

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Terdahulu

Data hasil penelitian terdahulu dapat dilihat pada tabel di bawah ini

Tabel 2. 1 Hasil Penelitian Terdahulu

Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan
(Hou <i>et al.</i> , 2020)	<i>Microfluidic Colorimetric System for Nitrite Detection in Foods</i>	Sistem kolorimetri mikrofluida yang cepat dan aman untuk analisis konsentrasi nitrit menggunakan perangkat chip kertas kolorimetri dan kaset mikroanalisis.	Teknik fabrikasi menggunakan perangkat chip kertas kolorimetri
(Jayawardane <i>et al.</i> , 2014)	<i>Microfluidic Paper-Based Analytical Device (μPAD) for The Determination of Nitrite and Nitrate</i>	Metode berbasis kertas yang diusulkan ditandai dengan sensitivitas tinggi dan pengulangan yang dapat diterima, tingkat portabilitas yang tinggi, dan biaya analisis yang rendah.	Sampel yang digunakan
(Trofimchuk <i>et al.</i> , 2020)	<i>Development of Paper-Based Microfluidic Device for Determination of Nitrite in Meat</i>	Studi ini memvalidasi μ PAD digabungkan dengan <i>smartphone</i> dapat memungkinkan deteksi nitrit pada daging babi berdasarkan reaksi griess.	Teknik fabrikasi yang dilakukan
(Yuan <i>et al.</i> , 2021)	<i>The Determination of Nitrite Content in Market Sausages</i>	Absorbansi produk azo ditentukan dengan spektrofotometer tampak dengan naftalena etilendiamin hidroklorida sebagai agen kromogenik.	Preparasi sampel
(Busa <i>et al.</i> , 2016)	<i>Advances in Microfluidic Paper-Based Analytical Devices for Food and water Analytical</i>	Sampel air dan minuman tidak memerlukan pra perlakuan sebelum di deteksi dengan μ PAD.	Sampel yang digunakan

B. Landasan Teori

1. *Microfluidic Paper-Based Analytical Devices* (μ PADs)

Microfluidic Paper-Based Analytical Devices (μ PADs) merupakan perangkat deteksi skala mikro yang memungkinkan adanya reaksi pada substrat kertas dengan saluran hidrofilik atau hidrofobik. Perangkat ini menggunakan kertas sebagai bahan dasar, jaringan saluran hidrofilik atau hidrofobik dapat dibuat di atas kertas. μ PADs memberikan banyak keunggulan, antara lain menghemat biaya, dapat terurai secara hayati, kompatibilitas secara biologis sangat baik, dan memiliki dampak ekologis yang minimal karena banyaknya kertas sebagai sumber material (Chen *et al.*, 2024).

Penggunaan kertas sebagai bahan dasar μ PADs memungkinkan pembentukan saluran hidrofilik dan hidrofobik pada permukaannya melalui proses desain. Cairan mengalir di dalam saluran hidrofilik yang dapat bereaksi dengan reaktan, komponen struktural utama dari bahan berbasis kertas adalah selulosa. Faktor yang perlu dipertimbangkan selama proses μ PADs yaitu kertas yang digunakan harus memiliki cukup ketahanan mekanis untuk mencegah deformasi atau disintegrasi strukturnya ketika terendam dalam cairan. Kertas saring terdiri dari serat dan permukaannya memiliki banyak lubang mikro yang memungkinkan difusi cairan dengan membatasi lewatnya zat yang lebih besar partikel padatnya. Ukuran pori-pori kertas saring berbeda, luas permukaan spesifik dan dapat mempengaruhi difusi cairan yang disebabkan oleh aksi kapiler di dalam kertas. Sehingga pemilihan kertas saring dapat memberikan dampak yang signifikan terhadap aliran fluida (Chen *et al.*, 2024). Kertas merupakan bahan substrat untuk fabrikasi μ PADs karena memiliki banyak keuntungan antara lain mudah dicetak, dilapisi, dan komposisi selulosanya yang cocok. Digunakan kertas sebagai substrat utama, jaringan membran selulosa dari μ PADs mampu menjadikan transport cairan bebas instrumen melalui aksi kapiler, rasio luas permukaan untuk menyimpan komponen kimia dalam bentuk aktifnya di dalam jaringan serat kertas (Busa *et al.*, 2016). Kertas yang dipilih

harus kuat dalam menahan lingkungan cair, menunjukkan hidrofilitas atau hidrofobitas yang sesuai untuk membentuk daerah uji dan menunjukkan stabilitas kimia tanpa bereaksi ke sampel (Liang *et al.*, 2023).

