

**PENENTUAN KADAR FORMALDEHIDA DALAM PAKAIAN BAYI YANG  
BEREDAR DI BANDAR LAMPUNG MENGGUNAKAN  
SPEKTROFOTOMETER UV-VIS**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**SITI RAFERA  
2017011049**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2024**

## **ABSTRAK**

### **PENENTUAN KADAR FORMALDEHIDA DALAM PAKAIAN BAYI YANG BEREDAR DI BANDAR LAMPUNG MENGGUNAKAN SPEKTROFOTOMETER UV-VIS**

**Oleh**

**Siti Rafera**

Pada penelitian ini telah dilakukan penentuan kadar formaldehida dalam pakaian bayi menggunakan spektrofotometer UV-*Vis*. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan optimasi panjang gelombang maksimum, optimasi waktu kestabilan larutan formaldehida, melakukan verifikasi metode analisis dan menentukan kadar formaldehida dalam pakaian bayi yang beredar di Bandar Lampung. Pakaian bayi diambil dari 5 (lima) lokasi pasar dengan mengambil tiga sampel dari setiap lokasi. Preparasi sampel dilakukan dengan metode ekstraksi air sesuai dengan metode SNI ISO 14184-1:2015. Filtrat yang diperoleh ditambahkan dengan pereaksi Nash dan dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-*Vis*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa optimasi panjang gelombang maksimum berada pada rentang 411-412 nm dan optimasi waktu kestabilan didapatkan absorbansi stabil dengan rentang waktu 0-45 menit dengan nilai absorbansi yaitu 0,32. Hasil pengujian verifikasi metode telah memenuhi syarat keberterimaan dengan tingkat linieritas yang baik yaitu nilai koefisien korelasi mencapai 0,9989. Nilai presisi yang diperoleh menunjukkan RSD (1,36%) lebih kecil dari 2/3 CV Hortwitz (4,63%). Nilai %*recovery* sebesar 85,62%. Batas deteksi dan batas kuantifikasi diperoleh nilai sebesar 0,228 mg/L dan 0,762 mg/L. Hasil pengujian menyatakan tidak terdeteksinya formaldehida pada seluruh sampel pakaian bayi. Hal ini menunjukkan bahwa pakaian bayi yang beredar di Bandar Lampung telah memenuhi standar mutu yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI).

Kata kunci : Verifikasi metode, analisis, formaldehida, Spektrofotometer UV-*Vis*.

## **ABSTRACT**

### **DETERMINATION OF FORMALDEHYDE LEVELS IN BABY CLOTHES CIRCULATING IN BANDAR LAMPUNG CITY USING UV-VIS SPECTROPHOTOMETER**

**By**

**Siti Rafera**

In this research, formaldehyde levels in baby clothing were determined using a UV-Vis Spectrophotometer. This research aims to optimize the maximum wavelength, to optimize the stability time of the formaldehyde solution, to verify the analytical method, and to determine the level of formaldehyde in baby clothes circulating in Bandar Lampung. Baby clothing were collected in 5 (five) markets, by taking three samples from each market. Sample preparation was carried out by the water extraction method in accordance with the SNI ISO 14184-1:2015 method. The filtrate obtained was added to Nash reagent and analyzed using a UV-Vis spectrophotometer. The results demonstrated that the optimum wavelength was in the range of 411-412 nm, and the optimization of stability time obtained stable absorbance with a time range of 0-45 minutes with an absorbance value of 0.33. The method verification test results acceptance requirements with a good level of linearity, namely the correlation coefficient value reaching 0.9989. The precision value obtained shows RSD (1.36%) is smaller than  $2/3$  CV Hortwitz (4.63%). The recovery value was 85.62%. The limit of detection and limit of quantification obtained values of 0.228 mg/L and 0.762 mg/L, respectively. The results show that formaldehyde is not detected in the entire sample, which indicates that the baby clothes circulating in Bandar Lampung comply with the quality standards set by the Indonesian National Standards (SNI).

**Keywords** : Method verification, analysis, formaldehyde, UV-Vis Spectrophotometer.

**PENENTUAN KADAR FORMALDEHIDA DALAM PAKAIAN BAYI YANG  
BEREDAR DI BANDAR LAMPUNG MENGGUNAKAN  
SPEKTROFOTOMETER UV-VIS**

**Oleh**

**Siti Rafera**

**Skripsi**

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
**SARJANA SAINS**

Pada

Jurusan Kimia  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Lampung



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2024**

Judul : **PENENTUAN KADAR FORMALDEHIDA  
DALAM PAKAIAN BAYI YANG BEREDAR DI  
BANDAR LAMPUNG MENGGUNAKAN  
SPEKTROFOTOMETER UV-VIS**

Nama Mahasiswa : **Siti Rafera**

Nomor Pokok Mahasiswa : 2017011049

Jurusan : Kimia

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



1. Komisi Pembimbing

**Prof. Dr. Drs. Hardoko Insan Qudus, SU.**  
NIP. 196102031987031002

**Noviana Kus Yuniati, S.T., M.App.Ec.**  
NIP. 198306082008012006

2. Ketua Jurusan Kimia

**Dr. Mita Rilyanti, M.Si.**  
NIP. 197205302000032001

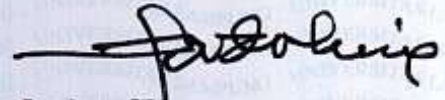


**MENGESAHKAN**

1. Tim Penguji

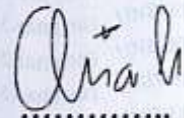
Ketua

: **Prof. Dr. Drs. Hardoko Insan Qudus, SU** .....



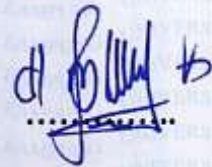
Sekretaris

: **Noviana Kus Yuniati, S.T., M. App. Ec.** .....



Penguji  
Bukan Pembimbing

: **Dr. Mita Rilyanti, M.Si.**



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.**  
NIP. 197110012005011002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **12 November 2024**

## PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Siti Rafera  
Nomor Pokok Mahasiswa : 2017011049  
Jurusan : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

Menyatakan dengan sebenar-benarnya dan sesungguhnya, bahwa skripsi saya yang berjudul "**Penentuan Kadar Formaldehida Dalam Pakaian Bayi Yang Beredar di Bandar Lampung Menggunakan Spektrofometer UV-Vis**" adalah benar karya saya sendiri, baik gagasan, hasil dan analisisnya. Saya tidak keberatan jika data dalam skripsi ini digunakan oleh dosen atau program studi untuk kepentingan publikasi sesuai dengan kesepakatan sebelum dilakukan publikasi.

Bandar Lampung, 12 November 2024  
Menyatakan



Siti Rafera  
NPM 2017011049

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis bernama Siti Rafera, yang dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 24 Februari 2003. Penulis merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara, putri dari pasangan Bapak Rasman dan Ibu Heryanti. Penulis menyelesaikan pendidikan di TK Negeri 1 Pembina dan lulus pada tahun 2008. Setelah itu, penulis melanjutkan pendidikan di SD Negeri 1 Tanjung Gading dan lulus pada tahun 2014. Selanjutnya, penulis bersekolah di SMP PGRI 1 Bandar Lampung dan lulus pada tahun 2017. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan di SMK SMTI Bandar Lampung dengan jurusan Analisis Pengujian Laboratorium dan lulus pada tahun 2020. Pada tahun yang sama, penulis terdaftar sebagai mahasiswa program studi Kimia jenjang Strata 1 di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung, melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menempuh pendidikan sarjana, penulis aktif berpartisipasi dalam berbagai organisasi. Keterlibatan dalam organisasi dimulai sebagai anggota Kader Muda Himaki (KAMI) FMIPA Unila pada tahun 2020, dilanjutkan sebagai anggota Biro Penerbitan Himaki FMIPA Unila pada tahun 2021, anggota Biro Kesekretariatan Himaki FMIPA Unila pada tahun 2022, anggota Bidang Usaha KOPMA Unila pada tahun 2022, serta pengurus Gugus Fakultas MIPA Bidang Bisnis dan Kemitraan KOPMA Unila pada tahun 2022. Pada tahun 2023, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) tematik di Desa Sumber Agung, Kecamatan Suoh, Kabupaten Lampung Barat. Pada tahun yang sama, penulis juga melakukan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Laboratorium Kendali Produk, PT Bukit Asam Tbk., Unit Pelabuhan Tarahan, serta berkesempatan mengikuti program Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) Riset di Balai Pengujian Mutu Barang (BPMB), Direktorat Standarisasi dan Pengendalian Mutu, Kementerian Perdagangan, Jakarta Timur.



## MOTTO

“Memahami dunia sebagaimana adanya, bukan sebagaimana seharusnya, adalah awal dari kebijaksanaan.”

(Bertrand Russell)

“Kemuliaan terbesar kita bukanlah karena tidak pernah jatuh, tetapi bangkit setiap kali kita jatuh.”

