

## BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Hasil Penelitian Terdahulu

Tabel 2. 1 Hasil Penelitian Terdahulu

Peneliti	Judul	Hasil	Persamaan	Perbedaan
Laila Khamsatul Muharrami	Analisis kualitatif kandungan borak pada krupuk puli di kecamatan kamal.	Indikator kertas kurkumin yang positif mengandung boraks berwarna kuning menjadi merah kecoklatan	Deteksi boraks	Analisis menggunakan kertas kurkumin dan masih menggunakan HCl
Agnes Juwita, Yulianis, Mukhlis Sanuddin.	Uji boraks pada beberapa kerupuk mentah dari pasar tradisional kota Jambi	Pada hasil kualitatif dengan kertas kurkumin diketahui satu sampel kerupuk nasi (+) mengandung borak	Deteksi boraks	Penelitian dilakukan di Kota jambi, Dan masih menggunakan HCl
Dindha Ariesta Rahma, Elfira Maya Sari, Siti Nur Fajriah	Idenfikasi kandungan boraks pada bakso yang beredar dipasar tradisional kecamatan tambun selatan	Uji kuantitatif dengan spektrofotometri Uv-Vis berubah menjadi warna merah ceri	Sama – sama menggunakan reagen kurkumin dalam uji kuantitatif menggunakan spektrofotometri UV-Vis	Menggunakan ubi ungu untuk deteksi boraks secara kualitatif

## B. Landasan Teori

### 1. MICROFLUIDS PAPER-BASED ANALYTICAL DEVICES ( $\mu$ PADs)

*Whiteside* yang mengenalkan pertama kali tentang perangkat analitis berbasis kertas mikrofluida, atau  $\mu$ PAD, pada tahun 2007.  $\mu$ PADs adalah alat analitis sederhana yang menggunakan sampel dan reagen dalam jumlah kecil, sehingga produksinya menjadi lebih sederhana. Tanpa memerlukan daya eksternal, perangkat ini dapat dibuat dengan membuat jaringan serat hidrofilik berpori yang dapat menyerap larutan dengan memanfaatkan jaringan kapiler. Pola penghalang hidrofobik dan daerah hidrofilik dibuat untuk mengatur aliran reagen dan sampel. Selain itu, instrumen analitis  $\mu$ PAD dirancang agar mudah digunakan dan dapat berfungsi sebagai alat analitis pengganti di lokasi dengan kendala teknis.

Dimulai pada tahun 2007, subjek baru "*Paper-based microfluidics*" yang juga dikenal sebagai "*lab on paper*," menawarkan teknologi baru untuk penanganan dan analisis fluida untuk berbagai aplikasi, seperti pengujian kualitas makanan, pemantauan lingkungan, dan diagnostik kesehatan. Kertas merupakan substrat yang menarik untuk membuat sistem mikrofluida karena tiga alasan:

- 1) merupakan bahan selulosa yang tersedia secara luas dan sangat terjangkau;
- 2) dapat digunakan dalam berbagai aplikasi kimia, biokimia, dan medis; dan
- 3) menggunakan gaya kapiler untuk memindahkan cairan tanpa bantuan gaya luar.

Membangun saluran mikrofluida di atas kertas memungkinkan aliran cairan yang diatur karena alirannya tertahan di dalam saluran. Pada titik pengembangan ini, sistem mikrofluida berbasis kertas dikatakan murah, mudah digunakan, sekali pakai, dan bebas peralatan. Dengan demikian, teknologi ini merupakan teknologi yang sedang berkembang yang khususnya relevan untuk meningkatkan layanan kesehatan dan pemeriksaan penyakit di negara-negara berkembang, khususnya di negara-negara dengan sedikit atau tidak ada infrastruktur dan sedikit tenaga medis

dengan pelatihan yang diperlukan. Mayoritas karya yang dipublikasikan dalam bidang mikrofluida berbasis kertas yang berkembang pesat telah difokuskan pada dua tujuan utama:

- 1) mengembangkan metode fabrikasi yang murah dan mudah untuk perangkat mikrofluida berbasis kertas; dan
- 2) menyelidiki penggunaan baru mikrofluida berbasis kertas dengan mengintegrasikan teknik deteksi yang efektif (Li et al., 2012)

## 2. TEKNIK FABRIKASI :

### *Wax Printing*

Teknik paling mudah untuk membuat peralatan analisis berbasis kertas adalah pencetakan lilin. Ini memerlukan pembuatan pola penghalang hidrofobik menggunakan komputer. Pola tersebut dapat dirancang dengan program sederhana seperti *Adobe Photoshop*, *Microsoft Word*, *Paint*, dan lainnya. Bergantung pada jenis sampel yang akan digunakan, matriks tempat analit akan dideteksi, atau reagen pendeteksi yang digunakan untuk menciptakan warna atau potensi elektrokimia, polanya mungkin berbeda dari satu studi ke studi lainnya.

