

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Teori

1. Formalin dalam pangan

Konsumsi formalin dengan dosis lebih dari 30 ml akan mengakibatkan kematian. Dalam jangka panjang, mengonsumsi formalin walaupun dalam dosis yang rendah dapat mengakibatkan gangguan pada pencernaan, hati, ginjal pankreas, sistem saraf pusat, dan menyebabkan kanker (BPOM, 2004; Yuliarti, 2007).

Masyarakat umumnya mengenal formalin sebagai pengawet mayat dan desinfektan. Kemampuannya yang kuat dalam mencegah dan menghambat pertumbuhan dan perkembangan mikroba membuat senyawa ini sangat berpotensi sebagai pengawet, akan tetapi formalin mempunyai dampak yang buruk, terutama bila digunakan pada makanan, tidak hanya bagi konsumen, akan tetapi juga bagi pengguna nya. Uap formalin yang terhirup dapat menimbulkan iritasi pada saluran pernafasan dan apabila terpapar pada kulit dapat menyebabkan reaksi sensitisasi serta pengerasan pada kulit. Sementara itu jika tertelan dapat menyebabkan keracunan pada tubuh. Berdasarkan data dari *International Agency for Research on Cancer (IARC)*, formalin termasuk zat yang karsinogenik atau penyebab kanker golongan I pada manusia (2,3).

2. Bahan Tambahan Pangan

Pangan atau makanan yang aman, bermutu dan bergizi sangat penting peranannya bagi pertumbuhan, pemeliharaan dan peningkatan derajat kesehatan serta peningkatan kecerdasan masyarakat. Pemerintah mengatur keamanan, mutu dan gizi pangan dalam PP No. 48 Tahun 2004 yang diantaranya menyatakan bahwa bahan tambahan pangan yang boleh ditambahkan pada makanan adalah bahan tambahan pangan yang diizinkan. Permenkes No. 33 tahun 2012 menetapkan beberapa bahan tambahan pangan yang tidak diizinkan, salah satunya adalah formalin.

PERMENKES RI No. 033 tahun 2012 menyebutkan bahwa Bahan Tambahan Pangan (BTP) seperti formalin merupakan jenis BTP yang tidak diperbolehkan dan tidak boleh ada di makanan. Tercatat bahwa setiap tahun

terdapat 2 juta korban yang meninggal dunia akibat terpapar makanan yang tidak sehat karena mengandung bahan berbahaya. Potensi bahaya bagi pengonsumsi makanan yang mengandung formalin dapat memicu terjadinya gagal ginjal, hipotensi, gangguan syaraf hingga kematian (Rohman et al., 2023).

Masih banyaknya masyarakat terutama para pedagang atau pengolah pangan menggunakan BTP berbahaya antara lain disebabkan bahan tersebut harganya murah, lebih efektif dan efisien bila digunakan, mudah digunakan dan didapatkan, rendahnya kesadaran masyarakat tentang bahaya zat tersebut serta lemahnya pengawasan dan penegakan hukum dari aparat terkait (Nurkholidah dkk, 2012).

Sumber Bahan Tambahan Pangan Berdasarkan bahan tambahan pangan dapat dikelompokkan menjadi 2 jenis, yaitu:

1. Bahan Tambahan Pangan Alami Bahan tambahan makanan alami dapat diperoleh dari tanaman yang tidak menyebabkan efek samping yang membahayakan kesehatan manusia. Bahan tambahan pangan alami mempunyai kelemahan yaitu:
 - a. Kurang pekat.
 - b. Mudah terpengaruh oleh panas dan kondisi lainnya.
 - c. Memerlukan bahan dalam jumlah banyak.
 - d. Mahal
2. Bahan Tambahan Pangan Sintesis Bahan tambahan makanan sintesis merupakan bahan tambahan yang bukan alami atau dikenal sebagai zat aditif sintesis, yang bisa menyebabkan efek samping seperti gatal dan kanker. Bahan tambahan pangan alami mempunyai Keuntungan yaitu:
 - a. Lebih pekat.
 - b. Lebih stabil.
 - c. Diperlukan dalam jumlah sedikit.
 - d. Lebih murah

