

LAPORAN TUGAS AKHIR

**PENENTUAN KADAR POLIFENOL TOTAL PADA TEH DENGAN
MENGUNAKAN SPEKTROFOTOMETER UV-VISIBLE DI BALAI
PENGUJIAN DAN SERTIFIKASI MUTU BARANG SURAKARTA**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Ahli
Madya Sains (A.Md.Si) Pada Program Studi DIII Analisis Kimia**



Disusun oleh :

Aditya Rendy Fauzi

18231082

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III ANALISIS KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2023**

HALAMAN JUDUL
LAPORAN TUGAS AKHIR

**PENENTUAN KADAR POLIFENOL TOTAL PADA TEH DENGAN
MENGUNAKAN SPEKTROFOTOMETER *UV-VISIBLE* DI BALAI
PENGUJIAN DAN SERTIFIKASI MUTU BARANG SURAKARTA**

***DETERMINATION OF TOTAL POLYPHENOL CONTENT IN TEA
USING UV-VISIBLE SPECTROPHOTOMETER AT SURAKARTA
GOODS QUALITY TESTING AND CERTIFICATION CENTER***



Disusun oleh :

Aditya Rendy Fauzi

18231082

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III ANALISIS KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2023

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

LAPORAN TUGAS AKHIR

**PENENTUAN KADAR POLIFENOL TOTAL PADA TEH DENGAN
MENGUNAKAN SPEKTROFOTOMETER *UV-VISIBLE* DI BALAI PENGUJIAN
DAN SERTIFIKASI MUTU BARANG SURAKARTA**

Dipersiapkan dan disusun oleh :

Aditya Rendy Fauzi

NIM : 18231082

Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir
Program Studi Diploma III Analisis Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia
Pada tanggal 4 Februari 2023

Menyetujui,

Ketua Program Studi



Kuntari, S.Si., M.Sc.

NIK. 162310401

Dosen Pembimbing



Ganjar Fadillah, S.Si., M.Si.

NIK. 182310101

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

LAPORAN TUGAS AKHIR

PENENTUAN KADAR POLIFENOL TOTAL PADA TEH DENGAN MENGUNAKAN SPEKTROFOTOMETER *UV-VISIBLE* DI BALAI PENGUJIAN DAN SERTIFIKASI MUTU BARANG SURAKARTA

Dipersiapkan dan disusun oleh :

Aditya Rendy Fauzi

NIM : 18231082


Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir pada tanggal 20 Februari 2023
untuk memperoleh gelar A.Md.Si Analis Kimia

Yogyakarta, 20 Februari 2023

Pembimbing


Ganjar Fadillah, S.Si., M.Si.
NIK. 181310101

Penguji I


Kuntari, S.Si., M.Sc.
NIK. 162310401

Penguji II


Tri Esti Rurbaningtias, S.Si., M.Si.
NIK. 132311102

Mengetahui,

Dekan Fakultas MIPA UII




Prof. Riyanto, S.Pd., M.Si., Ph.D

NIK. 006120101



PERNYATAAN KEASLIAN

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya menyatakan bahwa Laporan Praktik Kerja Lapangan dengan judul Penentuan Kadar Polifenol Total Pada Teh Dengan Menggunakan Spektrofotometer *UV-Visible* di Balai Pengujian dan Sertifikasi Mutu Barang Surakarta ini tidak terdapat bagian yang pernah digunakan untuk memperoleh gelar Ahli Madya atau gelar lainnya di suatu perguruan tinggi dan sepengetahuan saya tidak terdapat bagian yang pernah ditulis dan diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 4 Februari 2023



Aditya Rendy Fauzi

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah saya aturkan puji syukur kepada Allah SWT, atas izin dan karunia-Nya saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik dan lancar. Allah SWT selalu memberikan kemudahan dalam setiap langkah saya. Tugas akhir ini saya persembahkan untuk orang tua saya. Untuk Bapak dan Ibu saya yang telah membantu dan membimbing saya dalam menyelesaikan tugas akhir. Dan mungkin saya tidak akan mampu menyelesaikan tugas akhir ini tanpa doa dan dukungan dari Bapak dan Ibu saya.

HALAMAN MOTTO

“Dan jika kamu menghitung-hitung nikmat Allah, niscaya kamu tak dapat menentukan jumlahnya. Sesungguhnya Allah benar-benar Maha Pengampun lagi Maha Penyayang”

(An-Nahl : 18)

“Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi (pula) kamu menyukai sesuatu, padahal ia amat buruk bagimu; Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui”

(Al-Baqarah : 216)

“Dan bahwasanya seorang manusia tiada memperoleh selain apa yang telah diusahakannya”

(An-Najm : 39)

“Sesulit-sulitnya rintangan yang mengganggu rencana hidupmu, yang harus kamu lakukan adalah tetap bermimpi, tetap memiliki tujuan dan tetap memiliki harapan”

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah saya aturkan puji syukur kepada Allah SWT, atas izin dan karunia-Nya saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik dan lancar. Allah SWT selalu memberikan kemudahan dalam setiap langkah saya.

Saya mengucapkan banyak terimakasih kepada:

Ayah, ibu dan adik saya, yang selalu memberikan dukungan, semangat, motivasi dan doa-doa yang tiada hentinya dipanjatkan untuk kesuksesan saya. Tanpa ayah dan ibu saya maka saya tidak akan bisa sampai sekarang ini. Keluarga besar saya, yang selalu memberikan semangat, doa, dan dukungan.

Bapak Ganjar Fadillah, M.Si. selaku Dosen Pembimbing saya yang telah banyak membimbing saya dalam proses penyusunan tugas akhir ini, serta bapak ibu dosen Analisis Kimia FMIPA Universitas Islam Indonesia yang selalu memberikan dukungan dan tulus dalam menuntun, mengarahkan, serta memberikan banyak ilmu kepada saya.

Keluarga besar BPSMB Surakarta yang telah menerima saya untuk dapat PKL di BPSMB, terutama bapak FX. Yulianto Setyo Nugroho, S.Si selaku pembimbing saya di tempat PKL yang sudah memberikan dukungan dan bimbingannya, Bu titin dan Mba Rahma yang selalu mengajarkan saya hal-hal baru.

Teman-teman PKL saya, Afif, Pinka, Fitri, dan Meylina yang selalu memberikan dukungan dan semangat selama PKL, bersenda gurau dan lelah bersama-sama. Kalian telah mewarnai hari-hari PKL di BPSMB sehingga waktu terasa cepat berlalu.

Kakak sepupu saya, Adinda Sekar Ludwika yang sudah memberikan semangat memberikan bantuan, dan memberikan banyak pelajaran, dukungan, dan motivasi hingga selama ini, selalu menemani dan mengerjakan tugas akhir

Teman, sahabat, *support system*, sekaligus keluarga bagi saya yaitu grup RESPONSI sudah melewati banyak hari bersama, tumbuh bersama, menjadi teman berpetualang, dan dapat menjadi obat penghilang rasa sedih dan letih.

Saya mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya, tugas akhir ini saya persembahkan untuk orang-orang yang saya sayangi karena telah banyak memberikan dukungan kepada saya, yang telah menemani saya sampai detik ini. Tanpa kalian saya tidak akan sampai disini. Semoga Allah SWT membalas kebaikan kalian. Aamiin Yaa Robbal 'Aalamin.

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh,

Alhamdulillahirrobbil'alamiin. Segala puji dan syukur dipanjatkan kehadiran Allah SWT atas berkat rahmat, anugerah dan nikmat-Nya. Sholawat serta salam senantiasa dihaturkan kepada nabi besar Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat dan para pengikutnya hingga akhir zaman. Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah atas segala rahmat Allah SWT atas ilmu, kekuatan dan kelancaran yang telah diberikan sehingga Laporan Praktik Kerja Lapangan dengan judul “Penentuan Kadar Polifenol Total Pada Teh Dengan Menggunakan Spektrofotometer *Uv-Visible* Di Balai Pengujian Dan Sertifikasi Mutu Barang Surakarta” ini dapat terselesaikan dengan baik.

Tujuan dari penyusunan Laporan Praktik Kerja Lapangan ini merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana Ahli Madya (A.Md.Si) DIII Analisis Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia. Adanya Laporan Praktik Kerja Lapangan ini diharapkan mahasiswa dapat mengimplementasikan ilmu yang telah didapatkan di bangku perkuliahan ke lapangan nyata.

Dalam penyusunan Laporan Praktik Kerja Lapangan ini, penulis banyak mendapatkan bantuan, dukungan, motivasi, saran dan koreksi dari berbagai pihak sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Untuk itu penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, rahmat dan kelancaran dalam melaksanakan penyusunan tugas akhir.
2. Bapak Prof. Riyanto, S.Pd., M.Si., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia.
3. Ibu Kuntari, S.Si., M.Sc. selaku Ketua Program Studi DIII Analisis Kimia Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Ganjar Fadillah, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Praktik Kerja Lapangan.
5. Bapak Senen, S.T., M.Si. selaku Kepala Balai Pengujian dan Sertifikasi Mutu Barang Surakarta

6. Bapak FX. Yulianto Setyo Nugroho, S.Si selaku pembimbing PKL di Balai Pengujian dan Sertifikasi Mutu Barang Surakarta
7. Dosen, karyawan, serta teman- teman kelas A maupun B DIII Analisis Kimia Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia.
8. Berbagai pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah banyak membantu.

Terlepas dari semua itu, penyusun menyadari sepenuhnya bahwa laporan ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penyusun megharapkan kritik dan saran yang membangun yang dapat memperbaiki laporan ini demi terwujudnya laporan yang lebih baik. Akhir kata semoga laporan ini dapat memberikan manfaat dan informasi bagi pembaca maupun pihak yang terkait. Aamiin Yaa Robbal ‘Aalamin.

Wassalamu 'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, 4 Februari 2023



Aditya Rendy Fauzi

ABSTRAK

PENENTUAN KADAR POLIFENOL TOTAL PADA TEH DENGAN MENGUNAKAN SPEKTROFOTOMETER *UV-VISIBLE* DI BALAI PENGUJIAN DAN SERTIFIKASI MUTU BARANG SURAKARTA

Aditya Rendy Fauzi

Program Diploma III Analisis Kimia FMIPA Universitas Islam Indonesia

Jl. Kaliurang Km 14,5 Yogyakarta

Email : 18231082@students.uii.ac.id

INTISARI

Kandungan senyawa dalam teh yang memiliki persentase besar adalah polifenol yaitu rata-rata sebesar 30%-35%. Senyawa polifenol merupakan senyawa yang memiliki peran baik untuk tubuh yaitu sumber antioksidan. Oleh karena itu dalam penelitian ini dilakukan pengujian penentuan kadar polifenol total pada produk teh kering dalam kemasan menggunakan spektrofotometri *UV-Visible* yang mengacu pada SNI 3836:2013 yang berisi mengenai batas kandungan senyawa kimia dalam produk teh kering kemasan. Tujuan penentuan kadar polifenol total adalah untuk mengetahui dengan baik bahwa Balai Pengujian Dan Sertifikasi Mutu Barang Surakarta dapat melakukan pengujian dengan hasil memenuhi syarat keberterimaan sesuai dengan metode yang digunakan dan mengacu pada batas yang diterapkan yaitu SNI 3836:2013. Parameter uji yang dilakukan meliputi linearitas, *Limit of Detection* (LOD), *Limit of Quantification* (LOQ) dan presisi. Nilai linearitas yang diperoleh sebagai koefisien korelasi (r) yaitu 0,9998. Nilai *limit of detection* (LOD) yaitu 1,1804 mg/L dan nilai *limit of quantification* (LOQ) yaitu 3,9347 mg/L. nilai %RSD pada pengujian presisi yang diperoleh 0,008265% sesuai dengan syarat keberterimaan yaitu <2%. Hasil nilai pelaporan dari estimasi ketidakpastian menunjukkan nilai $(13,67 \pm 0,074)$ mg/L. Hasil kadar polifenol total yang didapatkan berdasarkan pengujian adalah sebesar 13,67% yang berarti bahwa metode yang digunakan dalam pengujian polifenol total pada produk teh kering kemasan telah memenuhi syarat keberterimaan SNI 3836:2013 (kandungan minimal polifenol adalah 5,2%) sehingga metode tersebut dapat digunakan dalam pengujian di Balai Pengujian Dan Sertifikasi Mutu Barang Surakarta.