μ PADs tidak hanya menganalisis uji aliran lateral sederhana tetapi juga melakukan analisis kompleks yang memerlukan reaksi beberapa tahap dengan menggunakan sampel yang tidak banyak. Berdasarkan kemajuan dari μ PADs teknik fabrikasi dikategorikan menjadi dua jenis yaitu pembuatan pola kimia untuk menciptakan penghalang dengan menghalangi pori-pori di dalam kertas dan pembuatan pola fisik atau pemotongan untuk membentuk saluran yang ditentukan (Lim *et al.*, 2019).

Tabel 2. 2 Teknik Fabrikasi Untuk Membuat μ PADs (Lim *et al.*, 2019)

Teknik fabrikasi	Peralatan yang Digunakan	Reagen	Keuntungan	Kekurangan
<i>Photolithography</i>	Peralatan litografi, penyelarasan masker	Fotoreis positif atau negatif	Resolusi tinggi	Peralatan dan reagen mahal, langkah yang rumit
<i>Wax Printing</i>	Printer lilin	Lilin padat	Fabrikasi sederhana serta proses cepat	Resolusi rendah dan memerlukan langkah pemanasan
<i>Plotting</i>	Plotter	Tinta hidrofobik (PDMS, lilin), spidol permanen, pena	Biaya rendah, perangkat fleksibel	Penghalang cairan beresolusi rendah dan tidak stabil
<i>Laser Printing</i>	Printer laser	Toner komersial	Resolusi tinggi, mudah dicetak menggunakan perangkat komersial	Membutuhkan langkah pemanasan tambahan, keterbatasan bahan
<i>Stamping</i>	PDMS	Tinta komersial	Biaya rendah, mudah dibuat	Hasil tidak konsisten, resolusi rendah
<i>3D Printing</i>	Pencetak 3D	PDMS, resin pencetak 3D	Cepat dan dapat diakses untuk produksi massal	Resolusi tergantung pada printer 3D, mesin cetak mahal

Teknik fabrikasi	Peralatan yang Digunakan	Reagen	Keuntungan	Kekurangan
<i>Spraying</i>	Mesin akrilik, cahaya UV/Vis	Produk anti air komersial	Metode mudah	Resolusi rendah
<i>Drawing</i>	Peralatan sederhana	Lilin, spidol permanen, tinta khusus	Fabrikasi sederhana tidak memerlukan pemanasan pada spidol permanen dan biaya rendah	Memiliki resolusi yang rendah dan tidak cocok untuk produksi massal

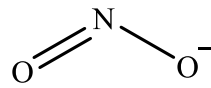


Gambar 2. 1 Teknik Drawing (Oyewunmi *et al.*, 2020)

Teknik *drawing* dilakukan dengan proses fabrikasi yang sederhana, mudah, dan tanpa memerlukan peralatan yang rumit dengan biaya yang relatif rendah. Pemilihan warna tinta spidol permanen dengan membuat penghalang hidrofobik untuk memperoleh deteksi tercepat dan saluran hidrofilik yang terbatas dengan baik pada kertas. Spidol dilewatkan di antara garis batas paling banyak dua kali, untuk memungkinkan penetrasi tinta yang tepat melalui matriks kertas pada saat yang sama untuk mencegah endapan tinta yang berlebihan pada kertas. Oleh karena itu, dibutuhkan waktu sekitar 1 menit untuk mengaplikasikan tinta spidol permanen pada satu perangkat dan kurang dari 30 detik agar tinta mengering (Oyewunmi *et al.*, 2020).