Tabel 2.1 Golongan Bahan Tambahan Pangan

No.	Golongan BTP	Contoh senyawa
1.	Antibuih	Kalsium alginat, Mono dan digliserida asam lemak
2.	Antikempal	Kalsium karbonat, Trikalsium fosfat, Natrium karbonat
3.	Antioksidan	Asam/Natrium/Kalsium/Kalium askorbat
4.	Bahan Pengkarbonasi	Karbon dioksida
5.	Garam Pengemulsi	Natrium dihidrogen sitrat, Dinatrium
6.	Gas Untuk Kemasan	Karbon dioksida, Nitrogen
7.	Humektan	Natrium/Kalium laktat
8.	Pelapis	Malam, Lilin karnauba, Lilin mikrokristalin
9.	Pemanis	Sorbitol, Silitol, Sakarin, Aspartam
10.	Pembawa	Trietil sitrat, Propilen glikol, Polietilen glikol
11.	Pembentuk Gel	Asam/Natrium/Kalsium/Kalium alginat, Agar-agar
12.	Pembuih	Selulosa mikrokristalin, Etil metil selulosa
13.	Pengatur Keasaman	Asam/Natrium/Kalsium asetat
14.	Pengawet	Asam/Natrium/Kalsium/Kalium benzoat
15.	Pengembang	Dekstrin, Pati asetat, Natrium karbonat
16.	Pengemulsi	Lesitin, Agar-agar, Karagen
17.	Pengental	Asam/Natrium/Kalsium/Kalium alginat, Kalsium asetat
18.	Pengeras	Kalsium laktat, Trikalsium sitrat, Kalium klorida
19.	Penguat rasa	Monosodium L-glutamate (MSG), Asam guanilat dan garamnya
20.	Peningkat volume	Natrium laktat, Agar-agar, Karagen
21.	Penstabil	Lesitin, Kalsium karbonat/asetat/laktat
22.	Peretensi Warna	Magnesium karbonat, Magnesium hidroksida
23.	Perisa	rempah-rempah, paprika oleoresin, bubuk keju, ekstrak ragi
24.	Perlakuan Tepung	Amonium klorida, Kalvsium sulfat, Kalsium oksida
25.	Pewarna	Kurkumin, Antosianin, Riboflavin, Tartrazin
26.	Propelan	Nitrogen, Propana, Dinitrogen monooksida
27.	Sekuestran	Natrium/Kalium glukonat, Isopropil sitrat

Sumber : Permenkes Nomor 033 Tahun 2012

3. Bahan Tambahan Pangan Berbahaya

Berdasarkan Permenkes Nomor 033 Tahun 2012, pemerintah telah melarang 19 jenis bahan untuk digunakan sebagai BTP seperti disajikan pada Tabel 2. Beberapa bahan yang dilarang digunakan sebagai BTP memiliki fungsi sama seperti bahan yang diizinkan sebagai BTP antara lain sebagai pengawet (formalin, asam salisilat dan dietilpirokarbonat), pemanis (dulsin) dan memperbaiki tekstur (kalium bromat dan asam borat/boraks). Selain bahan-bahan yang tercantum dalam Tabel 1, beberapa peraturan dari instansi terkait juga melarang penggunaan BTP

lain seperti misalnya pewarna tekstil Rhodamin B, hidrogen peroksida (pemutih) dan obat-obatan jenis psikotropika.

Tabel 2.2 Bahan Tambahan Pangan Berbahaya

No.	Bahan
1.	Asam borat dan senyawanya (<i>Boric acid</i>)
2.	Asam salisilat dan garamnya (<i>Salicylic acid and its salt</i>)
3.	Dietilpirokarbonat (<i>Diethylpyrocarbonate, DEPC</i>)
4.	Dulsin (<i>Dulcin</i>)
5.	Formalin (<i>Formaldehyde</i>)
6.	Kalium bromat (<i>Potassium bromate</i>)
7.	Kalium klorat (<i>Potassium chlorate</i>)
8.	Kloramfenikol (<i>Chloramphenicol</i>)
9.	Minyak nabati yang dibrominasi (<i>Brominated vegetable oils</i>)
10.	Nitrofurazon (<i>Nitrofurazone</i>)
11.	Dulkamara (<i>Dulcamara</i>)
12.	Kokain (<i>Cocaine</i>)
13.	Nitrobenzen (<i>Nitrobenzene</i>)
14.	Sinamil antranilat (<i>Cinnamyl anthranilate</i>)
15.	Dihidrosafrol (<i>Dihydrosafrole</i>)
16.	Biji tonka (<i>Tonka bean</i>)
17.	Minyak kalamus (<i>Calamus oil</i>)
18.	Minyak tansi (<i>Tansy oil</i>)
19.	Minyak sasafra (<i>Sasafra oil</i>)