Printer lilin kemudian dapat digunakan untuk mencetak desain yang diperlukan ke kertas saring *Whatman*. Kertas yang dihasilkan kemudian dipanaskan hingga sekitar 40°C agar tinta lilin dapat menembusnya sepenuhnya, membentuk penghalang hidrofobik di seluruh ketebalan kertas. Karena itu, zona hidrofilik yang sepenuhnya kedap air yang dikandung oleh penghalang hidrofobik yang dibentuk sesuai dengan pola pencetakan lilin. Terakhir, lembaran laminasi direkatkan ke satu sisi kertas untuk menjaga sisi lainnya tetap kering dan menghentikan kebocoran reagen dan/atau sampel karena penetrasi.

### *Photolithography*

Litografi juga telah dikembangkan dalam beberapa tahun terakhir untuk membuat pola mikrofluida dan mikro-listrik. Fotolitografi adalah istilah yang digunakan ketika radiasi UV digunakan sebagai sumber paparan dalam litografi. Kertas, polimer fotoresist, agen fotomasking, pengembang,

dan larutan etsa digunakan dalam proses ini untuk membuat perangkat kertas. Pola yang diinginkan pertama kali dibuat untuk pembuatan sesuai dengan persyaratan penelitian. Fotoresist, yang pada dasarnya adalah polimer fotosensitif, diaplikasikan pada kertas. Bentuk fotoresist positif dan negatif dimungkinkan; yaitu, jika kelarutan meningkat saat terkena cahaya, maka itu positif, dan sebaliknya.

#### *Wax dipping*

Pencelupan awalnya digunakan untuk persiapan pelat kromatografi lapis tipis (TLC) untuk pelapisan dengan bubuk silika di pelat. Dalam beberapa tahun terakhir, pencelupan juga telah digunakan dalam pembuatan perangkat kertas. Namun tidak seperti pelapisan pelat TLC, di mana dua pelat disatukan kembali untuk pelapisan, pendekatan yang berbeda digunakan dalam pembuatan perangkat mikrofluida kertas dengan pencelupan lilin.

#### *Laser printing*

Di masa depan, akan sulit untuk membeli printer lilin, di sinilah pencetakan laser dengan tinta hidrofobik berperan dalam pembuatan PAD. Teknik ini hanya memerlukan printer laser yang dapat mencetak dengan tinta hidrofobik. Sebagian besar prosedur pencetakan laser PAD mirip dengan pencetakan lilin.

#### *Pen Writing.*

Metode ini didasarkan pada pembuatan saluran hidrofobik pada kertas selama penguapan pelarut dari pena. Berbagai jenis pena telah digunakan, seperti pena spidol permanen, pensil *eyeliner*, dan pena 3D. Mengotomatiskan sistem dengan menggunakan plotter memungkinkan peningkatan reproduktifitas dan resolusi.

#### *Inkjet Printing*

Pencetakan lilin dan *pen plotting* masih dalam tahap awal dalam hal komersialisasi. Teknologi yang umum tersedia di pasaran adalah pencetakan inkjet. Oleh karena itu, banyak peneliti memodifikasi tinta dan nosel dalam printer inkjet untuk membuat  $\mu$ PAD dan menyederhanakan proses untuk produksi massal. Meskipun merupakan teknik sederhana,