Kata Kunci : Polifenol, Spektrofotometri *UV-Visible*, Teh kering dalam kemasan

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
HALAMAN MOTTO.....	vii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	viii
KATA PENGANTAR	ix
ABSTRAK.....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Profil instansi BPSMB Surakarta.....	4
2.1.1 Sejarah instansi BPSMB	4
2.1.2 Tugas pokok, fungsi dan visi misi BPSMB Surakarta.....	5
2.1.3 Jenis pelayanan BPSMB Surakarta.....	5
2.2 Produk Teh.....	6
2.3 Senyawa Polifenol	8
2.4 Spektrofotometer <i>UV-Visible</i>	9
2.5 Penentuan Kandungan Kadar Polifenol	11
2.5.1 Linearitas.....	11
2.5.2 <i>Limit of Detection (LOD)</i> dan <i>Limit of Quantification (LOQ)</i>	12
2.5.3 Presisi	13
2.6 Estimasi Ketidakpastian Pengukuran	14

BAB III METODOLOGI.....	16
3.1 Alat Penelitian.....	16
3.2 Bahan Penelitian.....	16
3.3 Prosedur Kerja.....	16
3.3.1 Preparasi Sampel.....	16
3.3.2 Preparasi Larutan.....	16
3.3.3 Pembuatan larutan baku asam galat 1000ppm.....	17
3.3.4 Pembuatan deret standar.....	17
3.3.5 Penentuan kadar polifenol.....	18
3.4 Prinsip Kerja.....	18
3.5 Perhitungan Penentuan Kadar Polifenol.....	18
3.5.1 Perhitungan linearitas.....	19
3.5.2 Perhitungan nilai LOD dan LOQ.....	19
3.5.3 Perhitungan nilai presisi.....	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	20
4.1 Penentuan Kadar Polifenol.....	20
4.2 Perhitungan Linearitas.....	20
4.3 Perhitungan <i>Limit of Detection</i> (LOD) dan <i>Limit of Quantification</i> (LOQ).....	22
4.4 Perhitungan Uji Presisi.....	23
4.5 Perhitungan Penentuan Kadar Polifenol Total Pada Teh Kering Kemasan.....	24
3.6 Penentuan Ketidakpastian Pengukuran.....	24
4.6.1 Ketidakpastian kurva kalibrasi.....	25
4.6.2 Ketidakpastian presisi metode.....	26
4.6.3 Ketidakpastian kalibrasi alat.....	26
4.6.4 Ketidakpastian gabungan dan ketidakpastian diperluas.....	27
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	29
5.1 Kesimpulan.....	29
5.2 Saran.....	29
DAFTAR PUSTAKA.....	30
LAMPIRAN.....	32

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Syarat Mutu Teh kering Dalam Kemasan (Badan Standarisasi Nasional, 2013).....	7
Tabel 4.1 Absorbansi Larutan Polifenol	20
Tabel 4.2 Perhitungan LOD dan LOQ	22
Tabel 4.3 Uji Presisi Kadar Polifenol	23
Tabel 4.4 Perhitungan Kadar Polifenol Total	24
Tabel 4.5 Sumber Ketidakpastian Kurva Kalibrasi	25
Tabel 4.6 Sumber Ketidakpastian Presisi Metode	26
Tabel 4.7 Sumber Ketidakpastian Labu Takar 100mL	27
Tabel 4.8 Sumber Ketidakpastian Pipet Ukur 1mL	27
Tabel 4.9 Sumber Ketidakpastian Kadar Polifenol.....	27

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.2 Struktur Kimia Polifenol.....	8
Gambar 2.3 Diagram Alat Spektrometer UV-Vis Single Beam (Suhartati, 2017).....	9
Gambar 2.4 Diagram Alat Spektrometer UV-Vis Double Beam (Suhartati, 2017)	10
Gambar 4.1 Kurva Kalibrasi Larutan.....	21
Gambar 4.2 Diagram Tulang Ikan Sumber Ketidakpastian.....	25

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan Pembuatan Larutan Polifenol	33
Lampiran 2 Pengujian Linearitas	34
Lampiran 3 Perhitungan Nilai LOD dan LOQ	35
Lampiran 4 Perhitungan Uji Presisi	37
Lampiran 5 Perhitungan Kandungan Polifenol Total	39
Lampiran 6 Estimasi Ketidakpastian Pengukuran	40

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber daya alam dengan kesuburan tanah yang luar biasa. Hampir semua jenis tanaman dapat tumbuh dan dapat dimanfaatkan bagi masyarakat. Kekayaan sumber daya alam Indonesia berupa dari hasil sektor pertanian yang meliputi perkebunan, sayur mayur, tanaman pangan, hortikultura, hingga palawija. Salah satu sub sektor pertanian adalah perkebunan. Sub sektor perkebunan merupakan andalan nasional dalam neraca perdagangan sektor pertanian, karena selalu mengalami surplus dan dapat menutup defisit yang dialami oleh sub sektor lainnya. Komoditas-komoditas terbaik sub sektor perkebunan, diantaranya adalah kelapa sawit, karet, kakao, kopi, dan teh (Ramadhani, 2013). Salah satu komoditas perkebunan yang banyak dikembangkan di Indonesia adalah komoditas teh (Sidabalok, 2018).

Produk teh sudah dikenal lama dan merupakan produk bahan minuman yang digemari oleh masyarakat Indonesia. Data menunjukkan bahwa Indonesia dikenal sebagai 10 konsumen teh terbesar secara global (Euromonitor Research, 2017) dalam (Prasetia *et al.*, 2020). Konsumsi teh per kapita di Indonesia dari tahun 2016 hingga 2018 sebesar 0,36 kg/kapita/tahun. Data tersebut meningkat sebesar 0,02 kg/kapita/tahun dari tahun 2015-2017 yang hanya sebesar 0,34 kg/kapita/tahun (International Tea Committee, 2019) dalam (Prasetia *et al.*, 2020). Saat ini tingkat konsumsi teh meningkat di seluruh dunia. Hal ini dikarenakan kesadaran manusia akan manfaat yang terkandung dalam meminum teh. Komponen-komponen bermanfaat tersebut diyakini sebagai anti kanker, anti diabetes, anti inflamasi, anti obesitas, antioksidan dan pelindung saraf.

Teh Indonesia dikenal oleh pasar internasional karena memiliki kandungan katekin (antioksidan alami) dengan peringkat tertinggi di dunia. Katekin adalah salah satu turunan dari polifenol yang memiliki khasiat antioksidan yang tinggi. Katekin merupakan salah satu bentuk metabolit sekunder yang terkandung dalam daun teh. Dari sisi kesehatan, makin tinggi katekin berarti makin bermanfaat buat kesehatan. Adanya kandungan katekin sebagai turunan dari polifenol menjadikan senyawa polifenol tersebut merupakan senyawa yang penting dalam teh. Hal ini didukung dengan

tingginya kadar polifenol yang terkandung dalam teh. Adapun komposisi kimia yang terdapat pada daun teh segar (dalam % berat kering) kurang lebih adalah serat kasar selulosa, lignin (22%), protein dan asam amino (23%), lemak (8%), polifenol (30%), kafein (4%), peptin (4%), dan tanin (7-15%) (Arfiansyah, 2009) dalam (Siddiq et al., 2017). Sehingga dapat disimpulkan bahwa kandungan primer dalam teh adalah polifenol dengan besar yaitu 30%. Senyawa polifenol terdiri dari beberapa subkelas yakni flavonol, isoflavon (dalam kedelai), flavanon, antosianidin, katekin dan bifavan.

Selain sebagai sumber antioksidan dan penghambat kanker, senyawa polifenol juga memiliki manfaat lain yaitu pelindung radiasi, antibiotik dan antidiabetik. Ekstrak tanaman kaya polifenol dapat menekan risiko hiperlipidemia dan dapat dijadikan intervensi alternatif dalam pencegahan dan terapi *atherosclerosis* serta penyakit kardiovaskular, lifenol terutama *anthosianin*, *flavonol*, *proanthosianidin* dan asam fenolik secara signifikan menekan kenaikan glukosa darah dan mengurangi tingkat pencernaan sukrosa serta penyerapan glukosa dalam usus lewat kerja polifenol (Pawestri et al., 2021). Dengan demikian diketahui bahwa kandungan polifenol dalam teh berperan besar dalam peranannya untuk manfaat kesehatan manusia.

Berdasarkan pemaparan tersebut maka dalam penelitian ini akan dilakukan pengujian untuk mengetahui kadar polifenol dalam teh dengan alat berupa Spektrofotometer *Uv-Visible*. Spektrofotometer *Uv-Visible* adalah salah satu metode instrumen yang diterapkan dalam analisis kimia untuk mendeteksi senyawa (padat/cair) berdasarkan absorbansi foton (Irawan, 2019). Spektrofotometri UV-Vis dipilih untuk digunakan dalam mengukur kadar polifenol pada sampel karena polifenol memiliki gugus kromofor berupa gugus aromatik benzene yang merupakan penyerap sinar UV sehingga dapat meningkatkan fluoresensi atau terpancarnya sinar oleh sampel (Fitriani et al., 2020). Polifenol dapat dianalisis dengan spektrofotometer UV-Vis karena memiliki cincin aromatik yang berikatan sedikitnya dengan satu gugus hidroksil. Polifenol teh merupakan salah satu senyawa fenolik. Ikatan rangkap terkonjugasi (kromofor) dan cincin aromatik yang terkonjugasi oleh gugus karbonil dan gugus hidroksi dalam polifenol teh berperan dalam penyerapan sinar UV.

Dengan dilakukannya pengukuran kadar polifenol dengan menggunakan alat spektrofotometer *Uv-Visible*, diharapkan dapat mengetahui kandungan kadar polifenol total dalam teh yang diuji di Balai Pengujian dan Sertifikasi Mutu Barang (BPSMB) Surakarta. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan penilaian mengenai

kadar polifenol yang terkandung dalam produk teh yang diteliti di BPSMB Surakarta, mengingat polifenol merupakan kadar yang paling tinggi dalam teh.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka rumusan masalah dari susunan permasalahan yaitu sebagai berikut:

1. Berapa hasil pengujian kadar polifenol pada daun teh di BPSMB Surakarta?
2. Bagaimana analisis hasil pengujian kadar polifenol total pada daun teh di BPSMB Surakarta berdasarkan nilai perhitungan LOD, LOQ dan presisi serta nilai ketidakpastian?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan masalah yang ada maka tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Mengetahui hasil kadar polifenol pada daun teh di BPSMB Surakarta.
2. Mengetahui tingkat kadar polifenol pada daun teh di BPSMB Surakarta terhadap kaitannya dengan ambang batas kandungan minimal polifenol sesuai dengan SNI.

1.4 Manfaat Penelitian

Diharapkan dengan dilakukannya penelitian ini akan dapat memberi manfaat sebagai berikut:

1. Bagi Lembaga
 - a. Mengetahui informasi mengenai besaran kadar senyawa polifenol pada produk teh yang diteliti.
 - b. Sebagai sarana evaluasi dan pengembangan terkait metode pengujian polifenol pada teh dengan menggunakan spektrofotometri *Uv-Visible*.
 - c. Sebagai sarana edukasi melalui kegiatan praktik terkait dalam pengujian sampel produk teh.
2. Bagi Mahasiswa
 - a. Sebagai langkah untuk dapat mengimplementasikan ilmu yang didapat di perkuliahan ke dalam dunia pekerjaan.
 - b. Menambah wawasan tentang dunia kerja bagi profesi analisis kimia.
 - c. Menambah wawasan ilmu pengetahuan berkaitan dengan pengujian kimia.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Profil instansi BPSMB Surakarta

Balai Pengujian dan Sertifikasi Mutu Barang (BPSMB) adalah lembaga pemerintah yang melakukan pengujian dan sertifikasi mutu barang sesuai dengan kewenangannya serta melakukan pengawasan, pembinaan dan peningkatan mutu barang yang diperdagangkan baik untuk ekspor maupun impor serta barang yang beredar di pasar. BPSMB Surakarta yang beralamat di Jl. Pajang – Kartasura km 8 Pabelan Surakarta berstatus sebagai Unit Pelaksana Teknis Daerah pada Dinas Perindustrian dan Perdagangan Provinsi Jawa Tengah.

2.1.1 Sejarah instansi BPSMB

Pada tahun 1954, berdiri Kantor Juru Tembakau khusus menangani tembakau. Berdasarkan Surat Keputusan Bersama (SKB) antara Menteri Perekonomian dan Menteri Perdagangan diubah menjadi Kantor Lembaga Tembakau (KLT) dimana penanganan tembakau menjadi lebih khusus.

Pada tahun 1977, berdasarkan SK Menteri Perdagangan dan Koperasi No. 376/KP/XII/1977, tanggal 21 Desember 1977 dengan tujuan mengaktifkan Pusat Pengujian Mutu Barang (PPMB) tentang struktur dan tata kerja yaitu mempunyai tugas melakukan pengawasan mutu barang secara teknis laboratorium dalam rangka peningkatan mutu barang. Dalam rangka melaksanakan tugas di daerah didirikanlah Balai Pengawasan Mutu Barang (BPMB), salah satunya di Surakarta yang dibentuk berdasarkan SK Menteri Perdagangan dan Koperasi No.92/KP/V/1980, dengan aktivitas lebih luas diluar pertembakauan.