Sumber : Permenkes Nomor 033 Tahun 2012

4. Ubi Ungu dan Kandungan Antosianin



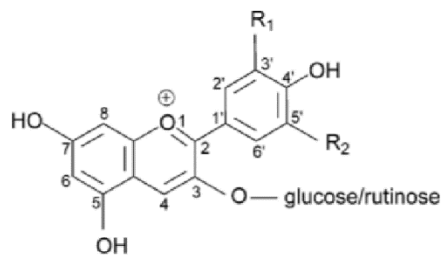
Sumber: Yuhan Al Khairi, 2021

Gambar 2.1 Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea Batatas L.*)

Ubi sudah dikenal sejak 750 tahun sebelum masehi. Dibawa pertama kali oleh Columbus, ubi jalar dari pulau Saint Thomas disebut *patata* dalam bahasa Spanyol, *patae* (Perancis) dan *potato* (Inggris). Ketika itu, sebutan *potato* memang untuk ubi jalar bukannya kentang, dari catatan sejarah pertanian, tanaman kentang baru menyebar luas dari daratan Amerika Selatan ke belahan bumi bagian utara mulai pada abad 17. Kemudian untuk membedakan, ubi jalar dengan nama *sweet potato* dan kentang dinamakan *potato*.

Klasifikasi Tanaman Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* L.)

Kingdom : *Plantae* (Tumbuhan)
 Subkingdom : *Tracheobionta* (Tumbuhan berpembuluh)
 Super Divisi : *Spermatophyta* (Menghasilkan biji)
 Divisi : *Magnoliophyta* (Tumbuhan berbunga)
 Kelas : *Magnoliopsida* (Berkeping dua/dikotil)
 Sub Kelas : *Asteridae*
 Ordo : *Solanales*
 Famili : *Convolvulaceae* (Suku kangkung – kangkungan)
 Genus : *Ipomoea*
 Spesies : *Ipomoea batatas* L. Poir
 Sumber: (andiga, 2012).



(Sumber: Abdel-Aal et al., 2006)

Gambar 2.2 Rumus Struktur Antosianin

Antosianin (bahasa Inggris : *anthocyanin*, dari gabungan kata Yunani : *antho* = "bunga", dan *cyano* = "biru") adalah pigmen larut air yang secara alami terdapat pada berbagai jenis tumbuhan. Sesuai namanya, pigmen ini memberikan warna pada bunga, umbi, buah dan daun tumbuhan yang telah banyak digunakan sebagai pewarna alami pada berbagai produk pangan. Warna diberikan oleh antosianin berkat susunan ikatan rangkap terkonjugasinya yang panjang. Sistem ikatan rangkap terkonjugasi ini juga yang mampu menjadikan antosianin sebagai antioksidan dengan mekanisme penangkal radikal bebas.

Antosianin adalah zat aktif yang tergolong dalam kelompok flavonoid yang terdapat dalam bunga, umbi, buah dan sayur, pada umumnya zat tersebut

dapat memberikan warna merah, ungu dan biru. Pigmen antosianin dapat dijumpai pada bagian kulit dan daging ubi jalar ungu. Selama ini banyak masyarakat telah memanfaatkan ubi jalar ungu sebagai bahan makanan dan berbagai macam olahan produk pangan. Akan tetapi kulit ubi jalar ungu belum dimanfaatkan secara maksimal hanya sebagai limbah, meskipun kulitnya juga berwarna ungu seperti dagingnya karena mengandung antosianin. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan Winarti (2008), kadar antosianin ubi jalar ungu menunjukkan kisaran antara 0,75313 - 1,3170mg/100g. Hasil penelitian lain yang dilakukan oleh Ekawati (2013) tentang kadar antosianin pada tepung ubi ungu, menunjukkan bahwa pada bagian daging umbi memiliki kandungan antosianin sebesar 16,277 mg/100g sedangkan tepung ubi pada bagian kulit umbi memiliki antosianin sebesar 36,659 mg/100g. Penelitian tersebut telah menunjukkan bahwa kandungan antosianin pada kulit ubi jalar ungu lebih tinggi apabila dibandingkan dengan daging umbinya.