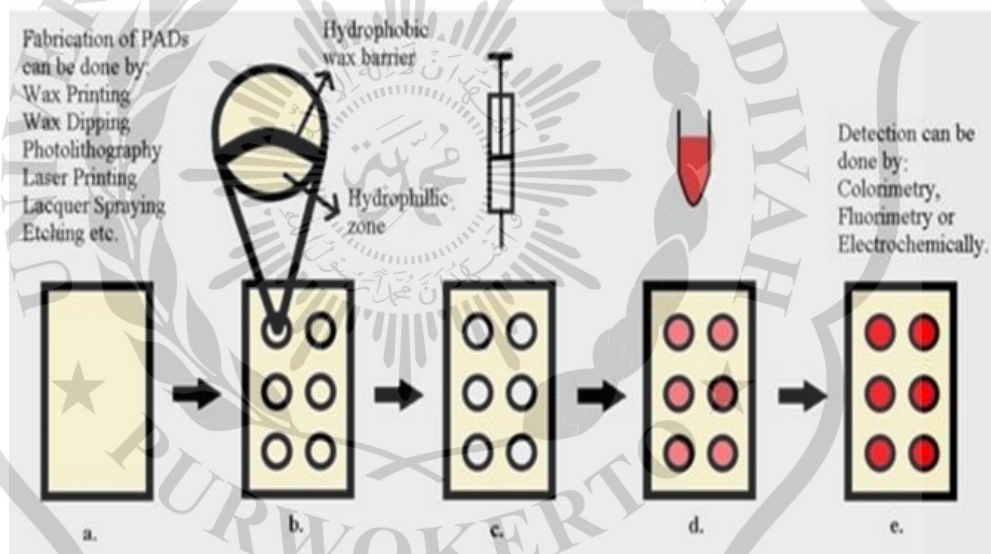
kelemahannya adalah kerusakan yang disebabkan pada printer, terutama pada kartrid, oleh pelarut organik (Musile et al., 2023)

Tabel 2. 2 teknik fabrikasi

Teknik Fabrikasi	Kelebihan	Kekurangan
<i>Photolithography</i>	Resolusi tinggi saluran mikrofluida (lebar salurannya sesempit 200 $\mu\text{m}$ ; penghalangnya tajam)	Memerlukan peralatan yang mahal, memerlukan langkah pencucian ekstra untuk menghilangkan polimer yang tidak terikat silang, perangkat rentan terhadap pembengkokan
<i>Plotting</i>	Agen pola murah; perangkatnya fleksibel	Definisi hambatan yang memburuk, tidak dapat dengan mudah diterapkan pada produksi dengan hasil tinggi
<i>Ink jet etching</i>	Hanya memerlukan satu peralatan pencetakan untuk membuat saluran mikrofluida dengan etsa dan mencetak reagen penginderaan bio/kimia	Pembuatan saluran mikrofluida memerlukan 10 kali pencetakan, peralatan pencetakan harus disesuaikan, tidak cocok untuk produksi massal
<i>Plasma treatment</i>	Menggunakan agen pola yang sangat murah, secara drastis mengurangi biaya material	Memerlukan masker yang berbeda untuk membuat pola mikrofluida yang berbeda di atas kertas.
<i>Wax printing</i>	Proses fabrikasi sederhana dan cepat (5-10 menit)	Memerlukan pencetak lilin yang mahal, memerlukan langkah pemanasan tambahan setelah pengendapan lilin.
<i>Ink jet printing</i>	Menggunakan yang murah; cepat (<10 menit) dan sederhana.	memerlukan printer jet tinta khusus dan langkah pemanasan tambahan setelah pengendapan.
<i>Flexography printing</i>	mencegah pola cetak menjadi panas dan memungkinkan produksi gulungan-ke-gulungan langsung di fasilitas pencetakan yang sudah ada.	memerlukan dua cetakan larutan polistiren; diperlukan pelat cetak terpisah, kehalusan permukaan kertas

<i>Screen printing</i>	Proses sederhana	memengaruhi kualitas cetak. Resolusi rendah (penghalang kasar), beberapa layar pencetakan diperlukan untuk membuat desain yang berbeda-beda.
<i>Laser treatment</i>	Ukuran pola minimum sekitar 62 µm menunjukkan resolusi tinggi.	Fluida tidak dapat mengalir secara lateral melintasi saluran mikrofluida, lapisan tambahan diperlukan untuk aliran cairan.
<i>Pen writing</i>	Lebih mudah, dan murah, fleksibel dalam desain, tidak memerlukan keahlian tinggi	Resolusi terbatas, control ketebalan dan lapisan terbatas

(Li et al., 2012)



Gambar 2. 1 Proses metode paper-based (Das et al., 2022)