(Confusius)

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah nasib suatu kaum sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri.”

(QS. Ar-Ra'd : 11)

“Kekuatan dan pertumbuhan hanya datang melalui usaha serta perjuangan yang berkelanjutan.”

(Napoleon Hill)

“Boleh jadi kamu tidak menyukai sesuatu padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi (pula) kamu menyukai sesuatu padahal ia amat tidak baik bagimu. Allah mengetahui, sedangkan kamu tidak mengetahui”

(QS. Al-Baqarah : 216)

## **PERSEMBAHAN**

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, karunia, dan hidayahnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Dengan penuh rasa syukur, karya sederhana ini penulis persembahkan kepada :

Ayah dan Ibu tercinta yang telah memberikan cinta, kasih sayang, doa, dukungan dan menemani setiap langkah penulis.

Keluarga besar penulis yang selalu memberikan semangat, bimbingan, nasehat, dukungan dan motivasi kepada penulis.

Bapak Prof. Dr. Drs. Hardoko Insan Qudus, SU., Ibu Noviana Kus Yuniati, S.T., M.Si., M.App. Ec., dan Ibu Dr. Mita Rilyanti, M.Si. yang telah membimbing, mendidik, memotivasi, dan memberikan ilmu yang berharga kepada penulis selama proses pendidikan dan penelitian.

Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung, yang telah mengajar, memotivasi dan membimbing penulis selama masa perkuliahan.

Teman-teman seperjuangan yang telah menjadi teman diskusi, memberikan dukungan, semangat, bantuan, dan motivasi kepada penulis.

Almamater tercinta  
Universitas Lampung

## SANWACANA

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Penentuan Kadar Formaldehida Dalam Pakaian Bayi Yang Beredar di Bandar Lampung Menggunakan Spektrofometer UV-Vis”** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

Skripsi ini dapat disusun dengan baik berkat bantuan dari berbagai pihak yang telah memberikan arahan, bimbingan, dukungan, serta motivasi kepada penulis. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Drs. Hardoko Insan Qudus, SU., selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan, motivasi, nasehat dan memberikan ilmu pengetahuan serta saran kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Ibu Noviana Kus Yuniati, S.T., M.Si., M.App. Ec., selaku pembimbing II dan Manajer Teknis Laboratorium Kimia Industri, Balai Pengujian Mutu Barang, Direktorat Standarisasi Kementerian Perdagangan yang telah membimbing, meluangkan waktu, memberikan arahan, ilmu pengetahuan, serta saran kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
3. Ibu Dr. Mita Rilyanti, M.Si., selaku dosen pembahas dan ketua jurusan Kimia FMIPA Universitas Lampung yang telah membimbing, memberikan saran, nasehat, dan motivasi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Dr. Sonny Widiarto, S.Si., M.Sc., selaku dosen pembimbing akademik yang senantiasa membimbing, memberikan arahan dan memotivasi penulis

sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

5. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
6. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Kimia FMIPA Universitas Lampung yang telah mengajar, memotivasi dan membimbing penulis selama masa perkuliahan.
7. Ibu Rukaiyyah, S.Tp., M.E., selaku Kepala Balai Pengujian Mutu Barang, Direktorat Standarisasi Kementerian Perdagangan.
8. Bapak Yudhitia Imananda, A.Md.Si. dan Ibu Safira Fariza, A.Md.Si., selaku staf Laboratorium Kimia Industri, Balai Pengujian Mutu Barang, Direktorat Standarisasi Kementerian Perdagangan yang telah memberikan bimbingan, arahan, saran dan bantuan kepada penulis dalam melaksanakan penelitian.
9. Seluruh staf administrasi dan pegawai di lingkungan Jurusan Kimia, Dekanat FMIPA, serta Universitas Lampung yang senantiasa memberikan bantuan, dukungan dan pelayanan yang sangat memudahkan dalam masa perkuliahan sehingga dapat terselesaikan dengan baik.
10. Kedua orang tua penulis, Bapak Rasman dan Ibu Heryanti yang telah membimbing, memberikan dukungan, kasih sayang, dan doa yang tiada henti kepada penulis sehingga menjadi motivasi bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
11. Kakak penulis yaitu Muhammad Herfan, Muhammad Herfi dan Catur Septiana yang telah memberikan semangat, nasehat, dukungan dan motivasi kepada penulis.
12. Sahabat-sahabat penulis yaitu Dinda Amelia, Ayu Febrina Mutiara Ad'ha, dan Siyam Safitri yang selalu memberikan semangat, meluangkan waktu untuk berbagi cerita dan memberikan dukungan kepada penulis.
13. Teman seperjuangan di jurusan Kimia FMIPA Unila yaitu Mella Oktavia dan Senna Febriyanti yang telah memberikan dukungan dan bantuan kepada penulis di dalam proses perkuliahan.
14. Teman seperbimbingan yaitu Annisa Sisi Yani yang telah memberikan semangat dan memberikan motivasi kepada penulis.
15. Teman-teman penulis yaitu Rindi Rachmawati dan Putri Agustin yang telah memberikan semangat dan memberikan motivasi kepada penulis.

16. Teman-teman Jurusan Kimia angkatan 2020.
17. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan motivasi kepada penulis, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Segala kesalahan dan kekurangan yang ada dalam skripsi ini diharapkan dapat dimaklumi. Semoga skripsi ini dapat memberikan kontribusi positif dan bermanfaat bagi pembaca.

Bandar Lampung, 12 November 2024

Penulis,



Siti Rafera



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvii
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	3
1.3 Manfaat Penelitian .....	4
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1 Pakaian Bayi.....	5
2.2 Formaldehida .....	6
2.3 Sifat Fisika dan Kimia .....	6
2.4 Fungsi Formaldehida.....	7
2.5 Dampak Terpapar Formaldehida .....	8
2.6 Penentuan Formaldehida.....	8
2.6.1 Spektrofotometer UV-Vis .....	8
2.6.2 Pereaksi Nash.....	12
2.7 Verifikasi Metode .....	13
2.7.1 Linieritas .....	13
2.7.3 Presisi.....	14
2.7.2 Akurasi.....	15
2.7.4 <i>Limit of Detection</i> (LOD) dan <i>Limit of Quantification</i> (LOQ) .....	16
<b>III. METODE PENELITIAN</b> .....	18
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	18
3.2 Alat dan Bahan .....	18
3.3 Prosedur Penelitian.....	18
3.3.1 Pengumpulan Sampel.....	18
3.3.2 Pembuatan Larutan .....	19
3.3.3 Ekstraksi Formaldehida dalam Sampel .....	19
3.3.4. Optimasi Formaldehida dengan Pereaksi Nash .....	20
3.3.5 Verifikasi Metode .....	20
3.3.6 Penentuan Kadar Formaldehida dalam Sampel Pakaian Bayi.....	22

<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	23
4.1 Standarisasi Larutan Induk Formaldehida .....	23
4.2 Optimasi Formaldehida Dengan Pereaksi Nash .....	23
4.2.1 Optimasi Panjang Gelombang .....	23
4.2.2 Optimasi Waktu Kestabilan .....	24
4.3 Verifikasi metode.....	26
4.3.1 Linieritas .....	26
4.3.2 Presisi .....	27
4.3.3 Akurasi .....	27
4.3.4 <i>Limit of Detection</i> (LoD) dan <i>Limit of Quantitation</i> (LoQ).....	28
4.4 Penentuan Kadar Formaldehida dalam Sampel Pakaian Bayi .....	29
<b>V. SIMPULAN DAN SARAN</b> .....	33
5.1 Simpulan .....	33
5.2 Saran .....	33
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	35
<b>LAMPIRAN</b> .....	40

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Syarat Mutu Zat Warna Azo, Formaldehida dan Logam Terekstraksi .....	6
2. Sifat Fisika dan Kimia Formaldehida .....	7
3. Spektrum Sinar Tampak dan Warna-Warna Komplementer .....	10
4. Batas Keberterimaan Persen <i>Recovery</i> .....	16
5. Hasil Titrasi Pembakuan Formaldehida .....	23
6. Data Optimasi Waktu Kestabilan .....	25
7. Hasil Uji Presisi Sampel Pakaian Bayi .....	27
8. Hasil Uji Akurasi Sampel Pakaian Bayi .....	28
9. Hasil Uji LoD dan LoQ .....	29
10. Data Hasil Penentuan Kadar Formaldehida dalam Sampel Pakaian Bayi .....	30
11. Data Uji Linieritas .....	48
12. Data Penimbangan dan Absorbansi Uji Akurasi .....	49
13. Data Hasil Uji Presisi Sampel Pakaian Bayi .....	50
14. Data Penimbangan dan Absorbansi Uji Akurasi .....	50
15. Data Uji Akurasi Sampel Pakaian Bayi .....	50
16. Data Hasil Uji LoD dan LoQ .....	51
17. Data Analisis Sampel Pasar Tugu (A) .....	55
18. Data Analisis Sampel Pasar Bambu Kuning (B) .....	55
19. Data Analisis Sampel Pasar Tengah (C) .....	55
20. Data Analisis Sampel Pasar Way Halim (D) .....	55
21. Data Analisis Sampel Pasar Panjang (E) .....	56