Pada tahun 1985, Balai Pengawasan Mutu Barang (BPMB) diubah menjadi Balai Pengujian dan Sertifikasi Mutu Barang (BPSMB) berdasarkan SK Menteri Perdagangan No. 107/KP/IX/1985, tentang organisasi dan tata kerja Balai Pengujian dan Sertifikasi Mutu Barang. Departemen Perdagangan menetapkan 15 BPSMB di daerah, diantaranya Balai Pengujian dan Sertifikasi Mutu Barang Surakarta dengan wilayah kerja Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta.

Dalam perkembangan selanjutnya pada era otonomi daerah BPSMB dari pemerintah pusat diserahkan kepada Pemerintah Provinsi Jawa Tengah sebagai Unit

Pelaksana Teknis Daerah (UPTD) Dinas Perindustrian dan Perdagangan Provinsi Jawa Tengah berdasarkan Peraturan Daerah nomor 1 tahun 2002 tanggal 2 April 2002. Salah satu tugas pokok dan fungsi BPSMB Surakarta adalah melakukan pengawasan, pembinaan, dan peningkatan mutu barang yang diperdagangkan baik untuk ekspor maupun impor serta barang yang beredar di pasar termasuk komoditas tembakau.

2.1.2 Tugas pokok, fungsi dan visi misi BPSMB Surakarta

1. Tugas Pokok Balai Pengujian dan Sertifikasi Mutu Barang
Melaksanakan sebagian kegiatan teknis operasional dan/atau kegiatan teknis penunjang dinas di bidang pengujian dan sertifikasi mutu barang.
2. Fungsi Balai Pengujian dan Sertifikasi Mutu Barang
 - a. Penyusunan rencana teknis operasional pengujian dan sertifikasi mutu barang.
 - b. Pengkajian dan analisis teknis operasional dan sertifikasi mutu barang.
 - c. Pelaksanaan kebijakan teknis pengujian dan sertifikasi mutu barang.
 - d. Pelaksanaan fasilitas pengujian dan sertifikasi mutu barang.
 - e. Pelayanan penunjang penyelenggaraan tugas dinas
 - f. Pengelolaan ketatausahaan.
3. Visi
Terwujudnya hasil uji, kalibrasi dan sertifikasi produk yang akurat dan terpercaya bagi produk barang agar mampu berdaya saing di pasar global.
4. Misi
 - a. Mengimplementasikan sistem manajemen mutu yang telah ditetapkan secara konsisten dan berkelanjutan bagi kompetensi laboratorium penguji dan kalibrasi
 - b. Memastikan segala sumber daya untuk pelayanan prima kepada pelanggan cukup dan tersedia secara berkelanjutan serta selalu meningkatkan efektifitas dan efisiensi.
 - c. Mengembangkan informasi mutu dalam rangka memberdayakan masyarakat dan dunia usaha agar peduli peningkatan mutu.

2.1.3 Jenis pelayanan BPSMB Surakarta

Berikut merupakan jenis pelayanan yang terdapat pada BPSMB Surakarta:

1. Laboratorium Penguji (Uji Kimia, fisik, organoleptik, mikrobiologi)
 - a. Hasil pertanian dan perkebunan

- b. Hasil Industri
 - c. Makanan dan minuman
 - d. Nikotin dan Tar Rokok
 - e. Air
2. Laboratorium Kalibrasi (Massa, Dimensi, Suhu, Volumetrik)
 - a. Neraca elektronis/mechanis, *top loading*
 - b. Mistar, calipter, mikrometer
 - c. *Enclosure*, termometer
 - d. Buret, pipet, piknometer, gelas ukur, labu takar, labu cassia
 - e. Moisture tester
 3. Lspro BPSMB Jawa Tengah (AMDK, Kopi Instan, Kopi Bubuk)
 4. Pengambilan Contoh Sampel
 5. Pelatihan

2.2 Produk Teh

Tanaman teh (*Camellia sinensis*) merupakan genus *Camellia* famili *Theaceae*. Teh merupakan hasil pengolahan pucuk (daun muda) dari tanaman teh yang dipakai sebagai bahan minuman. Teh memiliki banyak jenis seperti teh hitam, teh hijau, teh oolong dan teh putih. Perbedaan jenis teh ini berdasarkan pada proses pengolahannya. Sedangkan jenis teh berdasarkan bentuk yang berada di pasaran adalah berupa teh celup dan teh serbuk. Sebagai bahan minuman yang digemari di seluruh dunia, teh memiliki khasiat yang bagus untuk tubuh manusia. Tanaman teh memiliki manfaat diantaranya sebagai anti kanker, antioksidan, antimikroba, antibakteria, pencegah aterosklerosis, menjaga kesehatan jantung, antidiabetes, menstimulasi sistem imun, mencegah parkinson, menurunkan kolesterol, mencegah karies gigi, mencegah bau mulut, melancarkan urine, menghindari stroke, dan menurunkan tekanan darah. Hal ini disebabkan kandungan bahan kimia aktif seperti katekin, asam amino, gula, polifenol oksidasi, klorofil dan karoten yang terdapat pada vakuola (Noriko, 2013).

Banyaknya kandungan senyawa pada teh menjadikan teh dapat bermanfaat di berbagai jenis kesehatan. Komposisi kimia yang ada pada teh terdiri dari kafein, tanin, protein, gula dan minyak atsiri yang terbentuk karena fermentasi dan menghasilkan aroma yang khas (Teh, 2013). Pada daun teh terdapat 3 komponen penting yang akan memengaruhi mutu minuman yaitu kafein, tanin dan polifenol (Amalia *et al.*, 2017). Komposisi bahan aktif dalam daun teh lainnya adalah kafein, tanin, theophylline,

theobromine, lemak, saponin, minyak esensial, katekin, karoten, vitamin C, A, B1, B2, B12, P, Fluorite, Ferum, Magnesium, Kalsium, Strontium, Plumbum, Nikel, Zink, dan Phosphor. Kandungan tanin pada daun teh akan semakin meningkat seiring dengan peningkatan usia tanaman (Noriko, 2013). Tabel 2.1 berikut ini merupakan tabel yang menyajikan parameter mutu dalam teh dan batas kandungan dari zat kimia menurut SNI 3836:2013 (Badan Standarisasi Nasional, 2013). Pada Tabel 2.1 berikut di dalamnya terdapat batas kandungan polifenol total dalam teh kering kemasan yang pada penelitian ini akan dilakukan uji perhitungan penentuan kadar polifenol total.

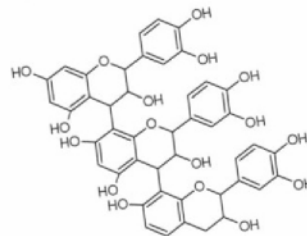
Tabel 2. 1 Syarat Mutu Teh kering Dalam Kemasan (Badan Standarisasi Nasional, 2013)

No.	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan air seduhan		
1.1	Warna	-	khas produk teh
1.2	Bau	-	khas produk teh
1.3	Rasa	-	khas produk teh
2	Kadar polifenol (b/b)	%	min. 5,2
3	Kadar air (b/b)	%	maks. 8,0
4	Kadar ekstrak dalam air (b/b)	%	min. 32
5	Kadar abu total (b/b)	%	maks. 8,0
6	Kadar abu larut dalam air dari abu total (b/b)	%	min. 45
7	Kadar abu tak larut dalam asam (b/b)	%	maks. 1,0
8	Alkalinitas abu larut dalam air (sebagai KOH) (b/b)	%	1-3
9	Serat kasar (b/b)	%	maks. 16,5
10	Cemaran logam		
10.1	Kadmium (Cd)	mg/kg	maks. 0,2
10.2	Timbal (Pb)	mg/kg	maks. 2,0
10.3	Timah (Sn)	mg/kg	maks. 40,0
10.4	Merkuri (Hg)	mg/kg	maks. 0,03
11	Cemaran arsen (As)	mg/kg	maks. 1,0
12	Cemaran mikroba		
12.1	Angka lempeng total (ALT)	koloni/g	maks. 3×10^3

No.	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
12.2	Bakteri Coliform	APM/g	< 3
12.3	Kapang	koloni/g	maks. 5×10^2

2.3 Senyawa Polifenol

Polifenol merupakan senyawa fitokimia atau fitonutrien yang secara alami terkandung dalam tanaman. Polifenol adalah salah satu senyawa metabolik sekunder yang disintesis melalui metabolisme glukosa. Kelompok senyawa ini memiliki gugus hidroksil pada cincin benzene yang berperan sebagai antioksidan. Senyawa fenol merupakan suatu senyawa yang mengandung gugus hidroksil (OH⁻) yang terikat langsung pada gugus cincin hidrokarbon aromatik.



Gambar 2. 1 Struktur Kimia Polifenol (Padamani *et al.*, 2020)

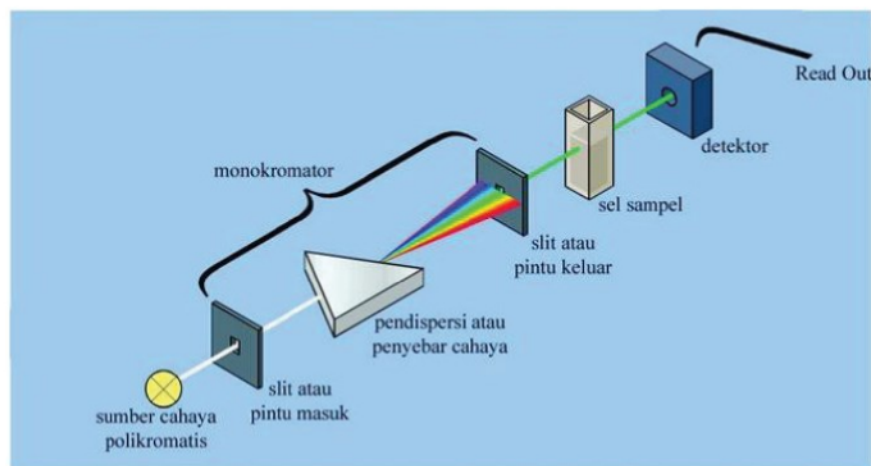
Klasifikasi senyawa fenol yang terkandung dalam tumbuhan yaitu fenol sederhana, benzoquinone, asam fenolat, asetofenon, naftokuinon, xanton, bioflavonoid kumarin, stilben, turunan tirosin, asam hidroksi sinamat, flavonoid, lignan, dan tanin.13 Senyawa fenol alami yang bersifat antioksidan dapat diklasifikasikan dalam 2 (dua) kelompok, yaitu kelompok lipofilik dan hidrofilik (di antaranya senyawa fenol) (Dhianawaty & Ruslin, 2015).

Sifat yang dimiliki senyawa fenol adalah sering terdapat dalam bentuk glikosida polar, cenderung mudah larut dalam air karena umumnya berikatan dengan gula sebagai glikosida, biasanya terdapat dalam vakuola sel, berupa senyawa aromatik sehingga semuanya menunjukkan serapan kuat di daerah UV (Habiburrohman & Sukohar, 2018). Senyawa fenol merupakan salah satu bahan alam yang berfungsi sebagai UV absorber karena adanya struktur fenol, yaitu cincin aromatik yang berikatan sedikitnya dengan satu gugus hidroksil. Polifenol teh merupakan salah satu senyawa fenolik. Ikatan rangkap terkonjugasi (kromofor) dan cincin aromatik yang terkonjugasi oleh gugus karbonil dan gugus hidroksi dalam polifenol teh berperan dalam penyerapan radiasi sinar UV (Kiranawati, 2021).

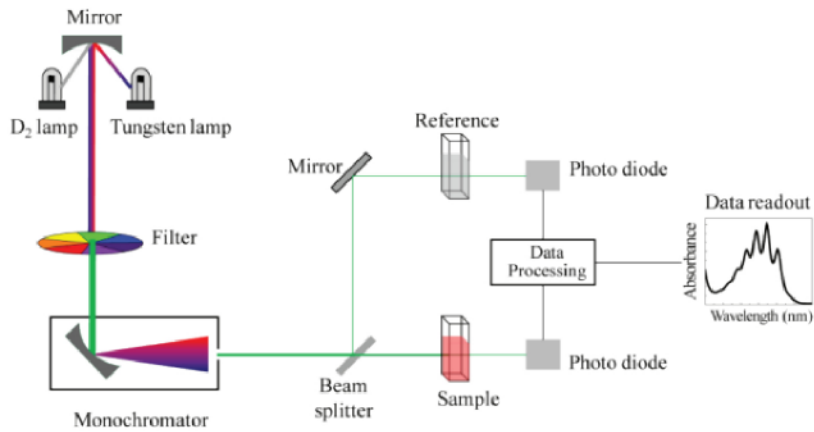
Senyawa polifenol memiliki daya antioksidan yang baik karena golongan ini dapat memberikan elektronnya untuk menetralkan elektron radikal bebas yang terbentuk dalam tubuh. Selain kandungan antioksidan, senyawa fenol dari tanaman juga mempunyai kemampuan sebagai antiinflamasi, antiproliferasi, antimutagenik dan antimikrobia. Senyawa fenol juga memiliki peran dalam mencegah dan mengobati penyakit degeneratif, gangguan kognitif, kanker, penuaan dini dan gangguan sistem imun tubuh (Padamani *et al.*, 2020).

