi = 0.162

Konsentrasi sampel = 0.126

Penimbangan sampel = 2000 mg

Ditanya:

Berapakah kadar boraks pada kontrol positif?

Jawab:

$$\text{Kadar} = \frac{\text{Konsentrasi X Volume larutan X fp}}{\text{berat penimbangan}} \times 100\%$$

$$\text{Kadar} = \frac{0.126 \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 0.012 \text{ L} \times 5}{2000 \text{ (mg)}} \times 100\%$$

$$\text{Kadar} = 0.0004\%$$

- Replikasi 2

Diketahui:

Absorbansi = 0.196

Konsentrasi sampel = 0.195

Penimbangan sampel = 2002,3 mg

Ditanya:

Berapakah kadar boraks pada kontrol positif?

Jawab:

$$\text{Kadar} = \frac{\text{Konsentrasi X Volume larutan X fp}}{\text{berat penimbangan}} \times 100\%$$

$$\text{Kadar} = \frac{0.196 \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 0.012 \text{ L} \times 5}{2002,3 \text{ (mg)}} \times 100\%$$

$$\text{Kadar} = 0.0006\%$$

- Replikasi 3

Diketahui:

Absorbansi = 0.195

Konsentrasi sampel = 0.193

Penimbangan sampel = 2004,5 mg

Ditanya:

Berapakah kadar boraks pada kontrol positif?

Jawab:

$$\text{Kadar} = \frac{\text{Konsentrasi} \times \text{Volume larutan} \times \text{fp}}{\text{berat penimbangan}} \times 100\%$$

$$\text{Kadar} = \frac{0.193 \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 0.012 \text{ L} \times 5}{2004,5 \text{ (mg)}} \times 100\%$$

$$\text{Kadar} = 0.0006\%$$

Rata-rata kadar = 0.0005%

I. Kontrol negatif

- Replikasi 1

Diketahui:

Absorbansi = 0.075
 Konsentrasi sampel = - 0.050
 Penimbangan sampel = 2000,4 mg

Ditanya:

Berapakah kadar boraks pada kontrol negatif?

Jawab:

$$\text{Kadar} = \frac{\text{Konsentrasi} \times \text{Volume larutan} \times \text{fp}}{\text{berat penimbangan}} \times 100\%$$

$$\text{Kadar} = \frac{\text{mg } 0.050 \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 0.012 \text{ L} \times 5}{2000,4 \text{ (mg)}} \times 100\%$$

$$\text{Kadar} = - 0.0001\%$$

- Replikasi 2

Diketahui:

Absorbansi = 0.089
 Konsentrasi sampel = - 0.022
 Penimbangan sampel = 2006,5 mg

Ditanya:

Berapakah kadar boraks pada kontrol negatif?

Jawab:

$$\text{Kadar} = \frac{\text{Konsentrasi} \times \text{Volume larutan} \times \text{fp}}{\text{berat penimbangan}} \times 100\%$$

$$\text{Kadar} = \frac{\text{mg } 0.022 \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 0.012 \text{ L} \times 5}{2006,5 \text{ (mg)}} \times 100\%$$

$$\text{Kadar} = - 0.0003\%$$

- Replikasi 3

Diketahui:

Absorbansi = 0.036
 Konsentrasi sampel = - 0.129
 Penimbangan sampel = 2002,8 mg

Ditanya:

Berapakah kadar boraks pada kontrol negatif?

Jawab:

$$\text{Kadar} = \frac{\text{Konsentrasi} \times \text{Volume larutan} \times \text{fp}}{\text{berat penimbangan}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= \frac{-0.129 \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 0.012 \text{ L} \times 5}{2002,8 \text{ (mg)}} \times 100\% \\ \text{Kadar} &= -0.0003\% \\ \text{Rata-rata kadar} &= \mathbf{-0.0002\%} \end{aligned}$$

J. Sampel Kode A

• Replikasi 1

Diketahui:

$$\begin{aligned} \text{Absorbansi} &= 0.195 \\ \text{Konsentrasi sampel} &= 0.193 \\ \text{Penimbangan sampel} &= 2002,5 \text{ mg} \end{aligned}$$

Ditanya:

Berapakah kadar boraks pada sampel kode A?