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Struktur Formaldehida .....	6
2. Reaksi Formaldehida dalam Air .....	7
3. Diagram Alat Spektrofotometer UV-Vis.....	9
4. Reaksi Formaldehida dan Pereaksi Nash .....	12
5. Hasil Optimasi Panjang Gelombang Maksimum.....	24
6. Kurva Optimasi Waktu Kestabilan. ....	25
7. Kurva Regresi Linieritas Formaldehida .....	26
8. Hasil Standarisasi Larutan Induk Formaldehida .....	42
9. Preparasi Larutan Standar Uji Linieritas.....	47
10. Kurva Regresi Linieritas. ....	48

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara dengan jumlah penduduk yang sangat padat, hal tersebut dipengaruhi oleh angka kelahiran yang terus meningkat. Semakin meningkatnya angka kelahiran maka kebutuhan akan pakaian bayi semakin meningkat. Pakaian bayi merupakan pakaian yang terbuat dari kain tenun dan kain rajut dari berbagai jenis serat yang digunakan untuk bayi sampai dengan usia hingga tiga tahun. Kondisi tubuh bayi dengan rentang usia satu hingga tiga tahun diakui masih rentan dan disadari harus dilindungi dari zat kimia berbahaya seperti formaldehida (Kamal and Nawiswari, 2019).

Formaldehida merupakan senyawa kimia golongan aldehida dengan rumus molekul  $\text{CH}_2\text{O}$ . Senyawa ini terbentuk melalui reaksi oksidasi katalitik pada metanol atau pembakaran hidrokarbon yang tidak sempurna dan bersifat reaktif (Handayani dan Mutiara, 2020). Formaldehida banyak digunakan pada tekstil untuk mencegah penyusutan, kerutan dan meningkatkan kekuatan pada kain. Pakaian yang mengandung formaldehida berlebih jika berinteraksi dengan kulit secara langsung dapat menimbulkan masalah kesehatan kulit seperti dermatitis, alergi, eksim, dan sensitisasi (Herrero *et al.*, 2022). Selain itu, penggunaan formaldehida pada tekstil dapat menyebabkan pelepasan gas formaldehida ke udara. Paparan inhalasi kronis pada formaldehida dapat menyebabkan kanker (Oktaviani dkk., 2021).

Mengingat potensi bahaya yang ditimbulkan oleh formaldehida, pemerintah Indonesia telah menetapkan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang wajib diterapkan pada pakaian bayi untuk memastikan bahwa produk tersebut memenuhi standar keamanan, kesehatan, dan perlindungan konsumen. Ketentuan



ini diatur dalam Peraturan Menteri Perindustrian Nomor 07/M-IND/PER/1/2014 yang mengatur persyaratan terkait zat warna azo, kadar formaldehida, dan kadar logam terekstraksi dalam kain yang digunakan untuk pakaian bayi secara wajib (Wahyuni dkk., 2020). Menurut standar ini, kadar formaldehida dalam pakaian bayi harus kurang dari 20 mg/kg. Dengan diterapkannya peraturan tersebut, seluruh pakaian bayi yang beredar di Indonesia baik yang diimpor maupun yang diproduksi secara domestik diwajibkan untuk memenuhi kriteria mutu yang telah ditetapkan (BSN, 2015). Oleh karena itu, untuk memastikan kepatuhan terhadap persyaratan mutu tersebut, diperlukan analisis yang cermat terhadap pakaian bayi.

Analisis kandungan formaldehida dalam pakaian bayi dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa metode yaitu metode kolorimetri (Altshuller *et al.*, 1961), spektrofotometer UV-Vis (Wang *et al.*, 2007), Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (Li *et al.*, 2007), dan Kromatografi Gas (Bianchi *et al.*, 2007). Penentuan secara Kromatografi Gas dan Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT) memerlukan instrumentasi yang relatif mahal dan rumit. Selain itu, dibutuhkan proses derivatisasi menggunakan zat penderivat yang mahal sehingga tidak cocok untuk penentuan rutin. Dengan demikian, diperlukan metode penentuan yang lebih sederhana, cepat, ekonomis, dan sensitif (Suryadi dkk., 2010).

Metode spektrofotometri UV-Vis menjadi alternatif yang dapat diterapkan untuk menentukan kadar formaldehida dalam pakaian bayi. Penggunaan metode Spektrofotometri UV-Vis didasarkan pada kemudahan pengoperasiannya, memiliki waktu penentuan yang lebih singkat, dan biaya yang lebih murah daripada instrumentasi lainnya (Arifiyana dkk., 2019). Metode ini juga memberikan cara yang sederhana untuk menentukan jumlah zat dalam konsentrasi yang sangat kecil. Selain itu, hasil yang diperoleh cukup akurat, karena angka yang terbaca langsung dicatat oleh detektor dan dapat dipresentasikan dalam bentuk angka digital maupun grafik yang telah diregresikan (Yahya, 2013). Pada penetapan kadar formaldehida menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis formaldehida tidak dapat diukur secara langsung karena senyawa ini tidak memiliki gugus kromofor (Sari dkk., 2016). Oleh karena itu, diperlukan penambahan pereaksi untuk membentuk senyawa yang memiliki kemampuan

menyerap cahaya pada panjang gelombang UV-Vis (Umbingo dkk., 2015). Pereaksi yang umum digunakan yaitu pereaksi Nash, asam kromatofat, dan schryver. Pereaksi Nash merupakan pereaksi warna yang paling baik bila dibandingkan dengan pereaksi asam kromatofat dan pereaksi schryver karena mampu mendeteksi formaldehida dalam konsentrasi yang kecil pada sampel (Suryadi dkk., 2010).

Penentuan kadar formaldehida pada pakaian bayi menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis dengan pereaksi Nash mengacu pada metode SNI ISO 14184-1:2015. Untuk memastikan keakuratan dan keandalan hasil analisis, metode standar tersebut harus melalui proses verifikasi, sesuai dengan ketentuan sistem manajemen mutu yang ditetapkan dalam ISO/IEC 17025:2017. Verifikasi metode merupakan peninjauan ulang yang bertujuan untuk memastikan bahwa metode atau prosedur penentuan yang digunakan telah memenuhi standar yang ditetapkan dan membuktikan bahwa laboratorium yang bersangkutan mampu melakukan pengujian dengan metode tersebut dan menghasilkan hasil data yang valid. Selain itu, hasil dari verifikasi metode penentuan dapat menjadi indikator kualitas, reliabilitas, dan konsistensi hasil penentuan (Riyanto, 2016).

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dilakukan penelitian mengenai verifikasi metode dan penentuan kadar formaldehida dalam pakaian bayi yang beredar di Bandar Lampung dengan metode SNI ISO 14184-1:2015 menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Verifikasi metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi uji linieritas, presisi, akurasi, *Limit of Detection (LoD)*, dan *Limit of Quantification (LoQ)*.

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Melakukan optimasi panjang gelombang dan optimasi waktu kestabilan larutan formaldehida dengan pereaksi Nash.
2. Melakukan verifikasi metode pengujian kadar formaldehida dalam pakaian bayi menggunakan spektrofotometer UV-Vis yang meliputi linieritas, presisi,

akurasi, *Limit of Detection* (LoD), dan *Limit of Quantification* (LoQ).

3. Menentukan kadar formaldehida dalam pakaian bayi yang beredar di Bandar Lampung.

### **1.3 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini yaitu untuk memberikan informasi mengenai hasil verifikasi metode penentuan kadar formaldehida dan penentuan kadar formaldehida dalam sampel pakaian bayi yang beredar di Bandar Lampung dengan metode SNI ISO 14184-1:2015.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pakaian Bayi

Pakaian merupakan produk yang terbuat dari serat alam maupun serat sintesis yang dipintal menjadi benang-benang, kemudian diolah menjadi kain. Pakaian bayi merupakan pakaian yang terbuat dari kain tenun dan kain rajut dari berbagai jenis serat yang digunakan untuk bayi sampai dengan usia 3 tahun (Suhendra dkk., 2021). Pakaian berfungsi sebagai pelindung tubuh manusia dari paparan yang berpotensi merusak seperti sinar matahari, angin, hujan, dan kondisi cuaca lainnya (Amalia dan Suwasono, 2015). Dalam industri tekstil, berbagai bahan kimia digunakan untuk meningkatkan efisiensi proses pembuatan pakaian. Bahan-bahan ini termasuk logam, pereduksi nyala api, pestisida, pewarna, dan plastisizer, yang digunakan untuk menambah sifat-sifat baru pada kain seperti antimikroba, tahan air, tahan api, dan ketahanan warna (Herrero et al., 2022).