Faktor – faktor yang mempengaruhi kestabilan antosianin adalah

- a. pH, Antosianin paling stabil pada kondisi asam dengan pH sekitar 3 hingga 5. Pada rentang pH ini, antosianin berada dalam bentuk kation flavilium yang berwarna merah dan relatif stabil (Ayun et al., 2022) Ketika pH meningkat menuju netral (sekitar pH 7), kestabilan antosianin mulai menurun. Warna antosianin menjadi kurang stabil dan mulai memudar, karena struktur kimianya berubah menjadi bentuk karbinol atau hemiketal yang kurang berwarna (Khasanah et al., 2014)
- b. Suhu, Suhu tinggi dapat merusak struktur antosianin sehingga menurunkan kandungan dan kestabilannya. Proses pengolahan sebaiknya dilakukan pada suhu rendah hingga sedang (sekitar 50-60°C) untuk mempertahankan antosianin (Habsah et al., 2000)
- c. Oksigen, Oksigen dan suhu tampaknya mempercepat kerusakan antosianin. Stabilitas warna antosianin selama pemrosesan jus buah menjadi rusak akibat oksigen (Adil 2010).

5. Metode Ekstraksi

Ekstraksi bertujuan untuk menarik semua komponen kimia yang terdapat dalam sampel. Ekstraksi didasarkan pada perpindahan massa

komponen zat padat ke dalam pelarut dimana perpindahan mulai terjadi pada lapisan antar muka, kemudian berdifusi masuk ke dalam pelarut (Depkes RI, 1995). Macam-macam metode ekstraksi yaitu:

a. Metode Maserasi

Metode Ekstraksi yang digunakan disini adalah metode ekstraksi maserasi sederhana dengan pengadukan biasa. Metode ini melibatkan perendaman bahan dalam pelarut pada suhu kamar atau suhu rendah selama waktu tertentu untuk melarutkan senyawa target. Maserasi sederhana, banyak digunakan, dan menghindari kerusakan senyawa termolabil seperti antosianin. Kelebihan dari metode ini adalah sederhana, murah dan cocok untuk senyawa sensitif. Sedangkan kekurangan dari metode ini adalah efisiensi rendah.

b. Metode Sokhletasi

Metode ekstraksi dengan pelarut yang dipanaskan secara berulang-ulang melalui bahan padat menggunakan alat sokhlet. Cocok untuk ekstraksi senyawa yang sulit larut dan memerlukan pemanasan berkelanjutan. Kelebihan dari metode ini adalah ekstraksi maksimal, cocok untuk bahan sulit larut. Sedangkan kekurangan dari metode ini adalah memerlukan alat khusus, dan waktu yang lama.

c. Metode Perkolasi

Ekstraksi dengan pelarut yang dialirkan secara terus-menerus melalui bahan padat. Metode ini efisien untuk ekstraksi dalam jumlah besar dan waktu yang lebih singkat.

6. Pelarut

Pemilihan pelarut untuk proses maserasi akan memberikan efektivitas yang tinggi dengan memperhatikan kelarutan senyawa bahan alam dalam pelarut tersebut. Antosianin dapat diekstrak dengan menggunakan beberapa macam pelarut polar seperti metanol, etanol, air atau campuran pelarut-pelarut tersebut. Perbandingan jumlah pelarut terhadap ubi, temperatur inkubasi dan konsentrasi pelarut merupakan faktor penting yang akan mempengaruhi kualitas ekstrak antosianin. (SEAFast Center IPB, Merah Ungu Antosianin, 2012). Pada penelitian ini menggunakan pelarut Etanol 96% Etanol termasuk

ke dalam alkohol rantai tunggal, dengan rumus kimia C_2H_5OH dan rumus empiris C_2H_6O , sering disingkat menjadi EtOH, Etanol banyak digunakan sebagai pelarut berbagai bahan-bahan kimia yang ditujukan untuk konsumsi dan kegunaan manusia. Contohnya adalah pada parfum, perasa, pewarna makanan, dan obat-obatan (Wikipedia).