Jawab:

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= \frac{\text{Konsentrasi} \times \text{Volume larutan} \times \text{fp}}{\text{berat penimbangan}} \times 100\% \\ \text{Kadar} &= \frac{0.193 \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 0.012 \text{ L} \times 5}{2002,5 \text{ (mg)}} \times 100\% \\ \text{Kadar} &= 0.0006\% \end{aligned}$$

• Replikasi 2

Diketahui:

$$\begin{aligned} \text{Absorbansi} &= 0.146 \\ \text{Konsentrasi sampel} &= 0.094 \\ \text{Penimbangan sampel} &= 2003,1 \text{ mg} \end{aligned}$$

Ditanya:

Berapakah kadar boraks pada sampel kode A?

Jawab:

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= \frac{\text{Konsentrasi} \times \text{Volume larutan} \times \text{fp}}{\text{berat penimbangan}} \times 100\% \\ \text{Kadar} &= \frac{0.146 \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 0.012 \text{ L} \times 5}{2003,1 \text{ (mg)}} \times 100\% \\ \text{Kadar} &= 0.0003\% \end{aligned}$$

• Replikasi 3

Diketahui:

$$\begin{aligned} \text{Absorbansi} &= 0.167 \\ \text{Konsentrasi sampel} &= 0.136 \\ \text{Penimbangan sampel} &= 2007,0 \text{ mg} \end{aligned}$$

Ditanya:

Berapakah kadar boraks pada sampel kode A?

Jawab:

$$\begin{aligned} \text{Kadar} &= \frac{\text{Konsentrasi} \times \text{Volume larutan} \times \text{fp}}{\text{berat penimbangan}} \times 100\% \\ \text{Kadar} &= \frac{0.136 \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 0.012 \text{ L} \times 5}{2007,8 \text{ (mg)}} \times 100\% \\ \text{Kadar} &= 0.0004\% \\ \text{Rata-rata kadar} &= \mathbf{0.0004\%} \end{aligned}$$

K. Sampel Kode B

• Replikasi 1

Diketahui:

Absorbansi = 0.186

Konsentrasi sampel = 0.175

Penimbangan sampel = 2007,4 mg

Ditanya:

Berapakah kadar boraks pada sampel kode B?

Jawab:

$$\text{Kadar} = \frac{\text{Konsentrasi X Volume larutan X fp}}{\text{berat penimbangan}} \times 100\%$$

$$\text{Kadar} = \frac{0.175 \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 0.012 \text{ L} \times 5}{2007,4(\text{mg})} \times 100\%$$

$$\text{Kadar} = 0.0005\%$$

• Replikasi 2

Diketahui:

Absorbansi = 0.178

Konsentrasi sampel = 0.159

Penimbangan sampel = 2000,5 mg

Ditanya:

Berapakah kadar boraks pada sampel kode B?

Jawab:

$$\text{Kadar} = \frac{\text{Konsentrasi X Volume larutan X fp}}{\text{berat penimbangan}} \times 100\%$$

$$\text{Kadar} = \frac{0.159 \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 0.012 \text{ L} \times 5}{2000,5(\text{mg})} \times 100\%$$

$$\text{Kadar} = 0.0005\%$$

• Replikasi 3

Diketahui:

Absorbansi = 0.158

Konsentrasi sampel = 0.159

Penimbangan sampel = 2005,4 mg

Ditanya:

Berapakah kadar boraks pada sampel kode B?

Jawab:

$$\text{Kadar} = \frac{\text{Konsentrasi X Volume larutan X fp}}{\text{berat penimbangan}} \times 100\%$$

$$\text{Kadar} = \frac{0.158 \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) \times 0.012 \text{ L} \times 5}{2005,4(\text{mg})} \times 100\%$$

$$\text{Kadar} = 0.0004\%$$

$$\text{Rata-rata kadar} = \mathbf{0.0005\%}$$

L. Sampel Kode C

• Replikasi 1

Diketahui:

Absorbansi = 0.134