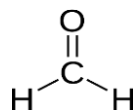
Pakaian erat kaitannya dengan kulit. Kulit bayi yang relatif tipis menyebabkan bayi lebih rentan terhadap infeksi, iritasi dan alergi (Nurbaeti, 2017). Oleh karena itu, pakaian bayi harus memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) yang telah ditetapkan yaitu kandungan zat warna azo, kadar logam terekstraksi dan kadar formaldehida yang terkendali. Kandungan zat kimia berbahaya ini memiliki potensi untuk menyebabkan gangguan kesehatan pada bayi seperti iritasi, mutagenik dan sifat karsinogenik yang dapat menghambat pertumbuhan bayi (Wahyuni dkk., 2020). Persyaratan mengenai kandungan zat warna azo, kadar formaldehida dan kadar logam terekstraksi untuk kain pada pakaian bayi sesuai ketentuan yang tercantum dalam SNI 7617:2013/Amd-1:2014, dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Syarat Mutu Zat Warna Azo, Kadar Formaldehida dan Kadar Logam Terekstraksi Pada Pakaian Bayi (BSN, 2015)

Jenis Uji	Persyaratan	Keterangan
Zat warna azo karsinogen	Tidak digunakan	Bila kurang dari 20 mg/kg dilaporkan "Tidak Digunakan"
Kadar formaldehida	Tidak terdeteksi	Bila kurang dari 20 mg/kg dilaporkan "Tidak Terdeteksi"
Cd (kadmium)	0,1 mg/kg	Maksimum
Cu (tembaga)	25 mg/kg	Maksimum
Pb (timbal)	0,2 mg/kg	Maksimum
Ni (nikel)	1,0 mg/kg	Maksimum

## 2.2 Formaldehida

Formaldehida merupakan senyawa kimia golongan aldehida yang memiliki rumus molekul CH<sub>2</sub>O. Formaldehida terbentuk dari oksidasi metanol atau pembakaran hidrokarbon yang tidak sempurna (Handayani dan Mutiara, 2020).



**Gambar 1.** Struktur Formaldehida (Subasi, 2020).

Larutan formaldehida mengandung sekitar 34-38% b/b formaldehida dan metil alkohol (metanol) yang digunakan sebagai stabilisator untuk menghambat proses polimerisasi formaldehida menjadi bentuk padat yang disebut paraformaldehida (Lena dkk., 2017). Bentuk cair formaldehida yang dihasilkan melalui oksidasi metanol, umumnya dinyatakan dalam milliliter (mL), sedangkan bentuk gas dinyatakan dalam bagian perjuta (mg/L) (Inci *et al.*, 2013).

## 2.3 Sifat Fisika dan Kimia

Formaldehida adalah zat yang sangat reaktif karena sifat elektrofiliknya yang kuat, dan dapat berubah dari padat atau cair menjadi gas pada suhu kamar (Inci *et al.*, 2013). Formaldehida memiliki berat molekul rendah, tidak berwarna, memiliki bau yang menyengat, mudah terbakar, mengiritasi, dan beracun. Formaldehida

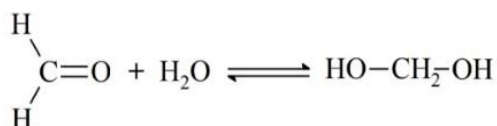


terurai pada suhu di atas 150 °C menjadi metanol dan karbon monoksida. Selain itu, mudah terfotooksidasi menjadi karbon dioksida di bawah sinar matahari. Formaldehida larut dalam pelarut polar seperti air dan alkohol (Subasi, 2020). Sifat fisika dan kimia formaldehida dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Sifat Fisika dan Kimia Formaldehida (Subasi, 2020)

<b>Sifat Fisika dan Kimia Formaldehida (CH<sub>2</sub>O)</b>	
Nama IUPAC	Metanal
Nama Kimia	Formaldehida, metilen oksida, oksimetilen, metil aldehida, oksometana, aldehida format.
Rumus Kimia	CH <sub>2</sub> O
Berat Molekul	30,026 g/mol
Warna	Cairan bening dan tidak berwarna
Kepadatan	0,8125 g/cm <sup>3</sup> (-20 °C)
Titik Lebur	93-96 °C (pada konsentrasi 37%)
Titik Didih	-25 °C (pada konsentrasi 37%)

Formaldehida memiliki sifat mudah larut dalam air. Formaldehida dalam air akan membentuk (CH<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub>). Reaksi formaldehida dalam air dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Reaksi Formaldehida dalam Air (Damayanti dan Ikhsan, 2016).

Formaldehida mudah mengalami polimerisasi membentuk dua senyawa padat yaitu paraformaldehida dan trimer trioksana berbentuk siklis. Jika kedua senyawa padat tersebut dipanaskan maka akan terbentuk formaldehida (Damayanti dan Ikhsan, 2016).

## 2.4 Fungsi Formaldehida

Formaldehida dalam tekstil digunakan untuk meningkatkan ketahanan terhadap kerut dan kusut pada tekstil, serta membantu penyerapan warna ke dalam serat

kain secara lebih efisien (Nyamukamba *et al.*, 2020). Formaldehida juga digunakan sebagai agen pelindung wol, anti jamur, dan berperan sebagai bahan perekat silang dalam proses tahapan akhir pembuatan resin (Piccinini *et al.*, 2007).

## **2.5 Dampak Terpapar Formaldehida**

Paparan formaldehida dalam jangka panjang dapat menurunkan kekebalan tubuh manusia, yang selanjutnya dapat menyebabkan berbagai gangguan fungsi pernapasan dan kerusakan hati serta berujung pada kematian. Formaldehida termasuk ke dalam kelas 1 karsinogen yang diterbitkan oleh *World Health* Badan Internasional untuk penelitian kanker pada bulan oktober 2017 (Min *et al.*, 2023).

Risiko kesehatan akibat formaldehida tidak hanya tergantung pada konsentrasi zat tersebut, tetapi juga bergantung pada jalur dan waktu paparan. Inhalasi formaldehida dapat menyebabkan efek seperti mual akibat bau yang tajam, iritasi pada mata, hidung, dan tenggorokan, serta eksaserbasi asma. Paparan melalui saluran pencernaan dapat menginduksi nyeri yang disertai inflamasi, ulserasi, dan nekrosis pada mukosa. Selain itu, dapat terjadi muntah, hematemesis, diare, hematuria, anuria, vertigo, kejang, bahkan kematian (Reynolds, 1982). Paparan melalui kulit dapat menyebabkan dermatitis, eksim, alergi, sensitisasi dan peningkatan proliferasi sel pada melanoma (Herrero *et al.*, 2022).

## **2.6 Penentuan Formaldehida**

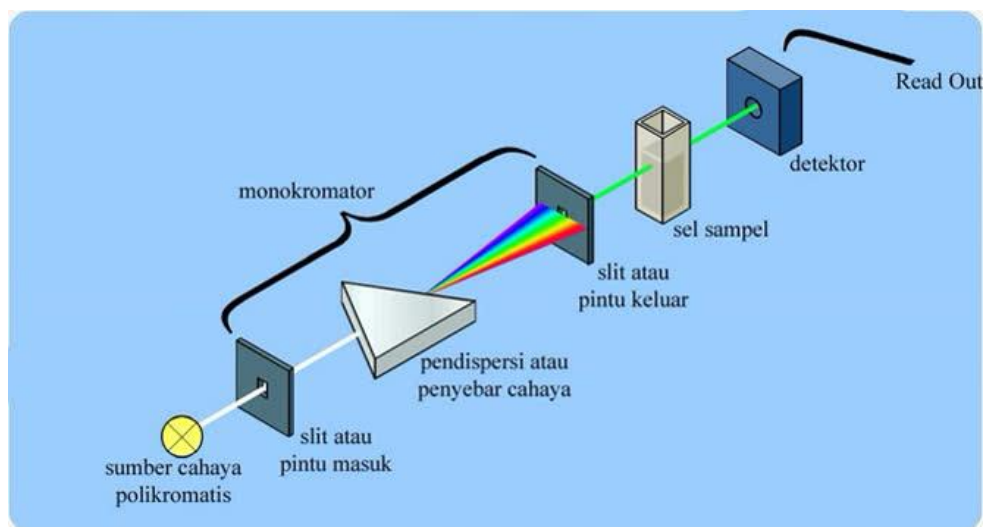
### **2.6.1 Spektrofotometer UV-Vis**

Spektrofotometri merupakan metode penentuan yang didasarkan pada pengukuran serapan sinar monokromatis oleh suatu lajur larutan berwarna pada panjang gelombang tertentu dengan memakai prisma ataupun kisi difraksi dengan detektor fototube. Fungsi dari spektrofotometer yaitu sebagai alat pengukur transmittan atau absorban suatu sampel pada panjang gelombang maksimum (Rohman, 2019). Prinsip kerja spektrofotometer didasarkan pada hukum Lambert-Beer, yaitu cahaya yang datang merupakan sinar polikromatis yang diubah menjadi sinar monokromatis melalui monokromator. Kemudian sinar tersebut diteruskan

melalui sel yang berisi sampel (larutan berwarna). Sebagian sinar akan diserap dan sebagian lainnya diteruskan ke fotosel yang berfungsi untuk mengubah energi cahaya menjadi energi listrik. Energi listrik akan memberikan sinyal pada detektor yang kemudian diubah menjadi nilai serapan absorbansi dari zat yang ditentukan. Besarnya sinar ( $A$ ) berbanding lurus dengan konsentrasi zat penyerap ( $C$ ) dan jarak yang ditempuh sinar ( $a$ ) dalam larutan ( $b$ ) (Miarti dan Legasari, 2022). Hukum Lambert Beer dapat dilihat pada Persamaan (1).