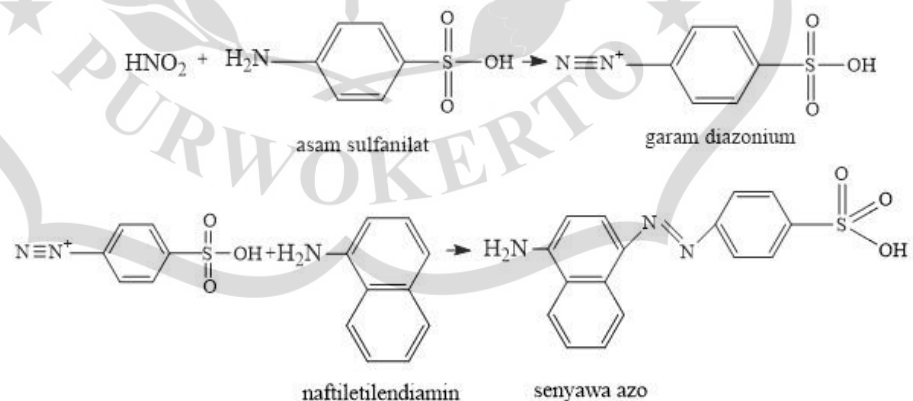
Deteksi kolorimetri adalah teknik μ PADs yang memiliki keunggulan pembacaan visual, efisiensi deteksi cepat, kelayakan untuk jarak jauh aplikasi area, stabilitas unggul. Deteksi kolorimetri melibatkan pergerakan larutan analit ke zona uji perangkat di bawah pengaruh aksi kapiler, yang bereaksi dengan reagen untuk menghasilkan perubahan warna yang dapat dideteksi (Fu & Wang, 2018).

2. Nitrit



Gambar 2. 2 Struktur Kimia Nitrit

Nitrit merupakan bentuk turunan dari senyawa nitrogen yang berikatan dengan dua atom oksigen. Nitrit dihasilkan dari asam nitrit yang terbentuk ketika ammonia bereaksi dengan oksigen dalam suatu proses yang disebut oksidasi katalik, hasil metabolisme dari siklus nitrogen. Dibandingkan metode lain, spektrofotometri UV-Vis telah banyak digunakan untuk menganalisis kadar nitrit karena keunggulannya yaitu kemudahan dalam pengoperasian instrumen, serta kemampuan untuk memberikan hasil dengan ketelitian tinggi. Metode Griess merupakan metode untuk analisis nitrit secara spektrofotometri UV-Vis, melibatkan reaksi diazotasi antara suatu amina aromatik dengan ion nitrit dalam kondisi asam. Senyawa diazonium yang terbentuk kemudian bereaksi dengan suatu kopling untuk menghasilkan senyawa azo berwarna merah muda, asam sulfanilat sebagai senyawa diazotasi dan NED sebagai agen pengkopling untuk membentuk senyawa azo berwarna yang kemudian diukur absorbansinya (Habibah *et al.*, 2018).



Gambar 2. 3 Reaksi Griess antara Asam Sulfanilat dengan Nafiletilendiamin (Rohman & Sumantri, 2007)

3. Olahan Daging

Daging merupakan sumber protein hewani yang berkualitas tinggi, menyediakan asam amino esensial yang dibutuhkan tubuh untuk pertumbuhan dan perbaikan jaringan. Selain itu, daging juga mengandung mikronutrien seperti zat besi yang penting untuk pembentukan sel darah merah, *zinc* yang berperan dalam sistem imun, dan vitamin B12 untuk kesehatan saraf, serta makronutrien seperti lemak dan karbohidrat dalam jumlah yang bervariasi tergantung pada jenis potongan daging. Daging mudah sekali rusak diakibatkan karena aktivitas mikroorganisme, sehingga dalam pengolahan daging diberikan bahan tambahan pangan (BTP). Produk dari olahan daging banyak ditemukan dalam berbagai bentuk inovasi, makanan cepat saji menjadi sesuatu yang digemari dari semua kalangan karena rasanya enak, mudah didapat dengan harga yang terjangkau. Salah satu makanan cepat saji adalah sosis, yang memiliki tekstur kenyal dapat digunakan dari olahan daging sapi ataupun daging ayam. Di dalam sosis memiliki kandungan yang berbeda tergantung dari bahan baku yang digunakan pada pengolahan sosis (Islamiati *et al.*, 2023).