### 3. BORAKS

- a. Pengertian borakAsam borat ( $H_3BO_3$ ) merupakan zat kimia borat yang juga dikenal sebagai boraks. Nama lain untuk boraks adalah “bleng” (Jawa Barat) dan “pijer” (Jawa Tengah dan Jawa Timur). Fungsi penambahannya pada makanan adalah sebagai pengental atau pengawet .(Cahyadi W, 2008)

Natrium borat, atau boraks, merupakan senyawa kimia ( $\text{NaB}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ). Boraks akan larut dalam air dan membentuk asam borat dan hidroksida ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ). Meskipun boraks merupakan bahan pengawet yang umum di sektor taksidermi, insektarium, dan herbarium, boraks juga sering digunakan di rumah untuk mengawetkan makanan seperti bakso dan mi. Pada suhu normal, boraks merupakan zat kristal putih yang stabil dan tidak berbau.

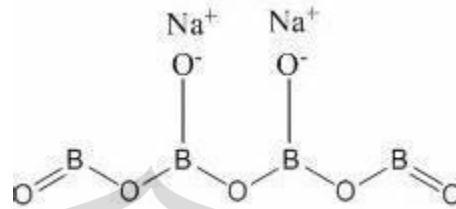


Gambar 2. 2 Boraks (Fitri et al., 2018)

b. Karakteristik borak

Karakteristik kimia dari senyawa asam borat ini meliputi titik leleh sekitar  $171^\circ\text{C}$ , kelarutan dalam 18 bagian air dingin, 4 bagian air mendidih, 5 bagian gliserol 85%, dan tidak larut dalam eter; kelarutan meningkat dalam air dengan penambahan asam klorida, asam sitrat, atau asam tetraat; penguapan mudah dengan pemanasan; hilangnya satu molekul udara pada  $100^\circ\text{C}$ , yang secara bertahap berubah menjadi asam metaborat ( $\text{HBO}_2$ ); satu gram asam borat larut sempurna dalam 30 bagian air, menghasilkan larutan bening dan tidak berwarna; tidak bercampur dengan alkali karbonat dan hidroksida. (Cahyadi W, 2008) Boraks dapat larut dalam air dingin ( $47,1 \text{ g/L}$  pada

200C). Namun Kelarutannya sangat meningkat dalam air panas tetapi tidak larut dalam asam.



Gambar 2. 3 struktur boraks (*Industrial Chemicals Notification & Scheme, n.d. 2017*)

c. Batas konsumsi boraks

Menurut Peraturan Badan Pengawas Obat Dan Makanan Nomor 28 Tahun 2019 Tentang Bahan Penolong Dalam Pengolahan Pangan, kandungan Boraks dan Formalin tidak terdeteksi (menggunakan metode terbaru)

Namun menurut US Departement of Agriculture, dalam penelitiannya yang berjudul Penilaian Resiko Kesehatan Manusia dan Ekologi terhadap boraks. Efek kronis asam borat dan turunannya dimulai pada dosis 0,2 mg/kg/hari Keracunan boraks akut pada manusia dapat menyebabkan gejala seperti mual, muntah, diare, bercak kulit, demam, gelisah, dan bahkan kematian. Di sisi lain, keracunan yang terus-menerus dapat mengakibatkan kebingungan, depresi, kerusakan ginjal, demam, dan anuria.

Sementara itu, dosis yang mematikan untuk orang dewasa adalah 15–20 gram, dan untuk anak-anak, sekitar 3–6 gram. Penggunaan yang berlebihan dapat mengakibatkan sejumlah masalah kesehatan yang serius.(Berliana et al., 2021)

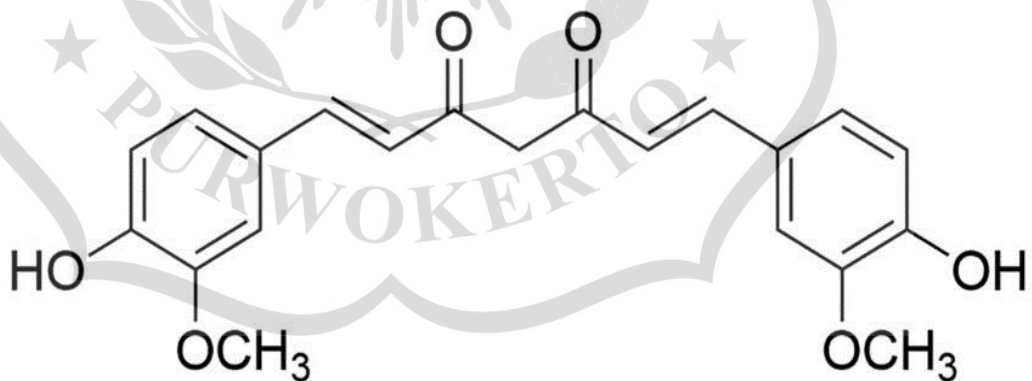
Bila dikonsumsi secara sering, jumlahnya akan menumpuk di otak, hati, lemak, dan ginjal, yang pada akhirnya dapat menyebabkan kanker, meskipun jumlahnya kurang dari 10–20 gram di badan orang dewasa dan kurang dari 5 gram di badan anak-anak.