$$A = a.b.C \quad (1)$$

Spektrofotometer UV-Vis merupakan alat yang digunakan untuk mengukur penyerapan cahaya suatu senyawa dari rentang panjang gelombang ultraviolet 100-400 dan sinar tampak dengan rentang panjang gelombang 400-750 nm (Suhartati, 2017). Diagram alat spektrofotometer UV-Vis dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Diagram Alat Spektrofotometer UV-Vis (Suhartati, 2017).

Sinar *visible* atau cahaya tampak didefinisikan sebagai bagian dari spektrum gelombang elektromagnetik yang dapat dilihat secara langsung oleh mata manusia, yaitu daerah cahaya tampak berwarna (Christian, 2003). Cahaya tampak atau cahaya yang dapat dilihat dalam kehidupan sehari-hari disebut juga dengan warna komplementer. Spektrum *visible* dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Spektrum Sinar Tampak dan Warna-Warna Komplementer (Day dan Underwood, 2002)

Panjang Gelombang (nm)	Warna	Warna Komplementer
400-435	Ungu	Kuning-kehijauan
435-480	Biru	Kuning
480-490	Hijau-kebiruan	Oranye
490-500	Biru-kehijauan	Merah
500-560	Hijau	Ungu
560-580	Kuning-kehijauan	Violet
580-595	Kuning	Biru
595-610	Oranye	Hijau-kebiruan
610-750	Merah	Biru-kehijauan

Komponen-komponen utama dari spektrofotometer UV-Vis yaitu sumber radiasi, monokromator, sel sampel, dan detektor.

1. Sumber radiasi

Spektrofotometer UV-Vis menggunakan sumber cahaya lampu tungsten dan deuterium. Lampu deuterium digunakan untuk rentang panjang gelombang ultraviolet (UV) antara 160-375 nm, sedangkan lampu tungsten digunakan untuk rentang panjang gelombang *visible* antara 350-2500 nm (Munjanja and Sanganyado, 2015)

2. Monokromator

Monokromator berperan dalam proses perubahan cahaya polikromatik menjadi monokromatik dengan komponen utama berupa celah masuk, elemen dispersi, dan celah keluar. Cahaya yang dikeluarkan oleh monokromator memiliki satu panjang gelombang tunggal yang dikenal dengan istilah monokromatik (Munjanja and Sanganyado, 2015).

3. Sel sampel

Sel sampel, yang juga dikenal sebagai kuvet, digunakan sebagai wadah untuk menempatkan sampel yang hendak dianalisis. Kuvet terbuat dari berbagai jenis bahan seperti plastik, silika sintetik, dan kuarsa. Namun, kuvet plastik hanya efektif dalam menyerap cahaya dengan panjang gelombang di atas 300 nm, sementara kuarsa dan silika leburan lebih disukai karena kemampuannya menyerap cahaya pada panjang gelombang 190 nm. Panjang jalur kuvet yang

umum digunakan adalah 10 mm (Munjanja and Sanganyado, 2015).

#### 4. Detektor

Detektor dalam spektrofotometer berfungsi untuk mengkonversi energi cahaya menjadi energi listrik. Detektor yang baik memiliki respons linier yang tinggi di berbagai rentang dan sensitivitas yang optimal. Detektor dapat berbentuk tabung fotomultiplier atau tabung fotodioda (Munjanja and Sanganyado, 2015).

Senyawa yang dapat diukur serapannya dengan spektrofotometer UV-*Vis* adalah senyawa organik yang memiliki gugus kromofor dan auksokrom. Gugus kromofor adalah gugus fungsional tidak jenuh yang dapat menyerap cahaya pada rentang sinar tampak (Sari dkk., 2016).

Spektrofotometer UV-*Vis* dapat digunakan untuk mengidentifikasi struktur molekul senyawa organik ketika berinteraksi dengan sinar ultraviolet dan sinar tampak. Ketika molekul mengadsorpsi radiasi sinar ultraviolet dan sinar tampak dengan panjang gelombang tertentu, elektron dalam molekul akan mengalami transisi (tereksitasi) dari keadaan dasar ke tingkat energi yang lebih tinggi. Eksitasi ini akan dicatat dalam bentuk spektrum yang dinyatakan dengan panjang gelombang dan absorbansi. Semakin mudah elektron-elektron dalam molekul bereksitasi ke tingkat energi yang lebih tinggi, semakin panjang gelombang yang akan diserap dan semakin banyak elektron yang terlibat dalam proses eksitasi maka nilai absorbansi semakin besar (Suhartati, 2017).

Spektrofotometer UV-*Vis* dapat digunakan untuk menganalisis sampel berupa larutan, gas, atau uap. Pada umumnya sampel harus diubah terlebih dahulu menjadi suatu larutan yang jernih. Persyaratan pelarut yang dipakai yaitu harus melarutkan sampel dengan sempurna, pelarut yang dipakai tidak mengandung ikatan rangkap terkonjugasi pada struktur molekulnya dan tidak berwarna, tidak terjadi interaksi dengan molekul senyawa yang ditentukan dan memiliki kemurnian yang tinggi (Suhartati, 2017).





## **2.7 Verifikasi Metode**

Verifikasi metode adalah salah satu persyaratan dalam menerapkan sistem jaminan mutu ISO 17025:2005 di laboratorium pengujian. Verifikasi bertujuan untuk memastikan bahwa laboratorium telah memenuhi standar kompetensi dalam melakukan pengujian sampel dengan melakukan verifikasi metode dengan cermat, hasil penentuan yang akurat dapat dicapai sehingga dapat meningkatkan kepercayaan konsumen terhadap kinerja laboratorium tersebut (Asmariyani dan Sari, 2019).

Verifikasi merupakan suatu uji kinerja metode standar yang dikembangkan dan ditetapkan oleh suatu organisasi atau Badan Standardisasi Nasional suatu Negara. Metode standar ini diterima secara luas, misalnya : ISO, ASTM, BSN, SNI, dan lain sebagainya. Verifikasi ini dilakukan terhadap suatu metode standar sebelum diterapkan di laboratorium. Verifikasi sebuah metode bertujuan untuk membuktikan bahwa laboratorium yang bersangkutan mampu melakukan pengujian dengan metode tersebut dengan hasil yang valid. Selain itu, verifikasi metode bertujuan untuk membuktikan bahwa laboratorium memiliki data kinerja. Hal ini dikarenakan laboratorium yang berbeda memiliki kondisi dan kompetensi personil serta kemampuan peralatan yang berbeda. Sehingga kinerja antara satu laboratorium dengan laboratorium lainnya berbeda. Dalam verifikasi metode, kinerja yang akan diuji adalah keselektifan, seperti uji akurasi dan presisi (Utami, 2017).

### **2.7.1 Linieritas**

Linieritas merupakan kemampuan suatu metode penentuan untuk memberikan respons yang proporsional terhadap konsentrasi analit dalam sampel uji. Linieritas ditentukan berdasarkan nilai koefisien korelasi kurva regresi hasil pengukuran larutan standar. Linieritas yang baik memiliki nilai koefisien korelasi mendekati angka 1 (Pirdaus dkk.,2018).

Uji linieritas bertujuan untuk menentukan batas daerah kerja metode penentuan dari batas terendah dan tertinggi analit yang sudah ditentukan. Linieritas

dinyatakan dalam persamaan garis lurus dan koefisien korelasi. Koefisien korelasi ( $r$ ) dapat menunjukkan tingkat kecermatan, ketelitian dalam pembuatan deret standar. Persamaan garis lurus dapat ditetapkan dengan menggunakan Persamaan (2), nilai  $Y$  menunjukkan absorbansi sampel,  $a$  adalah intersep (perpotongan garis dengan sumbu  $y$ ),  $b$  adalah slope (kemiringan garis regresi), dan  $x$  menunjukkan konsentrasi sampel. Kelinieran kurva ditentukan dengan menghitung koefisien korelasi (Riyanto, 2016).

$$Y = a + bx \quad (2)$$

### 2.7.3 Presisi

Presisi merupakan indikator yang menunjukkan derajat kesesuaian antara hasil pengujian individual sesuai dengan rata-rata, jika prosedur diterapkan secara berulang pada sampel yang diambil dari campuran homogen (Harmita, 2004). Uji presisi dilakukan untuk mengevaluasi konsistensi hasil pengujian yang diulang pada sampel yang diuji dengan metode yang serupa, sehingga dapat menentukan keakuratan sistem dalam memberikan respons terhadap analit yang terdeteksi (Hazra dkk., 2014).