2.4 Spektrofotometer UV-Visible

Spektrofotometer UV-Vis adalah salah satu metode instrumen yang paling sering diterapkan dalam analisis kimia untuk mendeteksi senyawa (padat/cair) berdasarkan absorbansi foton. Spektrofotometer UV-Vis atau spektrofotometer ultraviolet-sinar tampak memanfaatkan sinar dengan panjang gelombang 180-380 nm untuk daerah UV dan 380-780 nm untuk daerah *visible* atau sinar tampak (Irawan, 2019). Pada umumnya terdapat dua tipe instrumen spektrofotometer, yaitu *single-beam* dan *double-beam*. *Single-beam instrument*, dapat digunakan untuk kuantitatif dengan mengukur absorbansi pada panjang gelombang tunggal. *Double-beam instrument* mempunyai dua sinar yang dibentuk oleh potongan cermin yang berbentuk V yang disebut pemecah sinar. *Double-beam* dibuat untuk digunakan pada panjang gelombang 190 sampai 750 nm. Penelitian ini menggunakan spektrofotometer jenis *double beam*.



Gambar 2. 2 Diagram Alat Spektrometer UV-Vis Single Beam (Suhartati, 2017)



Gambar 2. 3 Diagram Alat Spektrometer UV-Vis Double Beam (Suhartati, 2017)

Pada spektrofotometer UV-VIS, zat diukur dalam bentuk larutan. Analit yang dapat diukur dengan spektrofotometer sinar tampak adalah analit berwarna atau yang dapat dibuat berwarna. Analit berwarna adalah analit yang memiliki sifat menyerap cahaya secara alami. Analit yang dibuat berwarna adalah analit yang tidak berwarna sehingga harus direaksikan dengan zat tertentu untuk membentuk senyawa yang menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu. Pembentukan warna untuk zat atau senyawa yang tidak berwarna dapat dilakukan dengan pembentukan kompleks atau dengan cara oksidasi sehingga analit menjadi berwarna.

Pada penelitian ini spektrofotometer UV-Vis digunakan untuk mengetahui kadar polifenol dalam teh kering dalam kemasan. Penggunaan spektrofotometer UV-Vis untuk mengetahui kadar polifenol dipilih karena kinerja spektrofotometer UV-Vis dalam penyerapan maksimum suatu senyawa kimia dipengaruhi oleh adanya kromofor dan gugus aoksokrom. Kromofor merupakan semua gugus atau gugusan atom berupa ikatan rangkap konjugasi (seperti benzena) yang mengabsorpsi radiasi UV-Vis. Sedangkan polifenol memiliki gugus kromofor dan cincin aromatik yang berikatan sedikitnya dengan satu gugus hidroksil. Ikatan rangkap terkonjugasi (kromofor) dan cincin aromatik yang terkonjugasi oleh gugus karbonil dan gugus hidroksi dalam polifenol teh bertanggung jawab dalam penyerapan radiasi sinar UV. Sehingga berdasarkan hal tersebut maka penentuan kadar polifenol dalam teh dapat dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Visible.

2.5 Penentuan Kandungan Kadar Polifenol

Proses melakukan perhitungan untuk mengetahui kadar polifenol dalam teh yang diteliti memiliki beberapa aspek perhitungan yang digunakan sehingga nantinya didapatkan hasil kandungan polifenol dalam teh. Berikut merupakan perhitungan yang harus dilakukan untuk mendapatkan nilai kandungan kadar polifenol dalam produk teh yang diteliti.

2.5.1 Linearitas

Linearitas adalah kemampuan dari suatu metode analisis untuk menunjukkan hasil konsentrasi yang linear terhadap kepekatan analit dalam jangkauan kepekatan tertentu. (Warono & Syamsudin, 2013). Linearitas biasanya dinyatakan dalam istilah variansi sekitar arah garis regresi yang dihitung berdasarkan persamaan matematik data yang diperoleh dari hasil uji analit dalam sampel dengan berbagai konsentrasi analit. Perlakuan matematik dalam pengujian linearitas adalah melalui persamaan garis lurus dengan metode kuadrat terkecil antara hasil analisis terhadap konsentrasi analit. Linearitas biasanya dinyatakan dengan istilah variansi disekitar arah garis regresi yang dihitung berdasarkan persamaan matematik data yang diperoleh dari hasil pengukuran analit dalam sampel dengan berbagai konsentrasi analit. Perlakuan matematik dalam pengujian linearitas adalah melalui persamaan garis lurus dengan metode kuadrat terkecil (*least square method*) antara hasil analisis terhadap konsentrasi analit (Riyanto, 2014). Persamaan matematis dari regresi linear yang digunakan dalam pengujian linearitas adalah sebagai berikut:

$$y = bx + a \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

b = slope

a = intersep

x = konsentrasi analit

y = respon instrumen

Persamaan matematis tersebut akan menghasilkan koefisien determinasi (R^2) dan koefisien korelasi (R). Koefisien determinasi (R^2) adalah rasio dari variasi yang dijelaskan terhadap variasi keseluruhan. Koefisien korelasi (R) adalah suatu ukuran hubungan linier antara dua set data. Linearitas metode dapat menggambarkan ketelitian pengerjaan analisis suatu metode yang ditunjukkan dengan syarat nilai koefisien

korelasi (r) sebesar $\geq 0,995$ (Riyanto, 2014). Nilai slope apabila semakin besar nilainya maka akan semakin sensitif metode yang digunakan. Sedangkan nilai intersep yang mendekati nol menunjukkan bahwa semakin kecil atau semakin nilai mendekati nol maka interfensi dari contoh atau larutan yang dianalisis akan semakin kecil. Nilai intersep yang ideal adalah harus lebih kecil dari nilai slope. Nilai intersep boleh lebih besar dari nilai slope asalkan nilai intersep tidak lebih besar dari batas deteksi.

2.5.2 *Limit of Detection (LOD) dan Limit of Quantification (LOQ)*

Limit deteksi adalah jumlah terkecil analit dalam contoh yang dapat dideteksi yang masih memberikan respon signifikan dibandingkan dengan blanko dan masih dibawah kondisi yang disepakati. Limit kuantitasi atau biasa disebut juga limit pelaporan (*limit of reporting*) adalah konsentrasi terendah dari analit dalam contoh yang dapat ditentukan dengan tingkat presisi dan akurasi yang dapat diterima, di bawah kondisi pengujian yang disepakati (Riyanto, 2014).

Limit deteksi dan limit kuantisasi tidak dapat dipisahkan karena diantara keduanya terdapat hubungan yang sangat kuat. Secara praktis cara evaluasi keduanya dapat dikatakan tidak ada perbedaan yang signifikan. Perbedaan di antara keduanya hanya pada sifat kuantitatif data yang diperoleh. Nilai LOD dan LOQ dapat ditentukan secara statistik melalui garis regresi linier dari kurva kalibrasi. Nilai tersebut dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$LOD = \frac{3 \times (Sy/x)}{\text{slope}} \dots\dots\dots(2)$$

$$LOQ = \frac{10 \times (Sy/x)}{\text{slope}} \dots\dots\dots(3)$$

$$Sy/x = \sqrt{\frac{\sum(Y-Yi)^2}{n-2}} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

- Y = absorbansi terukur
- Yi = absorbansi persamaan garis lurus
- Sy/x = simpangan baku residual
- n = jumlah pengukuran

2.5.3 Presisi

Presisi adalah ukuran yang menunjukkan derajat kesesuaian antara hasil uji individual, diukur melalui penyebaran hasil individual dari rata-rata jika prosedur diterapkan secara berulang pada sampel-sampel yang diambil dari campuran yang homogen. Presisi diukur sebagai simpangan baku atau simpangan baku relatif (koefisien variasi). Presisi dapat dinyatakan sebagai *repeatability* (keterulangan) atau *reproducibility* (ketertiruan). *Repeatability* adalah keseksamaan metode jika dilakukan berulang kali oleh analis yang sama pada kondisi sama dan dalam interval waktu yang pendek. *Reproducibility* adalah keseksamaan metode jika dikerjakan pada kondisi yang berbeda (Riyanto, 2014).

Untuk mendapatkan nilai presisi, dapat dilakukan dengan melakukan penghitungan pada nilai standar deviasi (SD). Persamaan matematis untuk menentukan besar presisi dari metode uji adalah sebagai berikut:

$$\%RSD = \frac{SD}{\bar{X}} \times 100\% \dots \dots \dots (5)$$

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots \dots \dots (6)$$

$$\%RSD \text{ Horwitz} = 2^{(1-0,5 \log C)} \dots \dots \dots (7)$$

Keterangan :

- SD = Standar Deviasi
- \bar{X} = Rata-rata
- X_i = Pengukuran contoh uji
- n = jumlah pengukuran
- RSD = *Relative Standard Deviation*
- C = fraksi konsentrasi analit

Suatu nilai presisi dinyatakan dalam *Relative Standar Deviation* (%RSD). Besarnya RSD menyatakan tingkat ketelitian analisis, semakin kecil %RSD yang dihasilkan maka semakin tinggi tingkat ketelitiannya. Kriteria seksama diberikan jika metode memberikan simpangan baku relatif (RSD) sebesar 2% atau kurang untuk pengujian lebih dari dua sampel. Untuk sampel duplo menggunakan %RSD dengan syarat kurang dari 10%. Jika nilai %RPD tidak memenuhi syarat maka perlu dicari nilai CV Horwitz.

2.6 Estimasi Ketidakpastian Pengukuran

Ketidakpastian (μ) adalah suatu parameter yang menetapkan rentang nilai yang di dalamnya terdapat nilai benar (*true value*). Ketidakpastian menggabungkan semua kesalahan yang diketahui menjadi suatu rentang tunggal. Nilai ketidakpastian disimbolkan dengan tanda “ \pm ”. Menghitung rentang tunggal tersebut dikenal sebagai pengukuran ketidakpastian (*uncertainty measurement*). Estimasi ketidakpastian dalam analisis kimia ditentukan dengan cara metode *fishbone* (Pramono, 2014) dalam (Rohani *et al.*, 2021).

Estimasi ketidakpastian merupakan indikator yang dapat digunakan untuk menentukan keandalan suatu laboratorium pengujian atau kalibrasi. Ketidakpastian menunjukkan bahwa laboratorium tersebut sudah memperhitungkan faktor kesalahan dalam penentuan nilai *true value*. Ketidakpastian pada hasil didapatkan dari banyak kemungkinan, yaitu sampling, preparasi sampel, efek matriks dan gangguan, kalibrasi instrumen, kondisi lingkungan, ketidakpastian massa dan volumetrik peralatan, nilai acuan, perkiraan dan asumsi yang tergabung dalam metode pengukuran dan prosedur, dan variasi acak (Riyanto, 2014). Ketidakpastian (*uncertainty*) merupakan bagian penting dari hasil analisis kuantitatif sehingga tanpa nilai ketidakpastian pengukuran hasil uji, maka pernyataan dari hasil uji belum lengkap. Adanya estimasi ketidakpastian pengukuran memungkinkan dilakukan perbandingan hasil antar laboratorium yang berbeda atau dalam laboratorium yang sama, atau perbandingan hasil dengan nilai acuan yang diberikan dalam spesifikasi atau standar tertentu (Wardhani & Utami, 2020).