4. Pengawet

a. Definisi Pengawet

Pengawet (*preservative*) merupakan BTP yang ditambahkan ke bahan pangan untuk mencegah terjadinya kerusakan pada pangan yang disebabkan oleh mikroorganisme serta menghambat fermentasi, pengasaman, dan penguraian (BPOM, 2019).

b. Dampak Pengawet Nitrit

Nitrit dapat berikatan dengan senyawa amina membentuk nitrosamin. Senyawa nitrosamin bersifat karsinogenik yang dapat memicu pertumbuhan sel kanker pada beberapa jaringan tubuh. Nitrit sebagai pengawet makanan diizinkan dikonsumsi namun dalam jumlah batasan tertentu serta tidak melebihi dari batasan yang telah ditetapkan. Berdasarkan Peraturan Kepala Badan Pengawasan Obat dan Makanan Nomor 36 Tahun 2013 tentang batas maksimum

pengawet nitrit yaitu tidak boleh lebih dari 30 mg/kg. (Hadisoebroto *et al.*, 2019).

5. Validasi Metode

a) Linearitas

Linearitas dilakukan untuk menentukan respon instrumen analisis berbanding lurus dengan peningkatan konsentrasi analit dalam sampel. Linearitas mengukur kurva kalibrasi yang menghubungkan antara respon instrumen (y) dan konsentrasi analit dalam sampel (x), semakin tinggi nilai koefisien korelasi (r) kurva kalibrasi maka semakin baik linearitasnya. Data yang diperoleh dapat dihitung dalam persamaan regresi linear $y = a+bx$. Nilai b (slope) menunjukkan kemiringan garis regresi, nilai a (intersep) menunjukkan titik potong sumbu y, dan r (koefisien korelasi) mengukur arah hubungan antara variabel x dan y. Linearitas dianggap ideal jika nilai a = 0 dan r (koefisien korelasi) mendekati 1 atau -1, tergantung pada kemiringan garis (Chan *et al.*, 2004).

b) LOD & LOQ

Limit of Detection (LOD) adalah jumlah terkecil analit dalam sampel yang dapat dideteksi masih memberikan respon signifikan dengan blangko. *Limit of Quantitation* (LOQ) merupakan konsentrasi terendah dari suatu analit dalam sampel yang masih dapat ditentukan dengan tingkat presisi dan akurasi yang dapat sesuai (Chan *et al.*, 2004).