Presisi dapat dibagi menjadi dua kategori yaitu keterulangan (*repeatability*) dan ketertiruan (*reproducibility*). *Repeatability* merupakan nilai presisi yang diperoleh pada kondisi yang sama. Pengukuran dihasilkan oleh satu orang penentuan dalam satu periode tertentu, menggunakan sampel yang sama, pereaksi dan peralatan yang sama dalam laboratorium yang sama. Sedangkan ketertiruan (*reproducibility*) merupakan nilai presisi yang dihasilkan pada kondisi yang berbeda. Pengukuran dihasilkan dari analisis yang berbeda pada laboratorium yang sama atau sebaliknya (Utami, 2017).

Salah satu teknik yang digunakan untuk menentukan nilai presisi yaitu dengan teknik *repeatability*. Teknik *repeatability* dilakukan dengan beberapa pengulangan pada kondisi yang sama. Keberterimaan presisi dengan menggunakan teknik *repeatability* dinyatakan dengan persen simpangan baku relatif (%RSD) lebih

kecil dari persen standar deviasi Horwitz *repeatability* (%RSD Horwitz) (Pirdaus dkk., 2018). *Repeatability* diukur dengan menghitung *Relative Standard Deviation* atau simpangan baku relatif (RSD) dari beberapa ulangan sampel yang dilakukan. Dari nilai simpangan baku tersebut dapat dihitung nilai koefisien variasinya (CV). Nilai CV yang diperoleh dari ulangan pengujian sampel (RSD) dibandingkan dengan CV Horwitz. Syarat keberterimaan untuk *repeatability* adalah RSD yang terhitung dari pengulangan sampel harus kurang dari 2/3 dari nilai CV Horwitz. Perhitungan RSD dapat ditentukan dengan menggunakan Persamaan (4). SD adalah standar deviasi konsentrasi sampel yang dihasilkan dari ulangan pengujian dan  $\bar{X}_r$  adalah rata-rata konsentrasi replikasi pengujian.

$$(\text{RSD})_{\text{sampel}} = \frac{\text{SD}}{\bar{X}_r} \times 100 \quad (4)$$

Sedangkan perhitungan CV Horwitz dapat ditentukan dengan menggunakan Persamaan (5).

$$\text{CV}_{\text{Horwitz}} = 2^{1-0,5 \log c} \quad (5)$$

*Reproducibility* diukur dengan menghitung *Relative Standard Deviation* (RSD) dan CV Horwitz dari beberapa pengulangan sampel yang dilakukan dengan kondisi yang berbeda. Syarat keberterimaan untuk *reproducibility* adalah RSD yang terhitung dari pengulangan sampel harus kurang dari 2/3 dari nilai CV Horwitz (Utami, 2017).

### 2.7.2 Akurasi

Akurasi merupakan parameter yang mengindikasikan kedekatan hasil analisis dengan nilai kadar analit sebenarnya. Akurasi dinyatakan sebagai persen perolehan kembali (Harmita, 2004). Salah satu metode yang digunakan untuk menentukan parameter akurasi yaitu dengan teknik *spiked* atau persen perolehan kembali (%*Recovery*). Teknik *spiked* dilakukan dengan menambahkan larutan standar pada larutan sampel yang akan dianalisis untuk mengevaluasi/melihat pengaruh matriks sampel terhadap analit dari larutan standar (Pirdaus dkk., 2018).

Akurasi suatu metode dianggap baik jika persentase *recovery* masih berada dalam rentang yang ditetapkan (Harmono, 2020). Perhitungan %*Recovery* dapat ditetapkan dengan menggunakan Persamaan (3).

$$\%Recovery = \frac{([c]_{\text{sampel}+spike}) - [c]_{\text{sampel}}}{[c]_{\text{spike}}} \times 100\% \quad (3)$$

Rentang keberterimaan akurasi berdasarkan AOAC (*Association of Official Analytical Chemistry*) untuk setiap konsentrasi analit dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Batas Keberterimaan Persen *Recovery* (AOAC, 2016)

Unit	Rata-rata <i>recovery</i> (%)
100%	98-102
10%	98-102
1%	97-103
0,10%	95-105
100 ppm (mg/kg)	90-107
10 ppm (mg/kg)	80-110
1 ppm (mg/kg)	80-110
100 ppb (µg/kg)	80-110
10 ppb (µg/kg)	60-115
1 ppb (µg/kg)	40-120

#### 2.7.4 *Limit of Detection (LOD)* dan *Limit of Quantification (LOQ)*

*Limit of Detection (LoD)* merupakan jumlah terkecil analit dalam sampel uji yang dapat dideteksi dan memberikan respons yang signifikan dibandingkan dengan blanko. Apabila konsentrasi analit di bawah LoD maka sinyal yang ditangkap sepenuhnya yaitu *noise*. Sedangkan *Limit of Quantification (LoQ)* merupakan konsentrasi terendah dari analit yang terkandung dalam sampel yang dapat dikuantifikasi (Yaqin dkk., 2019). Penentuan batas kuantitasi dan deteksi dapat dilakukan dengan dua metode yaitu penentuan blanko dan perhitungan statistik menggunakan regresi linier. Penentuan blanko dilakukan dengan mengukur respons blanko beberapa kali pengulangan lalu dihitung simpangan baku respons blanko. Perhitungan dapat ditentukan dengan Persamaan (6).

$$Q = \frac{k \times S_b}{SI} \quad (6)$$

Q menunjukkan batas deteksi (LoD) dan batas kuantitasi (LoQ), k merupakan 3 untuk batas deteksi dan 10 untuk batas kuantitasi,  $S_b$  yaitu simpangan baku respons analitik dari blanko dan SI (slope) yaitu arah garis linear dari kurva antara respons terhadap konsentrasi (Harmita, 2004).

Penentuan batas kuantitasi dan deteksi dapat dihitung secara statistik melalui garis regresi linier dari kurva kalibrasi. Penentuan batas deteksi (LoQ) dapat ditentukan melalui Persamaan (7) dan penentuan batas kuantitasi (LoQ) dapat ditentukan melalui Persamaan (8).

$$LoD = \frac{3 Sy/x}{SI} \quad (7)$$

$$LoQ = \frac{10 Sy/x}{SI} \quad (8)$$

Dimana ( $sy/x$ ) merupakan simpangan baku residual, dan SI merupakan slope (b) dari persamaan regresi linier  $y = a + bx$  (Harmita, 2004).

## **III. METODE PENELITIAN**

### **3.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari hingga Juni 2024 di Laboratorium Kimia Analitik, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung dan Laboratorium Analisa Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

### **3.2 Alat dan Bahan**

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Spektrofotometer Genesys 10S UV-Vis, neraca analitik, labu ukur, buret, erlenmeyer, gelas kimia, botol semprot, corong kaca, penangas air, kertas saring, pipet volumetrik, penangas air, termometer, tabung reaksi, dan vorteks.

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah pakaian bayi, formaldehida, akuades, ammonium asetat, asam asetat glasial, asetilaseton, natrium sulfit, indikator timolftalein, dan asam sulfat.

### **3.3 Prosedur Penelitian**

#### **3.3.1 Pengumpulan Sampel**

Sampel pakaian bayi yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari lima lokasi pasar di Bandar Lampung yaitu Pasar Tugu, Pasar Bambu Kuning, Pasar Tengah, Pasar Way Halim, dan Pasar Panjang. Pengambilan sampel dilakukan dengan mengambil tiga sampel pakaian bayi dari setiap lokasi.

### **3.3.2 Pembuatan Larutan**

#### **3.3.2.1 Pembuatan dan Pembakuan Larutan Induk Formaldehida**

Pembuatan larutan induk formaldehida 1.500 mg/L dilakukan dengan melarutkan 0,81 mL larutan formaldehida 37% b/v menggunakan pelarut akuades ke dalam labu ukur 200 mL hingga tanda tera. Pembakuan larutan induk formaldehida dilakukan dengan memipet 50 mL natrium sulfat dalam labu erlenmeyer, kemudian ditambahkan dua tetes indikator timolftalein dan ditambahkan beberapa tetes asam sulfat 0,01 M hingga warna biru hilang. Lalu ditambahkan 10 mL larutan induk formaldehida kedalam labu (warna biru akan timbul kembali). Kemudian dititrasi dengan asam sulfat 0,01 M hingga warna biru hilang.