7. Metode uji kualitatif formalin

b) Metode $KMnO_4$ (Kalium Permanganat)

$KMnO_4$ mengoksidasi formalin (metanal) menjadi asam metanoat, larutan $KMnO_4$ akan memberikan warna coklat pada sampel apabila sampel positif memiliki kandungan formalin didalamnya (Nasution et al., 2018). Metode ini digunakan untuk pengujian kualitatif dengan membuat kontrol positif dan negatif untuk membandingkan perubahan warna.

c) Metode Asam Kromatofat ($C_{10}H_6O_8S_2Na_2 \cdot 2H_2O$)

Sampel yang mengandung formalin akan berubah warna menjadi merah anggur hingga ungu lembayung setelah dipanaskan dan didinginkan. Metode ini menghasilkan warna ungu lembayung pada kontrol positif dan bening pada kontrol negatif (Novita et al., 2021).

d) *Paper Kit Test*

Paperkit untuk identifikasi formalin secara umum adalah alat uji cepat berbasis kertas yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan formalin pada makanan atau minuman melalui perubahan warna sebagai indikator keberadaan formalin (Nasution et al., 2025). Prinsip paperkit untuk identifikasi formalin adalah dengan mengimobilisasi reagen pada kertas saring yang akan bereaksi secara spesifik dengan formalin, menghasilkan perubahan warna yang dapat diamati secara visual sebagai indikator keberadaan formalin (Made et al., 2021). Paperkit test berbahan ekstrak ubi ungu adalah alat deteksi sederhana yang memanfaatkan kandungan antosianin dari ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.) untuk mengidentifikasi keberadaan formalin pada makanan secara cepat dan mudah.

Prinsip kerjanya adalah perubahan warna pada kertas uji akibat reaksi antara antosianin dan formalin, sehingga dapat digunakan sebagai alat skrining awal kandungan formalin pada makanan (Zuri Rismiarti, 2020).

Kelebihan dari *Paperkit Test*

1. **Efektivitas Tinggi** : Ekstrak ubi ungu mengandung antosianin dalam kadar yang tinggi (sekitar 519 mg), sehingga mampu memberikan perubahan warna yang lebih jelas dan signifikan saat bereaksi dengan formalin dibandingkan sumber antosianin lain seperti buah naga atau anggur
2. **Cepat dan Praktis**: Paper kit berbahan dasar ekstrak ubi ungu memberikan hasil identifikasi formalin secara cepat dan dapat digunakan oleh masyarakat umum tanpa memerlukan peralatan laboratorium khusus.
3. **Mudah Didapat dan Murah**: Ubi ungu merupakan tanaman yang mudah ditemukan dan tumbuh subur di Indonesia, sehingga bahan baku paper kit ini mudah diperoleh dengan biaya relatif terjangkau.

d) Spektrofotometri UV-Vis

Spektrofotometri UV-Vis adalah mengukur serapan cahaya di daerah ultra violet (200-400 nm) dan sinar tampak (400-800 nm) oleh suatu senyawa. Serapan cahaya UV atau cahaya tampak mengakibatkan transisi elektronik, yaitu promosi elektron-elektron dari orbital keadaan dasar yang berenergi rendah ke orbital keadaan tereksitasi berenergi lebih tinggi. Panjang gelombang cahaya uv atau cahaya tampak tergantung pada mudahnya promosi elektron (Abriyani dkk., 2022).