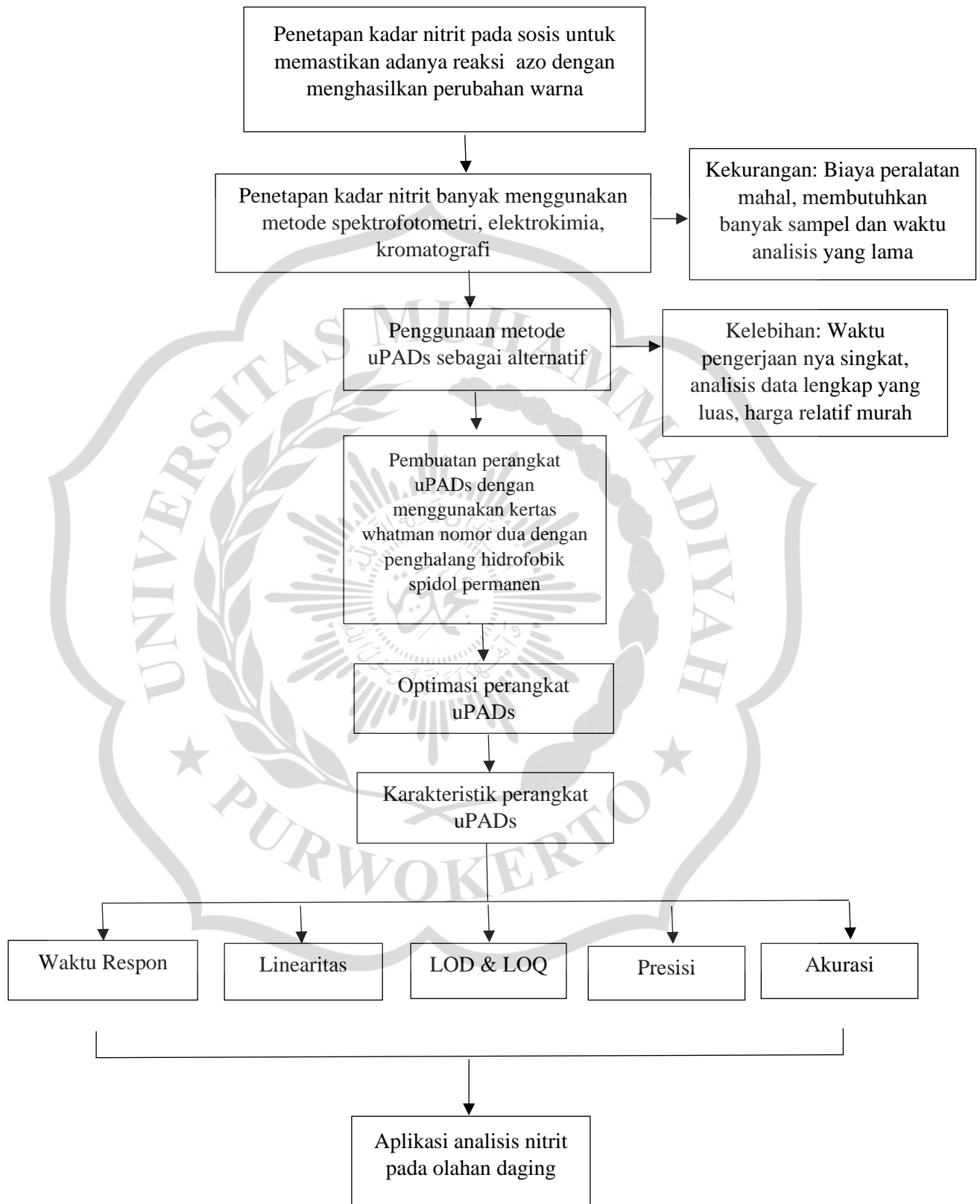
c) Presisi

Presisi merupakan kesesuaian data pengukuran yang sama dengan dilakukan secara berulang atau nilai yang mendekati hasil baik. Apabila didapat nilai hasil dekat dengan pengulangan pengukuran maka semakin tinggi nilai presisi. Presisi menggambarkan pengukuran yang tidak pasti akibat dari kesalahan acak yang tidak dapat dihindari. Faktor-faktor bersumber dari pengaruh yang tidak dapat diperkirakan dan dapat berhubungan dengan instrumen atau peralatan yang digunakan (Chan *et al.*, 2004).

d) Akurasi

Akurasi (ketepatan) dilakukan untuk mengukur tingkat keakuratan keseluruhan hasil pengukuran terhadap nilai sebenarnya dari kadar analit. Namun, hasil akhir dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah kesalahan sistematis yang dapat terjadi pada setiap tahapan. Agar mencapai tingkat akurasi yang tinggi, beberapa hal yang perlu dilakukan yaitu memastikan peralatan yang digunakan telah dikalibrasi dengan baik, memilih pelarut dan reagen yang memiliki kemurnian tinggi dan berkualitas, menjaga suhu reaksi dalam kondisi terkontrol, serta menjalankan prosedur analisis dengan cermat dan teliti. Akurasi menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis yang memiliki kelebihan antara lain untuk menganalisis zat organik, anorganik, dan analisis dapat dilakukan secara cepat dan tepat. Konsentrasi sampel dapat dihitung dari data absorbansi menggunakan hukum Lambert-Beer. Selain itu, hasil yang diperoleh cukup akurat, angka yang terbaca langsung dicatat oleh detektor dan tercetak dalam bentuk angka digital ataupun grafik yang sudah diregresikan (Chan *et al.*, 2004).

C. Kerangka Konsep



Gambar 2. 4 Kerangka Konsep