Pada ketidakpastian yang digunakan dalam penelitian ini adalah ketidakpastian kurva kalibrasi, ketidakpastian presisi metode dan ketidakpastian kalibrasi alat. Persamaan matematis yang digunakan dalam menghitung ketidakpastian tersebut adalah sebagai berikut:

a. Ketidakpastian Kurva Kalibrasi

$$\mu_x = \frac{S_{y/x}}{\text{Slope}} \sqrt{\frac{1}{p} + \frac{1}{n} + \frac{(x_{\text{sampel}} - \bar{x})^2}{\sum(x_i - \bar{x})^2}} \dots \dots \dots (8)$$

Keterangan :

SD = Standar Deviasi

\bar{X} = Rata-rata

X_i = Pengukuran contoh uji

- n = jumlah pengukuran
- p = jumlah sampel
- μ_x = nilai ketidakpastian kurva kalibrasi

b. Ketidakpastian Presisi Metode

$$\mu \text{ presisi} = \text{standar deviasi pengujian sampel} \dots \dots \dots (9)$$

c. Ketidakpastian Kalibrasi Alat

$$\text{Ketidakpastian Kalibrasi Alat } (\mu \text{ Kal}) = \frac{\text{Spek Alat}}{\sqrt{3}} \dots \dots \dots (10)$$

$$\text{Ketidakpastian Temperatur } (\mu T) = \frac{\text{Vol.LT} \times \text{Koef. Muai Air} \times \text{Variasi suhu}}{\sqrt{3}} \dots \dots \dots (11)$$

$$\text{Ketidakpastian Alat } (\mu \text{ Vlt}) = \sqrt{\mu \text{ Kal}^2 + \mu T^2} \dots \dots \dots (12)$$

d. Ketidakpastian Gabungan

$$\mu \text{ gabungan} = \text{Kadar sampel} \sqrt{\left(\frac{\mu x}{X}\right)^2 + \left(\frac{\mu w}{W}\right)^2} \dots \dots (13)$$

Ketidakpastian gabungan merupakan gabungan dari semua nilai ketidakpastian yang sudah dihitung sebelumnya menjadi satu nilai ketidakpastian. Dalam hal ini dapat diketahui bahwa dalam satu pengujian kadar memiliki sumber ketidakpastian dengan satuan yang berbeda-beda.

e. Ketidakpastian Gabungan Diperluas

$$U = k \times \mu \text{gabungan} \dots \dots \dots (14)$$

Nilai ketidakpastian diperluas ditentukan dengan menggunakan nilai ketidakpastian gabungan dikali dengan faktor cakupan (k) dengan tingkat kepercayaan 95% sehingga nilai faktor cakupan (k) yang digunakan dalam perhitungan ketidakpastian diperluas adalah 1,96 atau 2.

Nilai ketidakpastian yang diperoleh masih termasuk kategori baik apabila besar nilai ketidakpastian <30% dari kadar sampel yang digunakan dalam pengujian (Riyanto, 2014).

BAB III

METODOLOGI

3.1 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah neraca analitik, sentrifuse, spektrofotometer Uv-Vis double-beam, pipet volume 5mL, pipet ukur (ukuran 1mL, 2mL dan 5mL, labu ukur (ukuran 100mL, 200mL, 500mL, 1L), vortex mixer, tabung reaksi, ball pipet, kuvet, penangas air, gelas ukur dan gelas beker 100mL, lumpang dan alu.

3.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah daun teh, akuades, pereaksi fenol Folin-ciocalteau (Merck), pereaksi fenol Folin-ciocalteau 10%, Na₂CO₃ 7,5% (Merck), asam galat (Sigma-Aldrich), metanol p.a (Sigma- Aldrich) dan Metanol 70 % (Sigma-Aldrich).

3.3 Prosedur Kerja

3.3.1 Preparasi Sampel

Mengambil sampel daun teh sebanyak satu sendok teh kemudian dihaluskan dengan cara ditumbuk dengan lumpang dan alu kemudian dimasukkan ke dalam wadah yang tertutup.

3.3.2 Preparasi Larutan

1. Pembuatan Metanol 70%

Sebanyak 700mL methanol p.a diambil dan dimasukkan ke dalam labu ukur 1L kemudian diencerkan dengan akuades sampai tanda tera dan dilakukan proses agar homogen.

2. Pembuatan Pereaksi Fenol Folin Ciocelteu 10%

Sebanyak 20mL fenol folin ciocelteu dipipet dan dimasukkan ke dalam labu ukur 200mL. Larutan ditepatkan dengan menggunakan akuades dan kemudian dihomogenkan.

3. Pembuatan Larutan Sodium Karbonat (Na₂CO₃) 7,5%

Sebanyak 37,50 gram natrium karbonat anhidrat ditimbang dan dimasukkan ke dalam labu ukur 500mL. Larutan ditepatkan dengan menggunakan akuades dan kemudian dihomogenkan.

3.3.3 Pembuatan larutan baku asam galat

a. Pembuatan larutan baku asam galat 1000ppm

Sebanyak 0,11 gram asam galat monohidrat ditimbang dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100mL. Larutan ditepatkan dengan menggunakan akuades dan kemudian dihomogenkan.

b. Pembuatan larutan standar asam galat 10ppm

Sebanyak 1mL larutan baku asam galat dipipet dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100mL. Larutan ditepatkan dengan menggunakan akuades dan dihomogenkan.

c. Pembuatan larutan standar asam galat 20ppm

Sebanyak 2mL larutan baku asam galat dipipet dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100mL. Larutan ditepatkan dengan menggunakan akuades dan dihomogenkan.

d. Pembuatan larutan standar asam galat 30ppm

Sebanyak 3mL larutan baku asam galat dipipet dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100mL. Larutan ditepatkan dengan menggunakan akuades dan dihomogenkan.

e. Pembuatan larutan standar asam galat 40ppm

Sebanyak 4mL larutan baku asam galat dipipet dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100mL. Larutan ditepatkan dengan menggunakan akuades dan dihomogenkan.

f. Pembuatan larutan standar asam galat 50ppm

Sebanyak 5mL larutan baku asam galat dipipet dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100mL. Larutan ditepatkan dengan menggunakan akuades dan dihomogenkan.

3.3.4 Pembuatan deret standar

Sebanyak 1mL masing-masing larutan standar asam galat 10ppm, 20ppm, 30ppm, 40ppm, 50ppm dan dimasukkan ke dalam gelas beker 10mL, kemudian masing-masing ditambahkan 5mL pereaksi fenol folin ciocalteu. Setelah itu masing-masing

ditambahkan 4mL larutan sodium karbonat 7,5%. Kemudian diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 765 nm.

3.3.5 Penentuan kadar polifenol

Sebanyak 0,2 gram sampel ditimbang dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian memanaskan metanol 70% pada suhu 70°C selama 10 menit dan diaduk menggunakan vortex mixer, kemudian memanaskan sampel yang telah ditambahkan metanol 70% selama 10 menit pada suhu 70°C. Kemudian didinginkan sampai suhu ruang dan dilakukan sentrifuse dengan kecepatan 3500rpm selama 10 menit. Kemudian dipisahkan supernatan hingga volumenya 10mL. Sebanyak 1mL ekstrak sampel dipipet kedalam labu ukur 100mL. Larutan ditepatkan dengan menggunakan akuades dan dihomogenkan. Sebanyak 1mL ekstrak sampel yang telah diencerkan dipipet kedalam gelas beker 10mL lalu ditambahkan 5mL pereaksi fenol folin ciocalteu kemudian ditambahkan 4mL larutan sodium karbonat dan diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 765 nm dan dilakukan pengerjaan triplo.

3.4 Prinsip Kerja

Polifenol diekstrak dari contoh uji daun teh menggunakan metanol 70% pada suhu 70°C. Polifenol terekstrak diukur secara kolorimetri menggunakan pereaksi fenol folin ciocalteu. Pereaksi mengandung asam fosfo-tungstat sebagai oksidan dimana pada proses reaksi reduksi gugus hidroksi fenolat teroksidasi menghasilkan kompleks biru molibdenum-tungsten yang dibaca pada gelombang λ 765 nm. Pereaksi fenol folin ciocalteu bereaksi dengan berbagai senyawa polifenol meskipun reaksi dengan masing masing jenis polifenol yang beragam pemilihan asam galat sebagai standar kalibrasi dapat digunakan untuk mengukur kadar polifenol total.

3.5 Perhitungan Penentuan Kadar Polifenol

Larutan polifenol yang telah dilakukan penelitian ditempatkan pada spektrofotometri UV-Visible dengan panjang gelombang λ 765 nm untuk diukur serapannya. Kemudian dilakukan pencarian kadar polifenol dengan menggunakan perhitungan.

$$\text{Konsentrasi (mg/L)} = \frac{\text{Rata-rata Absorbansi} - \text{Intersep}}{\text{Slope}} \dots\dots\dots (15)$$

3.5.1 Perhitungan linearitas

Pengukuran dari nilai absorbansi yang didapatkan dari penelitian larutan kemudian dilakukan perhitungan dengan melakukan persamaan regresi linear untuk mendapatkan nilai intersep dan slope.

$$y = bx + a \dots\dots\dots(16)$$

3.5.2 Perhitungan nilai LOD dan LOQ

Hasil perhitungan yang didapatkan dari persamaan regresi linear kemudian menjadi bahan untuk melakukan perhitungan LOD dan LOQ. Perhitungan LOD dan LOQ ini akan menghasilkan nilai batas untuk deteksi dan kuantifikasi.

$$LOD = \frac{3 \times (Sy/x)}{\text{slope}} \dots\dots\dots(17)$$

$$LOQ = \frac{10 \times (Sy/x)}{\text{slope}} \dots\dots\dots(18)$$

$$Sy/x = \sqrt{\frac{\sum(Y-Y_i)^2}{n-2}} \dots\dots\dots(19)$$

3.5.3 Perhitungan nilai presisi

Nilai yang didapatkan dari absorbansi kemudian dilakukan uji presisi untuk mengetahui kedekatan atau kesesuaian antara hasil uji yang satu dengan yang lainnya pada serangkaian pengujian.

$$\%RSD = \frac{SD}{\bar{X}} \times 100\% \dots\dots\dots(20)$$

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(21)$$

$$\%RSD \text{ Horwitz} = 2^{(1-0,5 \log C)} \dots\dots\dots(22)$$

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penentuan Kadar Polifenol

Penentuan kadar polifenol tersedia dalam sampel dilakukan dengan alat Spektrofotometri UV-Visible double-beam pada panjang gelombang (λ) 765 nm sebanyak 3 kali pengulangan. Sebelum dilakukan analisis, dilakukan preparasi terlebih dahulu pada sampel teh. Preparasi sampel teh dilakukan dengan menumbuk menggunakan lumpang dan alu porselen. Kadar polifenol tersedia ditentukan dengan cara mengolah sampel teh sebanyak 0,2 gram kemudian dilakukan proses pengukuran dengan menggunakan penambahan pereaksi fenol folin ciocalteu. Setelah itu masing-masing ditambahkan 4mL larutan sodium karbonat 7,5%. Kemudian diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 765 nm hingga didapatkan nilai absorbansi. Absorbansi larutan diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang (λ) 765 nm. Hasil dari absorbansi polifenol terdapat pada Tabel 4.1.

4.2 Perhitungan Linearitas

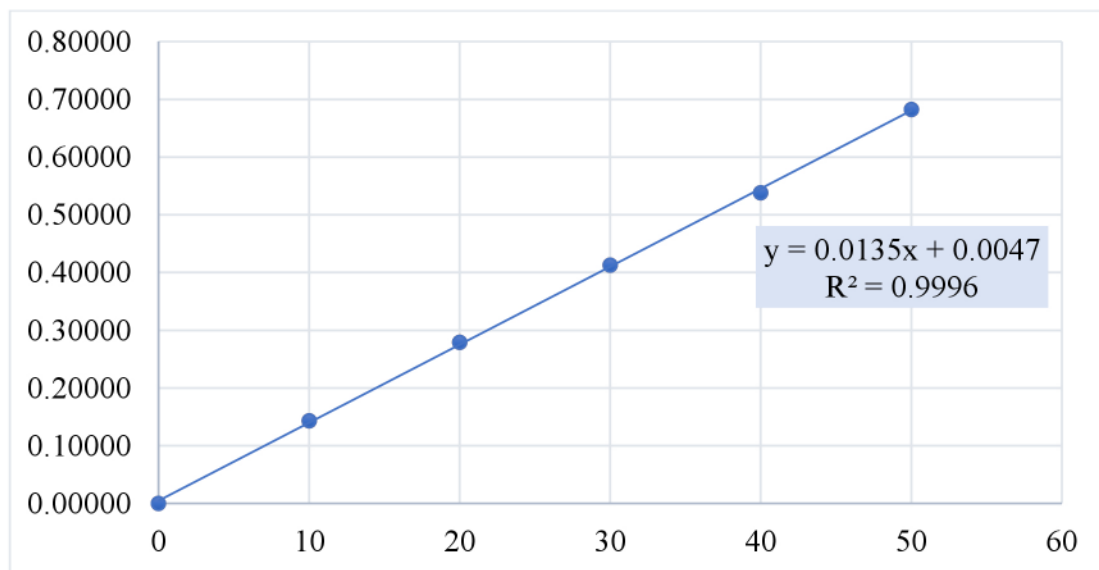
Uji linearitas bertujuan untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi analit dengan respon yang diberikan oleh instrumen. Uji linearitas pada penentuan polifenol pada daun teh dilakukan dengan cara membuat larutan standar menggunakan larutan induk standar asam galat dengan konsentrasi 1000 mg/L. Pengujian linearitas pada penentuan polifenol tersedia dalam teh dilakukan dengan membuat larutan polifenol dengan variasi konsentrasi 0; 10; 20; 30; 40; dan 50 mg/L dari larutan standar asam galat 1000 mg/L kemudian diukur nilai absorbansi dengan instrumen spektrofotometri UV-Visible pada panjang gelombang (λ) 765 nm.