Formalin direaksikan dengan pereaksi seperti Nash atau asam kromatofat yang menghasilkan senyawa berwarna, kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang tertentu. Kurva kalibrasi dibuat dari larutan standar formalin untuk menghitung kadar formalin dalam sampel (Sari et al., 2021). Penentuan panjang gelombang maksimum (λ maksimum) untuk identifikasi formalin menggunakan ekstrak ubi ungu dilakukan dengan pengukuran spektrum absorbansi menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada rentang panjang gelombang 400–700 nm. Panjang gelombang maksimum yang digunakan untuk pengukuran dengan preaksi asam kromatofat yaitu 582nm (Fitrianingsih et al., 2019)

8. Uji Validitas dan Sensitivitas *Paper Kit*

- Uji validitas

Uji Validitas digunakan untuk menentukan apakah suatu alat ukur atau instrumen penelitian benar-benar mengukur apa yang seharusnya diukur (Muanley et al., 2022). Dalam konteks penelitian ini, uji validitas akan menentukan apakah *paper kit* yang dibuat dengan ekstrak ubi ungu secara akurat dapat mengidentifikasi keberadaan formalin.

a) Uji Presisi (*Repeatability*)

Repeatability (keterulangan) adalah ukuran presisi metode uji yang menunjukkan seberapa dekat hasil-hasil pengujian yang dilakukan secara berulang pada sampel yang sama, oleh analis yang sama, menggunakan alat dan laboratorium yang sama, dalam waktu yang berdekatan (MM, 2021). Uji ini bertujuan untuk memastikan bahwa metode pengujian memberikan hasil yang konsisten dalam kondisi yang identik.

Uji repeatability dilakukan dengan cara melakukan uji terhadap formalin menggunakan *paperkit* ekstrak ubi ungu yang berbeda sebanyak 7x dan didiamkan selama 10 menit dengan interpretasi hasil, jika sampai 7x uji *paperkit* tidak berubah warna selain warna biru cerah maka uji ini dapat dikatakan presisi.

b) Limit Batas Deteksi (Sensitivitas)

Uji Batas Deteksi Minimum (Sensitivitas) adalah jumlah terkecil analit dalam sampel yang dapat dideteksi yang masih memberikan respon signifikan dibandingkan dengan blanko (Riyanto, 2020). Batas deteksi merupakan parameter uji batas. Dalam konteks penelitian ini, uji sensitivitas akan menentukan seberapa baik *paper kit* ekstrak ubi ungu dapat mendeteksi formalin.

Uji ini dilakukan dengan cara melihat kemampuan *paperkit* mendeteksi formalin pada konsentrasi terendah.

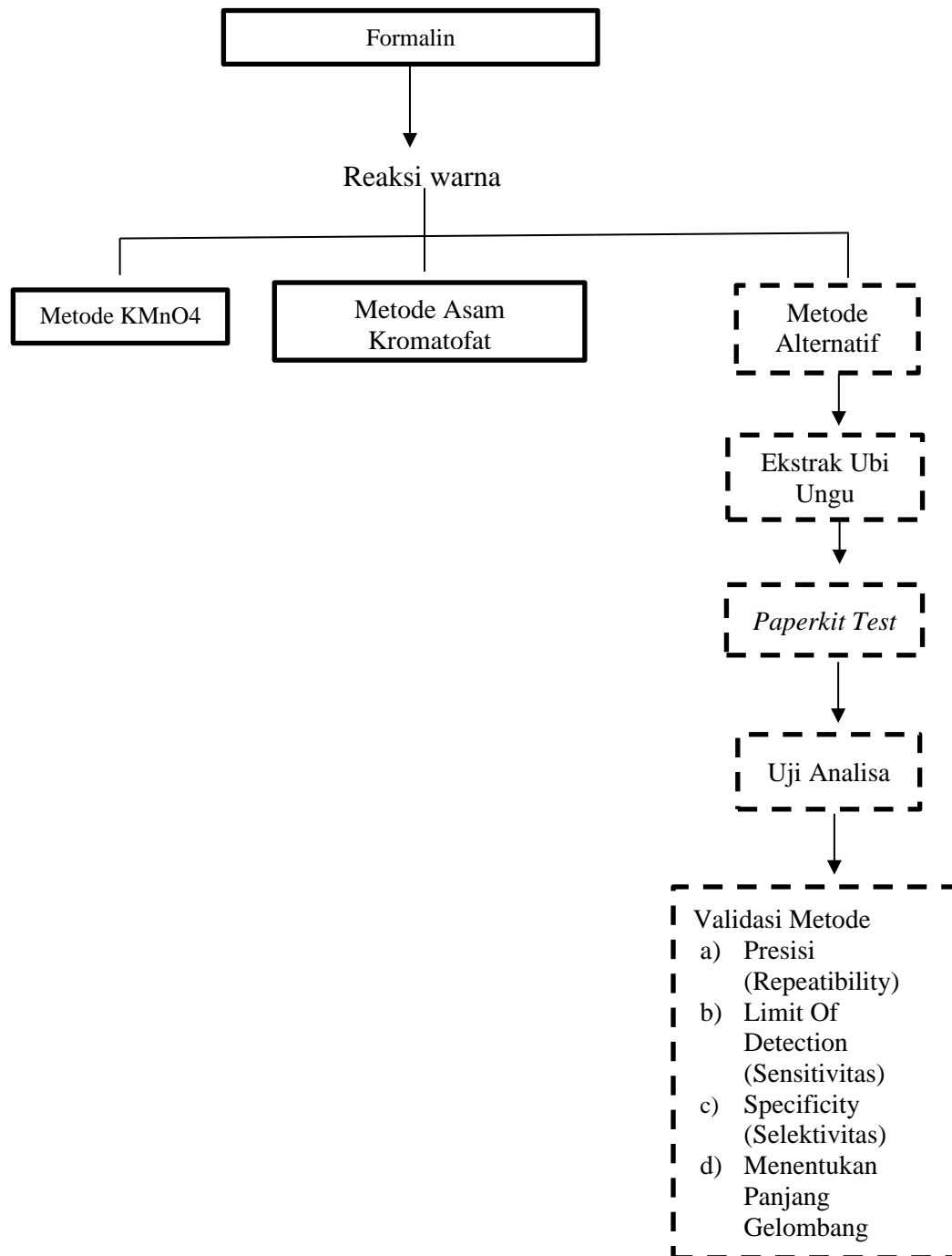
c) Uji *Specificity* (Selektivitas) *PaperKit*