#### 4. CURCUMINOID

Didalam rimpang kunyit terdapat kandungan kurkumin yang merupakan indikator bagi boraks yang memberikan warna merah oranye. Reagen tersebut dapat mendeteksi boraks dalam bakso hingga konsentrasi 0,5% dan mudah digunakan di lapangan (Arifin et al., 2012).

Reagen Curcuminoid berfungsi sebagai metode yang efektif untuk mendeteksi boraks dan dapat digunakan di lingkungan non-laboratorium, sehingga meminimalkan kemungkinan operator bersentuhan dengan bahan kimia berbahaya (HCl pekat). Berbeda dengan kertas kunyit, yang mengharuskan penggunaan asam klorida pekat setelah ekstraksi sampel, Curcuminoid menghilangkan langkah ini. Asam klorida pekat dianggap sebagai bahan kimia berbahaya karena sifatnya yang mudah menguap, yang berarti bahwa asam klorida pekat hanya boleh ditangani di lingkungan basa. Selain itu, asam klorida pekat mudah terbakar dan dapat menyebabkan iritasi kulit.

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan optimasi konsentrasi reagen kurkumin, hasilnya konsentrasi reagen kurkumin yang optimum adalah 0,125%

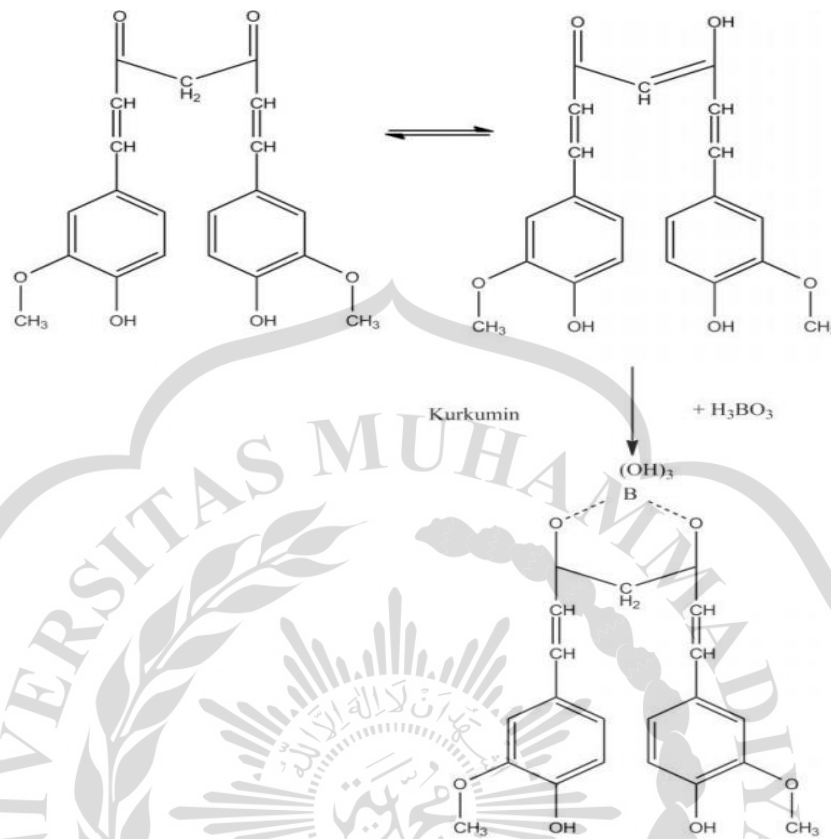


Gambar 2. 4 Struktur kurkumin (Wang et al., 2020)