#### **3.3.2.1 Pembuatan Pereaksi Asetilaseton ( Pereaksi Nash)**

Pembuatan pereaksi asetilaseton dilakukan dengan melarutkan 150 g ammonium asetat dalam 800 mL akuades, ditambahkan 3 mL asam asetat glasial dan 2 mL asetilaseton dan dipindahkan kedalam labu ukur 1000 mL dan dilakukan pengenceran dengan akuades hingga tepat tanda batas dan dihomogenkan.

### **3.3.3 Ekstraksi Formaldehida dalam Sampel**

Sampel kain dipotong-potong kecil dan ditimbang sebanyak  $1 \text{ g} \pm 10 \text{ mg}$ . Potongan kain yang sudah ditimbang dimasukkan ke dalam erlenmeyer bertutup 100 mL, ditambahkan akuades hingga mencapai 100 mL, dan dipanaskan di penangas air pada suhu  $(40 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$  selama  $(60 \pm 5)$  menit. Erlenmeyer dikocok setiap 5 menit untuk memastikan sampel uji basah secara menyeluruh. Sampel yang telah diekstraksi disaring menggunakan kertas saring dan filtrat ditampung pada labu ukur 100 mL, ditambahkan akuades hingga tepat tanda batas dengan akuades dan dihomogenkan. Larutan ini siap ditentukan kadar formaldehida menggunakan pereaksi Nash.



### **3.3.4. Optimasi Formaldehida dengan Pereaksi Nash**

#### **3.3.4.1 Optimasi Panjang Gelombang**

Optimasi panjang gelombang maksimum formaldehida dilakukan dengan mengukur panjang gelombang larutan formaldehida dengan variasi konsentrasi 0,15; 0,30; 0,75; 1,5 ; 2,25; 3; 4,5 ; dan 6 mg/L, dengan cara dipipet 5 mL larutan formaldehida dan ditambahkan pereaksi asetil aseton (Nash) sebanyak 5 mL dalam tabung reaksi tertutup. Tabung reaksi tersebut dipanaskan di atas penangas air dengan suhu  $(40 \pm 2)$  °C selama  $(30 \pm 5)$  menit, kemudian didinginkan selama  $(30 \pm 5)$  menit. Ditentukan absorbansi larutan pada rentang panjang gelombang 400-600 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

#### **3.3.4.2 Optimasi Waktu Kestabilan**

Optimasi ini dilakukan pada salah satu larutan standar formaldehida dengan konsentrasi 3 mg/L yang dibuat sebanyak 50 mL. Kemudian larutan tersebut ditambahkan pereaksi Nash sebanyak 50 mL dan dihomogenkan. Campuran tersebut dipanaskan di atas penangas air dengan suhu  $(40 \pm 2)$  °C selama  $(30 \pm 5)$  menit, kemudian didinginkan selama  $(30 \pm 5)$  menit, lalu diukur absorbansi pada panjang gelombang maksimum (412 nm) setiap 5 menit selama 45 menit menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

### **3.3.5 Verifikasi Metode**

#### **3.3.5.1 Pembuatan Kurva Kalibrasi dan Uji Linieritas**

Larutan baku formaldehida dengan konsentrasi 1.500 mg/L dipipet 5 mL dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL. Ditambahkan akuades sampai tanda tera dan didapatkan konsentrasi 75 mg/L. Selanjutnya dibuat variasi konsentrasi 0,15; 0,30; 0,75; 1,5 ; 2,25; 3; 4,5 ; dan 6 mg/L. Standar formaldehida dipipet sebanyak 5 mL dari masing-masing konsentrasi formaldehida dan ditambahkan 5 mL pereaksi Nash ke dalam tabung reaksi tertutup. Setiap tabung reaksi dipanaskan dalam penangas air pada temperatur  $(40 \pm 2)$  °C selama  $(30 \pm 5)$  menit dan didinginkan pada suhu kamar  $(30 \pm 5)$  menit, kemudian diukur absorbansinya

menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 412 nm. Dari data absorbansi yang diperoleh dibuat persamaan regresi linier. Kelinieran kurva ditentukan dengan menghitung koefisien korelasi (Riyanto, 2016).

### 3.3.5.2 Akurasi

Penentuan akurasi dilakukan dengan teknik *spike* larutan standar formaldehida 3 mg/L yang direplikasikan 7 kali. Sampel yang telah dilakukan *spiking* larutan standar formaldehida 3 mg/L dipipet sebanyak 5 mL dalam tabung tertutup dan ditambahkan 5 mL pereaksi Nash. Kemudian dihomogenkan dengan vorteks, lalu dilakukan pemanasan di dalam penangas air pada temperatur  $(40 \pm 2)$  °C selama  $(30 \pm 5)$  menit dan didinginkan pada suhu kamar selama  $(30 \pm 5)$  menit. Diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 412 nm. Hasil pengukuran ditentukan konsentrasinya menggunakan persamaan regresi linier dan dilakukan perhitungan *%recovery*.

### 3.3.5.3 Presisi

Uji presisi dilakukan dengan metode *repeatability*. Penentuan dilakukan dengan *spiking* larutan standar formaldehida 3 mg/L yang direplikasikan 7 kali. Sampel dipipet sebanyak 5 mL dalam tabung tertutup dan ditambahkan 5 mL pereaksi Nash. Kemudian dihomogenkan dengan vorteks, lalu dilakukan pemanasan di dalam penangas air pada temperatur  $(40 \pm 2)$  °C selama  $(30 \pm 5)$  menit dan didinginkan pada suhu kamar selama  $(30 \pm 5)$  menit. Kemudian diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 412 nm dan dihitung nilai RSD dan CV Horwitz. Syarat keberterimaan untuk *repeatability* adalah RSD yang terhitung dari ulangan sampel kurang dari 2/3 CV Horwitz (Utami, 2017).

### 3.3.5.4 *Limit of Detection (LoD)* dan *Limit of Quantification (LoQ)*

Pengujian *Limit of Detection (LoD)* dan *Limit of Quantification (LoQ)* dilakukan dengan menghitung persamaan garis linier dari kurva kalibrasi. Nilai LoD dan

LoQ diperoleh berdasarkan pada simpangan baku residual ( $Sy/x$ ). Nilai LoD diperoleh dari tiga kali simpangan baku residual ( $3Sy/x$ ) dibagi dengan slope, sedangkan nilai LoQ sepuluh kali standar deviasi ( $10Sy/x$ ) dibagi dengan slope dari persamaan regresi (Harmita, 2004).

### 3.3.6 Penentuan Kadar Formaldehida dalam Sampel Pakaian Bayi

Larutan sampel dipipet sebanyak 5 mL dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Kemudian, ditambahkan 5 mL pereaksi asetilaseton ke dalam masing-masing tabung dan dihomogenkan. Dilakukan pemanasan di dalam penangas air pada temperatur ( $40 \pm 2$ ) °C selama ( $30 \pm 5$ ) menit dan pada suhu kamar ( $30 \pm 5$ ) menit. Diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 412 nm dengan akuades sebagai pembanding. Tiap sampel uji dilakukan koreksi absorbansi sampel yang ditentukan dengan menggunakan Persamaan (9).  $A$  adalah absorbansi yang dikoreksi,  $A_s$  adalah absorbansi yang diukur dari sampel uji,  $A_b$  adalah absorbansi yang diukur dari pereaksi blanko, dan  $A_d$  adalah absorbansi yang diukur dari sampel uji blanko.

$$A = A_s - A_b - (A_d) \quad (9)$$

Nilai absorbansi yang diperoleh digunakan untuk menghitung kadar formaldehida menggunakan persamaan regresi linier dari kurva kalibrasi. Kadar dari masing-masing formaldehida dalam sampel pakaian bayi dapat ditentukan menggunakan Persamaan (10).  $W_F$  adalah kadar formaldehida hasil ekstraksi untuk tiap sampel uji,  $\rho$  adalah konsentrasi formaldehida dalam larutan dalam mg/L, dan  $m$  adalah massa sampel uji dalam gram (g).

$$W_F = \frac{\rho \times 100}{m} \quad (10)$$

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Simpulan

Berdasarkan pembahasan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh simpulan sebagai berikut :

1. Hasil optimasi panjang gelombang maksimum diperoleh rentang panjang gelombang 411-412 nm dan hasil waktu kestabilan larutan formaldehida dengan pereaksi Nash menunjukkan absorbansi stabil pada rentang 0-45 menit dengan nilai absorbansi 0,32.
2. Hasil verifikasi metode pengujian kadar formaldehida dalam sampel pakaian bayi dengan metode SNI ISO 14184-1:2015 telah memenuhi syarat keberterimaan pengujian. Diperoleh linieritas yang baik dengan nilai koefisien korelasi mendekati 1 yaitu 0,9989, Nilai presisi yang diperoleh sebesar 1,36% lebih kecil dari nilai cv Hortwitz 4,63%, Nilai %*Recovery* yang diperoleh yaitu 85,62% telah memenuhi rentang keberterimaan (80-110%), batas deteksi diperoleh nilai sebesar 0,228 mg/L dan batas kuantifikasi 0,762 mg/L.
3. Hasil penentuan kadar formaldehida dalam 15 sampel pakaian bayi yang diambil dari lima lokasi pasar di Bandar Lampung menunjukkan tidak terdeteksi adanya formaldehida. Hal ini mengindikasikan bahwa pakaian bayi yang beredar di Bandar Lampung termasuk kategori aman digunakan untuk bayi karena telah memenuhi standar mutu yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI).