Tabel 4. 1 Absorbansi Larutan Polifenol

Konsentrasi Standar Polifenol (mg/L)	Absorbansi Polifenol
0	0,00000
10	0,14314
20	0,27898
30	0,41292

Konsentrasi Standar Polifenol (mg/L)	Absorbansi Polifenol
40	0,53806
50	0,68253

Hasil uji linearitas menunjukkan bahwa terdapat korelasi antara nilai konsentrasi dengan absorbansi larutan standar asam galat yang dibuktikan dengan semakin tinggi pola nilai absorbansi yang terbaca oleh alat Spektrofotometer UV-Vis. Nilai absorbansi yang dihasilkan dari pengukuran larutan standar asam galat yang kemudian digunakan untuk membuat kurva kalibrasi. Kurva kalibrasi dibuat untuk mengetahui linearitas suatu metode yang menunjukkan kemampuan suatu metode analisis untuk memberikan respon yang proporsional terhadap konsentrasi analit dan kurva kalibrasi dijadikan sebagai standar dalam pengukuran sampel.



Gambar 4. 1 Kurva Kalibrasi Larutan

Persamaan regresi yang diperoleh untuk uji polifenol total yaitu $y = 0,0135x + 0,0047$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9996 dan koefisien korelasi (r) sebesar 0,9998. Slope (b) sebesar 0,0135 dan intersep (a) sebesar 0,0047. Nilai slope yaitu 0,0135 lebih besar dari nilai intersep 0,0047 dan nilai intersep mendekati nol yang artinya kondisi alat menunjukkan sensitifitas yang bagus. Uji linearitas untuk metode penentuan kadar polifenol dalam teh menghasilkan koefisien korelasi (r) $\geq 0,9995$ sehingga

memenuhi kriteria keberterimaan artinya metode yang digunakan untuk rentang konsentrasi yang diukur baik.

4.3 Perhitungan *Limit of Detection (LOD)* dan *Limit of Quantification (LOQ)*

Limit of detection (LOD) merupakan konsentrasi analit terkecil dalam sampel yang dapat dideteksi dan masih memberikan respon yang signifikan dibandingkan dengan blanko. Sedangkan *limit of quantification (LOQ)* merupakan konsentrasi terkecil analit dalam sampel yang masih dapat memenuhi kriteria cermat dan seksama (Yuliana et al., 2022). Batas deteksi dan kuantitasi dapat dihitung secara statistik melalui garis regresi linier. Berikut merupakan perhitungan dari LOD dan LOQ dari kadar polifenol:

Tabel 4. 2 Perhitungan LOD dan LOQ

No.	C Polifenol (mg/L)	Absorbansi Polifenol (Y)	Yi	Y-Yi	(Yi-Y) ²
1	0	0,00000	0,00465	-0,00465	0,000021646
2	10	0,14314	0,13985	0,00329	0,000010808
3	20	0,27898	0,27505	0,00393	0,000015425
4	30	0,41292	0,41025	0,00267	0,000007116
5	40	0,53806	0,54545	-0,00739	0,000054649
6	50	0,68253	0,68065	0,00188	0,000003525
				$\sum(Y-Y_i)^2$	0,000113168
				Sy/x	0,005319029
				LOD	1,180432524
				LOQ	3,934775081

Berdasarkan Tabel 4.2 didapatkan hasil nilai LOD sebesar 1,1804 mg/L dan LOQ sebesar 3,9347 mg/L. Kriteria nilai LOD yang baik yaitu apabila nilai LOD lebih besar daripada nilai intersep. Diketahui bahwa nilai intersep sebesar 0,0047 maka nilai LOD termasuk ke dalam kriteria nilai LOD yang baik karena nilainya lebih besar dari intersep ($1,1804 > 0,0047$). Sedangkan nilai LOQ yang baik yaitu apabila konsentrasi sampel yang diuji lebih besar dari nilai LOQ. Pada penelitian ini nilai konsentrasi sampel adalah sebesar 13,67% sedangkan nilai LOQ adalah 3,9347 mg/L sehingga nilai LOQ termasuk ke dalam kriteria baik dan dapat diterima.

4.4 Perhitungan Uji Presisi

Pengujian presisi yang dilakukan dalam pengujian adalah dengan melakukan *repeatability* (keterulangan) sampel sebanyak tiga kali. Berdasarkan hasil pengulangan ini didapatkan hasil konsentrasi polifenol dalam teh sebesar 13,67%. Uji presisi ini menggambarkan seberapa dekat hasil satu sama lain dalam sebuah metode analisis yang dilakukan berulang kali oleh analis, alat, dan kondisi yang sama dalam interval waktu yang singkat. Nilai presisi dengan keterulangan sampel lebih dari dua menggunakan %RSD (*Relative Standard Deviation*) dengan syarat keberterimaan $\leq 2\%$. Jika $\%RSD \leq 2\%$ maka perlu dicari *Coefficient Variance Horwitz* (CV Horwitz) dengan syarat $\%RSD < 2/3 \% CV$ Horwitz. Tabel 4.3 berikut merupakan hasil perhitungan uji presisi dari kadar polifenol dalam teh dengan sampel berjumlah 3 sampel.

Tabel 4. 3 Uji Presisi Kadar Polifenol

Sampel	Absorbansi	Konsentrasi	Rata-rata konsentrasi (Xi)	(Xi- \bar{X}) ²
1	0,37425	27,3411	27,3431	0,000003891
2	0,37427	27,3426		0,000000243
3	0,37431	27,3456		0,000006080
$\Sigma(Xi-\bar{X})^2$				0,000010215
SD				0,00225999
%RSD				0,0082652883%

Hasil penentuan presisi pada larutan polifenol total menunjukkan nilai %RSD (*Relative Standard Deviation*) sebesar 0,0082%. Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa hasil %RSD dari polifenol dalam hasil yang baik karena memenuhi syarat keberterimaan yaitu $\leq 12\%$, sehingga metode yang digunakan memiliki tingkat presisi yang baik karena telah memenuhi syarat keberterimaan dari nilai presisi yang telah ditetapkan.

4.5 Perhitungan Penentuan Kadar Polifenol Total Pada Teh Kering Kemasan

Dilakukan pengujian presisi yang dengan melakukan *repeatability* (keterulangan) sampel sebanyak tiga kali. Tabel 4.4 berikut merupakan tabel yang berisi mengenai perhitungan kadar polifenol total dalam produk teh kering kemasan yang dilakukan pengujian di BPSMB Surakarta.

Tabel 4. 4 Perhitungan Kadar Polifenol Total

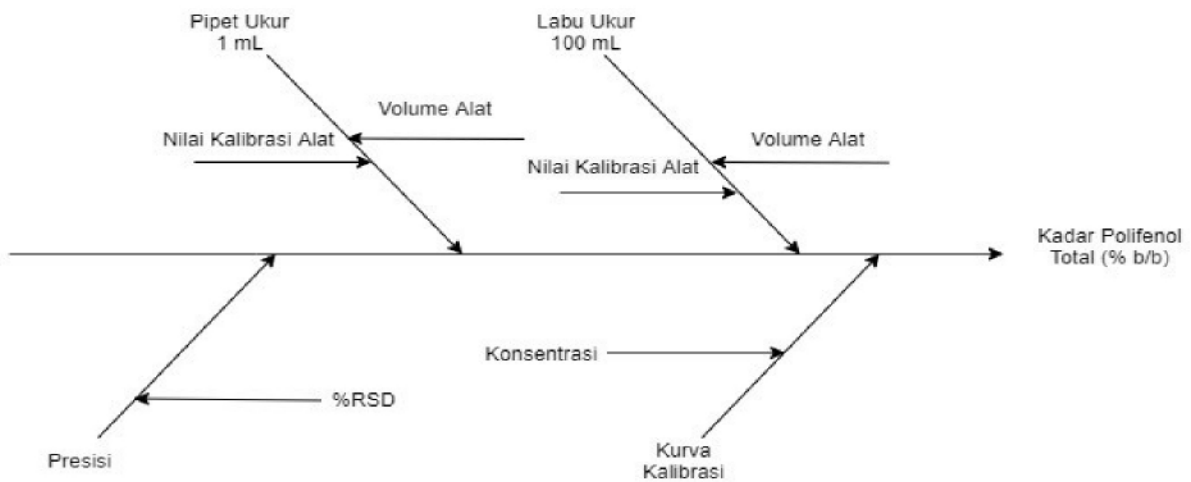
Sampel	Abs alat	C kurva (mg/L)	W (g)	Vol ekstrak (ml)	P	C	C rata-rata
1	0,37425	27,3411	0,2	10	100	13,6706	
2	0,37427	27,3426	0,2	10	100	13,6713	13,67%
3	0,37431	27,3456	0,2	10	100	13,6728	

Berdasarkan hasil pengulangan ini didapatkan hasil rata-rata konsentrasi polifenol dalam teh kering kemasan adalah sebesar 13,67%. Hasil ini kemudian dilakukan analisis dengan membandingkan dengan kandungan minimal total polifenol dalam teh kering kemasan sesuai dengan SNI 6836:2013. Nilai minimal untuk polifenol dalam teh pada SNI 6836:2013 adalah sebesar 5,2% sedangkan hasil pengujian adalah sebesar 13,67%. Berdasarkan batas minimal kandungan yang ditentukan oleh SNI, maka hasil penelitian sudah mencukupi bahkan melebihi batas kandungan polifenol dalam teh.

3.6 Penentuan Ketidakpastian Pengukuran

Ketidakpastian (μ) adalah suatu parameter yang menetapkan rentang nilai yang di dalamnya terdapat nilai benar (*true value*) dan memadukan semua kesalahan yang diketahui menjadi satu rentang tunggal. Pada penelitian ini dilakukan perhitungan ketidakpastian pengukuran untuk mengetahui estimasi ketidakpastian pengukuran dalam menentukan kadar polifenol total dalam teh. Tujuan dilakukan perhitungan estimasi ketidakpastian adalah untuk memberikan jaminan mutu bahwa nilai yang diperoleh dari suatu pengujian penentuan kadar polifenol total dalam teh telah lengkap dan akurat.

Penentuan penyumbang nilai ketidakpastian pengukuran dapat mengetahui berbagai jenis sumber ketidakpastian yang didapatkan dengan menggunakan diagram tulang ikan yang ditunjukkan pada Gambar 4.2 berikut.



Gambar 4. 2 Diagram Tulang Ikan Sumber Ketidakpastian

Berdasarkan diagram tulang ikan di atas dapat diketahui bahwa penyumbang nilai ketidakpastian dari perhitungan kadar total polifenol adalah bersumber dari kurva kalibrasi, nilai presisi dan kalibrasi alat ukur berupa pipet ukur 1mL dan labu takar 100mL. Setelah diketahui sumber yang menyebabkan ketidakpastian maka dilakukan penentuan nilai ketidakpastian pengukuran. Perhitungan ketidakpastian yang dilakukan dalam penelitian ini dipaparkan dalam perhitungan berikut.

4.6.1 Ketidakpastian kurva kalibrasi

Diketahui persamaan regresi linear dari kurva kalibrasi standar polifenol yaitu $y = 0,0135x + 0,0047$. Berdasarkan nilai tersebut dilakukan perhitungan nilai ketidakpastian dari kurva kalibrasi yaitu sebagai berikut:

Tabel 4. 5 Sumber Ketidakpastian Kurva Kalibrasi

C Polifenol (Mg/L)	A (Abs Polifenol)	Xi (Mg/L)	$(Xi - \bar{X})^2$
0	0,00000	-0,348148148	644,0504034
10	0,14314	10,25481481	218,3060973
20	0,27898	20,31703704	22,21201989
30	0,41292	30,23851852	27,12866516
40	0,53806	39,50814815	209,6167738
50	0,68253	50,20962963	634,0137483
Rata-Rata		25,03	
Jumlah			1755,327708
Sy/x			0,005319029
Slope			0,0135
P			3

C Polifenol (Mg/L)	A (Abs Polifenol)	Xi (Mg/L)	$(Xi-\bar{X})^2$
	N	6	
	$(Xi-\bar{X})^2$	5,3505	
	$\sum (Xi-\bar{X})^2$	1755,327708	
	μ_{reg}	0,279449515	

Berdasarkan tabel 4.5 didapatkan nilai ketidakpastian dari labu takar adalah sebesar 0,27944 mg/L.

4.6.2 Ketidakpastian presisi metode

Presisi pengukuran diuji secara kuantitatif dengan menganalisis 3 jenis sampel yang sama secara berulang dan dihitung nilai simpangan bakunya (SD). Berdasarkan uji presisi yang dilakukan dihitung ketidakpastian presisi metode yang disajikan pada tabel 4.6 berikut ini.

Tabel 4. 6 Sumber Ketidakpastian Presisi Metode

Contoh Uji	Absorbansi	Konsentrasi (mg/L)	$\mu_{presisi}$
Sampel 1	0,37425	27,3411	
Sampel 2	0,37427	27,3426	0,002259987
Sampel 3	0,37431	27,3456	

Berdasarkan Tabel 4.6 didapatkan nilai ketidakpastian dari labu takar adalah sebesar 0,00225 mg/L.