#### C. REAKSI BORAKS DAN KURKUMIN

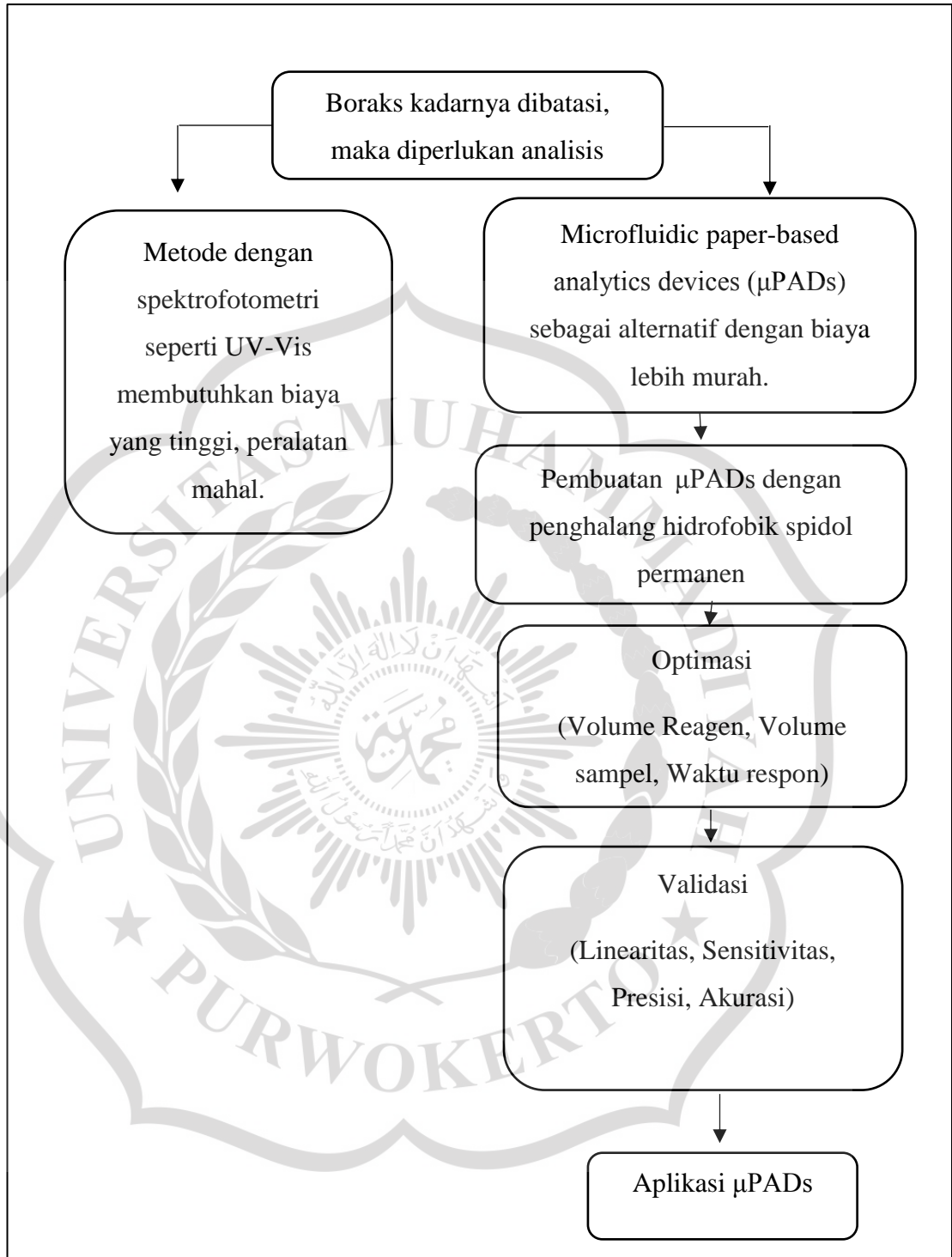
Kurkumin juga dapat mengidentifikasi boraks dalam makanan karena kurkumin dapat menguraikan boraks menjadi asam borat dan membentuk

kompleks merah muda yang dikenal sebagai kelat rosacyanin, atau kompleks Boron Cyano Curcumin, yang berwarna merah.



Gambar 2. 5 Mekanisme Reaksi kurkumin dengan borak (Ginting, 2016)

#### D. Kerangka Konsep



Gambar 2. 6 Kerangka konsep