### 5.2 Saran

Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan penelitian kadar formaldehida dalam pakaian bayi terhadap perbedaan jenis kain yang digunakan untuk

mengetahui pengaruhnya terhadap penggunaan formaldehida dan menggunakan pereaksi lain agar dapat dibandingkan hasilnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Altshuller, A. P., Miller, D. L., and Sleva, S. F. 1961. Determination of Formaldehyde in Gas Mixture by the Chromotropic Acid Method. *Journal Analytical Chemistry*. **33**(4) : 621-625.
- Amalia, R. dan Suwasono. 2015. Lemari Pengering dan Sterilisasi Pakaian Bayi Otomatis. *Jurnal Teknik Elektro dan Kejuruan*. **23**(1) : 51-59.
- AOAC. 2016. *Appendix F : Guidelines for Standard Method Performance Requirements*. AOAC International. Rockville, MD.
- Arifiyana, D., Harjanti, Y. S., dan Ebtavanny, T. G. 2019. Analisis Kuantitatif Hidrokuinon pada Produk Kosmetik Krim Pemutih yang Beredar di Wilayah Surabaya Pusat dan Surabaya Utara dengan Metode Spektrofotometer UV-Vis. *Jurnal Akta Kimindo*. **4**(2) : 107-117.
- Asmariyani dan Sari, S.F. 2019. Verifikasi Metode Uji Kadar Air Terhadap Pakan Buatan. *Jurnal Fishtech*. **8**(2) : 42-47.
- Bianchi, F., Careri, M., Musci, M., and Mangia, A. 2007. Determination of Formaldehyde in 12 Fish Species by SPME Extraction and GC-MS Analysis. *Journal Food Chemistry*. **100**(3) : 1049-1053.
- BSN. 2015. *Metode Uji Penentuan Kadar Formaldehida dalam Tekstil Menggunakan Ekstraksi Air*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Christian, G. D. 2003. *Analytical Chemistry*. Wiley. United State of America.
- Compton, B.J. and Purdy, W.C. 1980. The Mechanism of the Reaction of the Nash and the Sawicki Aldehyde Reagent. *Canadian Journal Chemistry*. **58**(17) : 2207-2211.
- Damayanti, L. A. dan Ikhsan, J. 2016. *Augmented Chemistry Aldehida dan Keton (Buku Pengayaan Berbasis Augmented Reality dengan Sistem Operasi Android)*. AR Media. Yogyakarta.
- Day, R.A. dan Underwood, A. L. 2002. *Analisa Kimia Kuantitatif*. Erlangga. Jakarta

- Gandjar, I.G. dan Rohman, A. 2007. *Kimia Farmasi Analisis*. Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- Handayani, T. dan Mutiara, S. 2020. Pemeriksaan Kandungan Zat Kimia Formaldehida pada Bakso Ikan dan Tahu. *Jurnal Katalisator*. **5**(1) : 81-87.
- Harmita, 2004. *Petunjuk Pelaksanaan Validasi Metode dan Cara Perhitungannya*. Departemen Farmasi FMIPA UI. Jakarta.
- Harmono, 2020. Validasi Metode Analisis Logam Merkuri (Hg) Terlarut pada Air Permukaan dengan Automatic Mercury Analyzer. *Indonesian Journal of Laboratory*. **2**(3) : 11-16.
- Hazra, F., Purnama, S. P., dan Sari, S. M. 2014. Verifikasi Metode Uji Arsen dalam Contoh Mainan Anak dengan Spektrofotometer Serapan Atom Generator Uap Hidrida. *Jurnal Terapan*. **4**(2) : 36-45.
- Herrero, M., Gonzalez, N., Rovira, J., Marques, M., Domingo, J.L., and Nada, M. 2022. Early-Life Exposure to Formaldehyde Through Clothing. *Journal Toxic*. **10**(7) : 1-14.
- Inci, M., Zararsiz, I., Davarci, M., and Gorur, S. 2013. Toxic Effects of Formaldehyde on the Urinary System. *Turkish Journal of Urology*. **39**(1) : 48-52.
- Kamal, U. and Nawiswari, A. S. 2019. The Implementation of the Indonesian Regulation in Supervising the Indonesian National Standard (SNI) for Baby Clothing on Small and Medium Industries. *Journal of Private and Commercial Law*. **3**(2) : 50-59.
- Lena, M. G. E., Sudewi, S., dan Citraningtyas, G. 2017. Penentuan Kadar Formaldehida pada Peralatan Makan Melamin yang Beredar di Kota Manado. *Jurnal Ilmiah Farmasi*. **6**(3) : 105-114.
- Li, J., Zhu, J., and Ye, L. 2007. Determination of Formaldehyde in Squid by High-Performance Liquid Chromatography. *Asian Pasific Journal of Clinical Nutrition*. **16**(1) : 127-130.
- Miarti, A. dan Legasari, L. 2022. Ketidakpastian Pengukuran Penentuan Kadar Biuret, Kadar Nitrogen, dan Kadar Oil pada Pupuk Urea di Laboratorium Kontrol Produksi PT Pupuk Sriwidjaja Palembang. *Jurnal Cakrawala Ilmiah*. **2**(3) : 861-874.
- Min, Y., Fu, D., Liu, H., Yuan, C., Wang, L., Cao, M., Sun, A., Yang, W., and Liu, J. 2023. Highly Selective Detection of Formaldehyde and Its Analogs in Clams Based on Unique and Specific Conjugation Reactions Via Ultraviolet-Visible Absorptions. *Chinese Journal of Analytical Chemistry*. **51**(8) : 1-7.

- Munjanja and Sanganyando. 2015. *UV-Visible Absorption, Fluorescence, and Chemiluminescence Spectroscopy*. CRC Press. Florida.
- Mursiany, A., Umboro, R. O., dan Anggraini, T. D. 2023. Penetapan Kadar Flavonoid Total Infusa Rambut Jagung Manis (*Zea Mays Saccharata Sturt*) Menggunakan Spektrofotometri UV-Vis Secara Kolorimetri. *Jurnal Locus*. **2**(12) : 1191-1200.
- Nash, T. 1953. The Colorimetric Estimation of Formaldehyde by Means of the Hantzsch Reaction. *Journal Biochem*. **55**(3): 416-422.
- Novick, R. M., Nelson, M. L., Mckinley, M. A., Anderson, G. L., and Kenaan, J. J. 2013. The Effect of Clothing Care Activities on Textile Formaldehyde Content. *Journal of Toxicology and Environmental Health*. **76**(14) : 883-893.
- Nurbaeti, S. 2017. Hubungan Pengetahuan dan Tindakan Ibu dalam Perawatan Perianal dengan Kejadian Ruam Popok pada Bayi Usia 0-12 Bulan di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek Bandar Lampung. *Jurnal Ilmu Kedokteran dan Kesehatan*. **4**(1) : 26-34.
- Nyamukamba, P., Bantom, C., Mququ, Z., Ngcobo, T., and Isaacs, S. 2020. Determination of The Levels of Heavy Metals and Formaldehyde in Baby Clothes in South Africa: A Case Study of Stores in The Greater Cape Town Region. *Journal of Spectroscopy*. 1-9.
- Oktaviani, T., Risanti, R., dan Sumantri, A.F. 2021. Karakteristik Pekerja Industri Tekstil yang Terdiagnosis Kanker di Purwakarta. *Jurnal Integrasi Kesehatan dan Sains*. **3**(2) : 162-165.
- Paul, R. 2015. *Functional Finishes for Textiles*. Woodhead Publishing. Germany
- Piccinini, P., Senaldi C., and Summa, C. 2007. *European Survey on The Release of Formaldehyde From Textiles*. European Communities. Italy.
- Pirdaus, P., Rahman, M., Wati, R., Juliasih, N. L. G. R., Pratama, D., dan Kiswando, A. A. 2018. Verifikasi Metode Penentuan Logam Pb, Cd, Cr, Cu, Ni, Co, Fe, Mn dan Ba pada Air Menggunakan Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrofotometer (ICP-OES). *Journal Analytical and Environmental Chemistry*. **3**(1) : 1-10.
- Ratnawati N. A., Prasetya A. T., dan 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.
- Reynolds, J. E. F., 1982. *Martindale the Extra Pharmacopeia*. The Pharmaceutical Press. London.