4.6.3 Ketidakpastian kalibrasi alat

1. Ketidakpastian Labu Takar 100mL

Pada labu takar 100mL yang digunakan dalam menentukan kadar polifenol memiliki nilai ketidakpastian sebesar $\pm 0,1$ mL yang diukur pada suhu 20°C, maka nilai ketidakpastian dari labu takar adalah sebagai berikut yang ada pada Tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Sumber Ketidakpastian Labu Takar 100mL

Kalibrasi Alat	K	Koef Muai Air	V Labu Takar	Variasi Suhu	μ Kal	μt	μvlt
0,1	1,732	0,00021	100	20	0,0577	0,2424	0,2492

Berdasarkan Tabel 4.7 didapatkan nilai ketidakpastian dari labu takar adalah sebesar 0,2492 mL.

2. Ketidakpastian Pipet Ukur 1mL

Pada pipet ukur 1mL yang digunakan dalam menentukan kadar polifenol memiliki nilai ketidakpastian sebesar $\pm 0,006$ mL yang diukur pada suhu 20°C, maka nilai ketidakpastian dari pipet adalah sebagai berikut yang ada pada Tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Sumber Ketidakpastian Pipet Ukur 1mL

Kalibrasi Alat	K	Koef Muai Air	V Pipet Ukur	Variasi Suhu	μ Kal	μt	μvlt
0,006	1,732	0,00021	1	20	0,00346	0,00242	0,00422

Berdasarkan Tabel 4.8 didapatkan nilai ketidakpastian pipet ukur adalah sebesar 0,00422 mL.

4.6.4 Ketidakpastian gabungan dan ketidakpastian diperluas

Sumber-sumber ketidakpastian pada penentuan kadar polifenol dengan metode spektrofotometri UV-Vis adalah ketidakpastian kurva kalibrasi, ketidakpastian presisi metode dan ketidakpastian kalibrasi alat. Penentuan nilai ketidakpastian hasil pengujian secara keseluruhan dapat diperoleh dengan menentukan ketidakpastian gabungan.

Tabel 4. 9 Sumber Ketidakpastian Kadar Polifenol

Sumber Ketidakpastian	Nilai (x)	Satuan	μ	μ/X	$(\mu/X)^2$
Kurva Kalibrasi	27,3431	mg/L	0,279449	0,0102201	0,000104
Presisi	0,0082	%	0,002259	0,0000008	0,000000
Pipet Ukur 1ml	1	ml	0,004228	0,0042284	0,000018
Labu Takar 100ml	100	ml	0,249265	0,002492	0,000006

Sumber	Nilai (x)	Satuan	μ	μ/X	$(\mu/X)^2$
Ketidakpastian					
Kadar Polifenol	13,67	%			
				Jumlah	0,000129
				Ketidakpastian Gabungan	0,155004
				Ketidakpastian Gabungan Diperluas	0,310009
				Pelaporan	$(13,67 \pm 0,31)$ mg/L

Berdasarkan Tabel 4.9 dapat diketahui ketidakpastian diperluas dari pengujian kali ini sebesar $\pm 0,31\%$. Hal ini berarti rentang konsentrasi polifenol yang di dalamnya terdapat nilai benar antara 13,36 mg/L sampai 13,98 mg/L. Nilai ketidakpastian yang diperoleh masih termasuk baik karena besarnya masih $<30\%$ dari kadar sampel yang digunakan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian penentuan polifenol total dalam daun teh menggunakan spektrofotometer *uv-visible* dapat disimpulkan bahwa:

1. Kadar polifenol total dalam sampel daun teh kering dalam kemasan diperoleh sebesar 13,67%. Hasil tersebut telah memenuhi syarat keberterimaan kandungan polifenol yang ditetapkan pada SNI 3836:2013 mengenai teh kering dalam kemasan yaitu minimal 5,2%.
2. Hasil penentuan kadar polifenol total diperoleh linearitas (R^2) sebesar 0,9996; nilai presisi (%RSD) sebesar 0,0082%; LOD sebesar 1,1804 mg/L dan LOQ sebesar 3,3947 mg/L. Dari seluruh hasil tersebut dapat diketahui bahwa seluruhnya dalam kriteria baik dan mencukupi karena memenuhi syarat keberterimaan. Hasil nilai pelaporan dari estimasi ketidakpastian menunjukkan nilai $(13,67 \pm 0,31)$ mg/L yang berarti rentang konsentrasi polifenol yang di dalamnya terdapat nilai benar antara 13,36 mg/L sampai 13,98 mg/L. Nilai ketidakpastian yang diperoleh masih termasuk baik karena besarnya masih <30% dari kadar sampel yang digunakan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil praktik kerja lapangan yang dilaksanakan di Laboratorium Balai Pengujian dan Sertifikasi Mutu Barang Surakarta, peneliti menyarankan sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan pengecekan suhu dan kondisi yang baru terhadap reagen yang akan digunakan.
2. Perlu dilakukan pengukuran kontrol akurasi dan perbandingan dengan instrument lain seperti spektrofotometri serapan atom atau metode lain untuk melihat perbandingan hasil presisi dari pengujian polifenol pada teh.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, F., Achyadi, N. S., & Sutrisno, A. D. (2017). Teh hijau dan konsentrasi gula stevia (. *Jurnal Penelitian Tugas Akhir*, 1–12.
- Badan Standarisasi Nasional. (2013). SNI 3836:2013 Persyaratan Mutu Teh Kering Dalam Kemasan. *Badan Standardisasi Nasional*.
- Dewi Anjarsari, I. R. (2016). Katekin teh Indonesia : prospek dan manfaatnya. *Kultivasi*, 15(2), 99–106. <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v15i2.11871>
- Dhianawaty, D., & Ruslin. (2015). Kandungan Total Polifenol dan Aktivitas Antioksidan dari Ekstrak Metanol Akar *Imperata cylindrica* (L) Beauv. (Alang-alang). *Majalah Kedokteran Bandung*, 47(1), 60–64. <https://doi.org/10.15395/mkb.v47n1.398>
- Fitriani, E., Sanuddin, M., Studi Farmasi, P., Harapan Ibu Jambi, S., Tarmizi kadir No, J., Baru, P., Jambi Selatan, K., & Penulis, K. (2020). Penetapan Kadar Polifenol Ekstrak Dan Fraksi Kulit Pinang (*Areca catechu* L.) Dengan Metode Spektrofotometri Uv-Vis Determination of Extract Polyphenol Content and *Areca* (*Areca catechu* L.) Skin Fraction by UV-Vis Spectrophotometry Methode. *Journal of Healthcare Technology and Medicine*, 6(1), 2615–109.
- Habiburrohman, D., & Sukohar, A. (2018). Aktivitas Antioksidan dan Antimikrobal pada Polifenol Teh Hijau. *Agromedicine Unila*, 5(2), 587–591.
- Irawan, A. (2019). Kalibrasi Spektrofotometer Sebagai Penjaminan Mutu Hasil Pengukuran dalam Kegiatan Penelitian dan Pengujian. *Indonesian Journal of Laboratory*, 1(2), 1. <https://doi.org/10.22146/ijl.v1i2.44750>
- Kiranawati, S. (2021). Plagiat Merupakan Tindakan Tidak Terpuji Plagiat Merupakan Tindakan Tidak Terpuji. *Repository.Usd.Ac.Id*, 1–85.
- Noriko, N. (2013). Potensi Daun Teh (*Camellia sinensis*) dan Daun Anting-anting *Acalypha indica* L. dalam Menghambat Pertumbuhan *Salmonella typhi*. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains Dan Teknologi*, 2(2), 104. <https://doi.org/10.36722/sst.v2i2.131>
- Padamani, E., Ngginak, J., & Lema, A. T. (2020). Analisis Kandungan Polifenol Pada Ekstrak Tunas Bambu Betung (*Dendrocalamus asper*). *Bioma : Jurnal Biologi Dan Pembelajaran Biologi*, 5(1), 52–65. <https://doi.org/10.32528/bioma.v5i1.3688>
- Pawestri, S., Wijayanti, R., & Kurnianto, D. (2021). Kajian Pustaka: Potensi Kandungan Polifenol pada *Sargassum* sp. sebagai Alternatif Penanganan Diabetes Mellitus Tipe 2. *Jurnal Ilmu Pangan Dan Hasil Pertanian*, 6(2), 13–34.

<https://doi.org/10.26877/jiphp.v5i2.8988>

- Prasetia, H., Setiawan, A. A. R., Bardant, T. B., Muryanto, ., Randy, A., Haq, M. S., Mastur, A. I., Harianto, S., Annisa, N., & Sulaswatty, A. (2020). Studi Pola Konsumsi Teh Di Indonesia Untuk Mendukung Diversifikasi Produk Yang Berkelanjutan (A Study of Tea Consumption Pattern in Indonesia Toward Sustainable Product Diversification). *Biopropal Industri*, 11(2), 107. <https://doi.org/10.36974/jbi.v11i2.6249>
- Ramadhani, F. (2013). Daya Saing Teh Indonesia Di Pasar Internasional. *Economics Development Analysis Journal*, 2(4), 468–475. <https://doi.org/https://doi.org/10.15294/edaj.v2i4.3214>
- Rohani, S., Kurniah, K., & Nurjannah, N. (2021). Estimasi Ketidakpastian Pengukuran Dalam Metode Penentuan Total Suspended Solid (Tss) Secara Gravimetri. *Buletin Teknik Litkayasa Akuakultur*, 19(2), 109. <https://doi.org/10.15578/blta.19.2.2021.109-112>
- Sidabalok, S. (2018). Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Ekspor Komoditas Teh Indonesia. *Jurnal Penelitian Pendidikan Sosial Humaniora*, 2(2), 276–281. <https://doi.org/10.32696/jp2sh.v2i2.67>
- Siddiq, H. B. H. F., Riyuwani, J., Dewi, R. D. Y., & Lill. (2017). Penentuan Kadar Polifenol Ekstrak Teh Kemasan dengan Metode Remaserasi Menggunakan Spektrofotometer Uv-Vis. *Jurnal Ilmiah Kesehatan*, 2(1), 7–13.
- Sinensis, C., & Pertumbuhan, T. (2022). *Pengaruh ekstrak etanol teh hijau* (. 12(1).
- Teh, A. T. (2013). *Bl013562*. 6–23.
- Wardhani, D. S., & Utami, D. P. (2020). Perhitungan Estimasi Ketidakpastian Metode Pengukuran Nitrit (N-No2) Secara Spektrofotometri. *Buletin Teknik Litkayasa Akuakultur*, 18(2), 107. <https://doi.org/10.15578/blta.18.2.2020.107-113>
- Warono, D., & Syamsudin. (2013). Unjuk Kerja Spektrofotometer Analisa Zat Aktif Ketoprofein. *Konversi*, 2, 60.
- Yuliana, P., Huda, T., & Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, F. (2022). Penentuan Kadar Nitrit Pada Kangkung Menggunakan Spektrofotometri Uv-Visible. In *Journal Education and Chemistry* (Vol. 4, Issue 2).

LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan Pembuatan Larutan Polifenol

1. Perhitungan Larutan Standar

$$\text{Rumus : } V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2$$

Keterangan : V_1 : Volume larutan yang akan diambil (mL)

C_1 : Konsentrasi awal larutan (mg/L)

V_2 : Volume larutan yang akan dibuat (mL)

C_2 : Konsentrasi larutan yang akan dibuat (mg/L)

Konsentrasi 10 ppm

$$V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2$$

$$V_1 \times 1000 \text{ ppm} = 100 \text{ mL} \times 10 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 1 \text{ mL}$$

Konsentrasi 20 ppm

$$V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2$$

$$V_1 \times 1000 \text{ ppm} = 100 \text{ mL} \times 20 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 2 \text{ mL}$$

Konsentrasi 30 ppm

$$V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2$$

$$V_1 \times 1000 \text{ ppm} = 100 \text{ mL} \times 30 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 3 \text{ mL}$$

Konsentrasi 40 ppm

$$V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2$$

$$V_1 \times 1000 \text{ ppm} = 100 \text{ mL} \times 40 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 4 \text{ mL}$$

Konsentrasi 50 ppm

$$V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2$$

$$V_1 \times 1000 \text{ ppm} = 100 \text{ mL} \times 50 \text{ ppm}$$

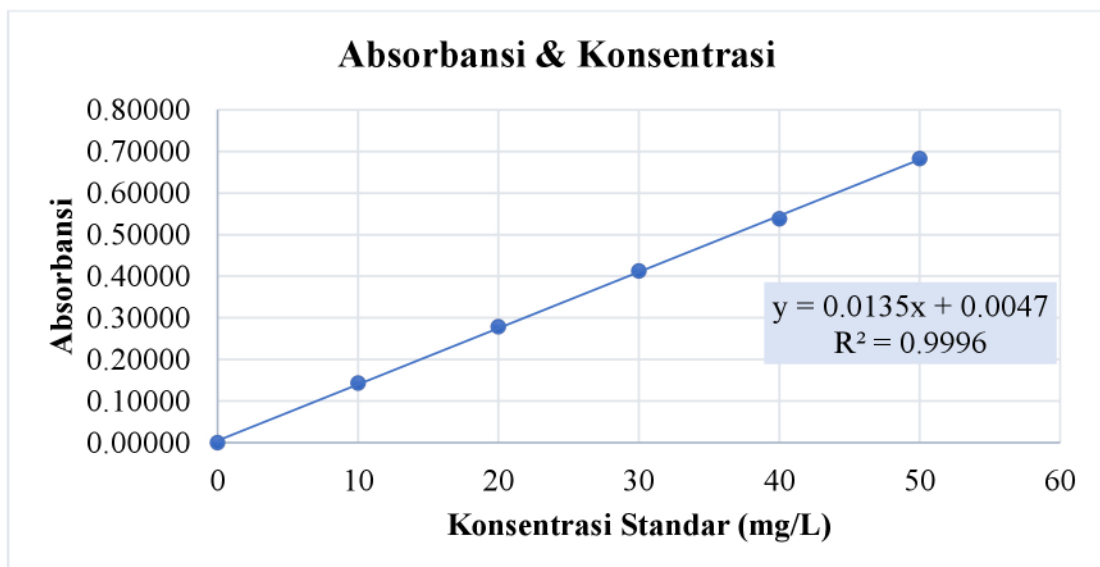
$$V_1 = 5 \text{ mL}$$

Lampiran 2 Pengujian Linearitas

▪ Data Absorbansi Larutan Polifenol

Konsentrasi Standar Polifenol (mg/L)	Absorbansi Polifenol
0	0,00000
10	0,14314
20	0,27898
30	0,41292
40	0,53806
50	0,68253

▪ Kurva Kalibrasi Standar Polifenol



▪ Data yang Diperoleh Berdasarkan Kurva Kalibrasi Standar

Jenis Data	Hasil
Persamaan Linear	$y = 0,0135x + 0,0047$
Slope	0,01352
Intersep	0,00470
R^2	0,99965
r	0,99982

Lampiran 3 Perhitungan Nilai LOD dan LOQ

- **Tabel Penentuan LOD dan LOQ**

NO	C Polifenol (mg/L)	Absorbansi Polifenol (Y)	Yi	Y-Yi	(Yi-Y) ²
1	0	0,00000	0,00465	-0,00465	0,000021646
2	10	0,14314	0,13985	0,00329	0,000010808
3	20	0,27898	0,27505	0,00393	0,000015425
4	30	0,41292	0,41025	0,00267	0,000007116
5	40	0,53806	0,54545	-0,00739	0,000054649
6	50	0,68253	0,68065	0,00188	0,000003525
				$\Sigma(Y-Yi)^2$	0,000113168
				Sy/x	0,005319029
				LOD	1,180432524
				LOQ	3,934775081

- **Perhitungan Yi**

Rumus : $b(x) + a$

Keterangan:

b : slope

x : konsentrasi standar yang dipakai

a : intersep

Konsentrasi 0%

$$Yi = 0,01352 (0) + 0,00465$$

$$= 0,00465$$

Konsentrasi 10%

$$Yi = 0,01352 (10) + 0,00465$$

$$= 0,13985$$

Konsentrasi 20%

$$Yi = 0,01352 (20) + 0,00465$$

$$= 0,27505$$

Konsentrasi 30%

$$Y_i = 0,01352 (30) + 0,00465 \\ = 0,41025$$

Konsentrasi 40%

$$Y_i = 0,01352 (40) + 0,00465 \\ = 0,54545$$

Konsentrasi 50%

$$Y_i = 0,01352 (50) + 0,00465 \\ = 0,68065$$

- Perhitungan Simpangan Baku Residual

$$S_{y/x} = \sqrt{\frac{\sum (y - y_i)^2}{n - 2}}$$
$$S_{y/x} = \sqrt{\frac{0,000113168}{6 - 2}} = 0,005319029$$

- Perhitungan LOD dan LOQ

$$LOD = \frac{3 \times S_{y/x}}{Slope}$$

$$LOD = \frac{3 \times 0,005319029}{0,01352} = 1,180432524 \text{ mg/L}$$

$$LOQ = \frac{10 \times S_{y/x}}{Slope}$$

$$LOQ = \frac{10 \times 0,005319029}{0,01352} = 3,934775081 \text{ mg/L}$$

Lampiran 4 Perhitungan Uji Presisi

▪ Tabel Uji Presisi Kadar Polifenol

Sampel	Absorbansi	Konsentrasi	Rata-rata konsentrasi (Xi)	(Xi- \bar{X}) ²
1	0,37425	27,3411	27,3431	0,000003891
2	0,37427	27,3426		0,000000243
3	0,37431	27,3456		0,000006080
			$\Sigma(Xi-\bar{X})^2$	0,000010215
			SD	2,2600,E-03
			%RSD	0,0082652883%

▪ Perhitungan Konsentrasi Sampel

$$\text{Rumus : Konsentrasi (mg/L)} = \frac{\text{Rata-rata Absorbansi-Intersep}}{\text{Slope}}$$

$$\text{Konsentrasi P1 (mg/L)} = \frac{0,37425-0,00465}{0,01352} = 27,3411 \text{ mg/L}$$

$$\text{Konsentrasi P2 (mg/L)} = \frac{0,37427-0,00465}{0,01352} = 27,3426 \text{ mg/L}$$

$$\text{Konsentrasi P3 (mg/L)} = \frac{0,37427-0,00465}{0,01352} = 27,3456 \text{ mg/L}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi rata-rata} &= \frac{\text{Konsentrasi P1}+\text{Konsentrasi P2}+\text{Konsentrasi P3}}{3} \\ &= \frac{27,3411+27,3426+27,3456}{3} \\ &= 27,3431 \end{aligned}$$

▪ Perhitungan (Xi- \bar{X})²

$$\text{Rumus : } (Xi-\bar{X})^2$$

Keterangan : X : Konsentrasi sampel

\bar{X} : Rata- rata konsentrasi

$$\begin{aligned} \text{Pengulangan 1 : } &(27,3411-27,3421)^2 \\ &: 0,000003891 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pengulangan 2 : } &(27,3426-27,3421)^2 \\ &: 0,000000243 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pengulangan 3 : } &(27,3456-27,3421)^2 \\ &: 0,000006080 \end{aligned}$$

▪ **Perhitungan Standar Deviasi dan Relative Standard Deviation (RSD)**

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

$$SD = \sqrt{\frac{0,000010215}{2}}$$

$$SD = 0,002259977$$

$$\%RSD = \frac{SD}{Xbar} \times 100$$

$$\%RSD = \frac{0,002259977}{27,3431} \times 100$$

$$\%RSD = 0,0082652\%$$

Lampiran 5 Perhitungan Kandungan Polifenol Total

$$\text{Rumus} : \frac{c \times v \times 100 \times fp}{(w \times 1000)} (\%)$$

Keterangan : c : Konsentrasi yang didapat dari kurva (mg/L)

V : volume ekstrak sampel (ml)

Fp : faktor pengenceran

W : bobot contoh (g)

$$\text{Pengulangan 1} : \frac{\left(0,37425 - \frac{0,0047}{0,0135}\right) \times 10 \times 100 \times 100}{0,2 \times 1000} = 13,6686$$

$$\text{Pengulangan 2} : \frac{\left(0,37427 - \frac{0,0047}{0,0135}\right) \times 10 \times 100 \times 100}{0,2 \times 1000} = 13,6694$$

$$\text{Pengulangan 3} : \frac{\left(0,37431 - \frac{0,0047}{0,0135}\right) \times 10 \times 100 \times 100}{0,2 \times 1000} = 13,6709$$

$$\text{Rata-rata} : \frac{\text{pengulangan 1} + \text{pengulangan 2} + \text{pengulangan 3}}{3} = 13,67\%$$

Lampiran 6 Estimasi Ketidakpastian Pengukuran

- Estimasi Ketidakpastian Kurva Kalibrasi

C Polifenol (Mg/L)	A (Abs Polifenol)	Xi (Mg/L)	(Xi- \bar{X}) ²
0	0,00000	-0,348148148	644,0504034
10	0,14314	10,25481481	218,3060973
20	0,27898	20,31703704	22,21201989
30	0,41292	30,23851852	27,12866516
40	0,53806	39,50814815	209,6167738
50	0,68253	50,20962963	634,0137483
Rata-Rata		25,03	
Jumlah			1755,327708
Sy/x		0,005319029	
Slope		0,0135	
P		3	
N		6	
(Xi- \bar{X}) ²		5,3505	
$\sum (Xi-\bar{X})^2$		1755,327708	
μ_{reg}		0,279449515	

$$\begin{aligned} \mu_{reg} &= \frac{Sy/x}{Slope} \sqrt{\frac{1}{p} + \frac{1}{n} + \frac{(Xi-\bar{X})^2}{\sum (Xi-\bar{X})^2}} \\ &= \frac{0,00531}{0,0135} \sqrt{\frac{1}{3} + \frac{1}{6} + \frac{5,3505}{1755,3277}} \\ &= 0,27944 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

- **Estimasi Ketidakpastian Presisi**

Sampel	Absorbansi	Konsentrasi	Rata-rata konsentrasi (Xi)	(Xi- \bar{X}) ²	μ Presisi
1	0,37425	27,3411	27,3431	0,000003891	0,002259987
2	0,37427	27,3426		0,000000243	
3	0,37431	27,3456		0,000006080	
			$\Sigma(Xi-\bar{X})^2$	0,000010215	

$$\mu P = \sqrt{\frac{\Sigma(Xi-\bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,000010215}{3-1}} = 0,00225 \text{ mg/L}$$

- **Estimasi Ketidakpastian Labu Takar 100mL**

Kalibrasi Alat	K	Koef Muai Air	V Labu Takar	Variasi Suhu	μ Kal	μt	μvlt
0,1	1,732	0,00021	100	20	0,0577	0,2424	0,2492

$$K = \sqrt{3} = 1,732$$

$$\mu Kal = \frac{\text{Kalibrasi Alat}}{K} = 0,0577$$

$$\begin{aligned} \mu t &= \frac{V \text{ Labu Takar} \times \text{Koef Muai Air} \times \text{Variasi Suhu}}{\sqrt{3}} \\ &= \frac{100 \times 0,00021 \times 20}{\sqrt{3}} \\ &= 0,2424 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu Vlt &= \sqrt{\mu Kal^2 + \mu t^2} \\ &= \sqrt{0,0577^2 + 0,2424^2} \\ &= 0,2492 \text{ mL} \end{aligned}$$

- **Estimasi Ketidakpastian Pipet Ukur 1mL**

Kalibrasi Alat	K	Koef Muai Air	V Pipet Ukur	Variasi Suhu	μ Kal	μt	μvlt
0,006	1,732	0,00021	1	20	0,00346	0,00242	0,00422

$$K = \sqrt{3} = 1,732$$

$$\mu_{Kal} = \frac{\text{Kalibrasi Alat}}{K} = 0,00346$$

$$\begin{aligned} \mu t &= \frac{V \text{ Pipet Ukur} \times \text{Koef Muai Air} \times \text{Variasi Suhu}}{\sqrt{3}} \\ &= \frac{100 \times 0,00021 \times 20}{\sqrt{3}} \\ &= 0,2424 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu Vlt &= \sqrt{\mu_{Kal}^2 + \mu t^2} \\ &= \sqrt{0,00346^2 + 0,2424^2} \\ &= 0,00422 \text{ mL} \end{aligned}$$

- **Estimasi Ketidakpastian Gabungan dan Diperluas**

Sumber Ketidakpastian	Nilai (x)	Satuan	μ	μ/X	$(\mu/X)^2$
Kurva Kalibrasi	27,3431	mg/L	0,279449	0,0102201	0,000104
Presisi	0,0082	%	0,002259	0,0000008	0,000000
Pipet Ukur 1ml	1	ml	0,004228	0,0042284	0,000018
Labu Takar 100ml	100	ml	0,249265	0,002492	0,000006
Kadar Polifenol	13,67	%			
Jumlah					0,000129
Ketidakpastian Gabungan					0,155004
Ketidakpastian Gabungan Diperluas					0,310009
Pelaporan					$(13,67 \pm 0,31) \text{ mg/L}$

$$\begin{aligned} \text{Ketidakpastian Gabungan} &= \text{Kadar polifenol} \times \sqrt{\text{jumlah}} \\ &= 13,67 \times \sqrt{0,000129} \\ &= 0,155004 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ketidakpastian Gabungan Diperluas} &= 2 \times \text{Ketidakpastian gabungan} \\ &= 2 \times 0,155004 \\ &= 0,310009 \text{ mg/L} \end{aligned}$$