Uji selektivitas adalah suatu cara untuk mengukur kemampuansuatu pereaksi yang hanya mengukur zat tertentu saja secara cermat dan seksama dengan adanya komponen lain yang mungkin ada

dalam matriks sampel (Susanti, 2010). Perubahan warna hanya terjadi pada formalin dan tidak terjadi perubahan warna pada zat lain yang bukan formalin.

Uji ini dilakukan dengan cara menyiapkan larutan pembanding seperti aquadest dan boraks untuk mengetahui apakah *paperkit* juga mendeteksi di larutan pembanding. Interpretasi hasil yang diharapkan adalah *paperkit* hanya mendeteksi formalin.

B. Kerangka Teori



Ket:

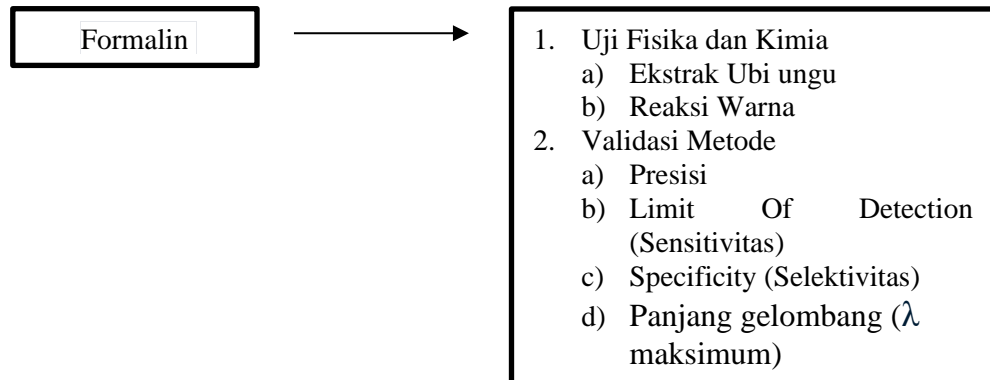
———— : Tidak Dikerjakan

----- : Dikerjakan

C. Kerangka Konsep

Variabel Bebas

Variabel Terikat



D. Hipotesis

Ho : *Paper test kit* berbasis ekstrak ubi ungu tidak dapat digunakan dan tidak efektif untuk mendeteksi keberadaan formalin dalam makanan.

H1 : *Paper test kit* berbasis ekstrak ubi ungu dapat digunakan secara efektif untuk mendeteksi keberadaan formalin dalam makanan.