



**PENGEMBANGAN SENSOR BERBASIS KERTAS (*PAPER  
MICROZONE PLATES*) UNTUK PENENTUAN TANIN PADA  
EKSTRAK TANAMAN OBAT**

SKRIPSI

Oleh:

**Rohma Dwi Ningtyas  
NIM 162210101120**

**BAGIAN KIMIA FARMASI  
FAKULTAS FARMASI  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2020**



**PENGEMBANGAN SENSOR BERBASIS KERTAS (*PAPER MICROZONE PLATES*) UNTUK PENENTUAN TANIN PADA EKSTRAK TANAMAN OBAT**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Farmasi dan mencapai gelar Sarjana Farmasi

Oleh:

**Rohma Dwi Ningtyas**  
**NIM 162210101120**

**BAGIAN KIMIA FARMASI**  
**FAKULTAS FARMASI**  
**UNIVERSITAS JEMBER**

**2020**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

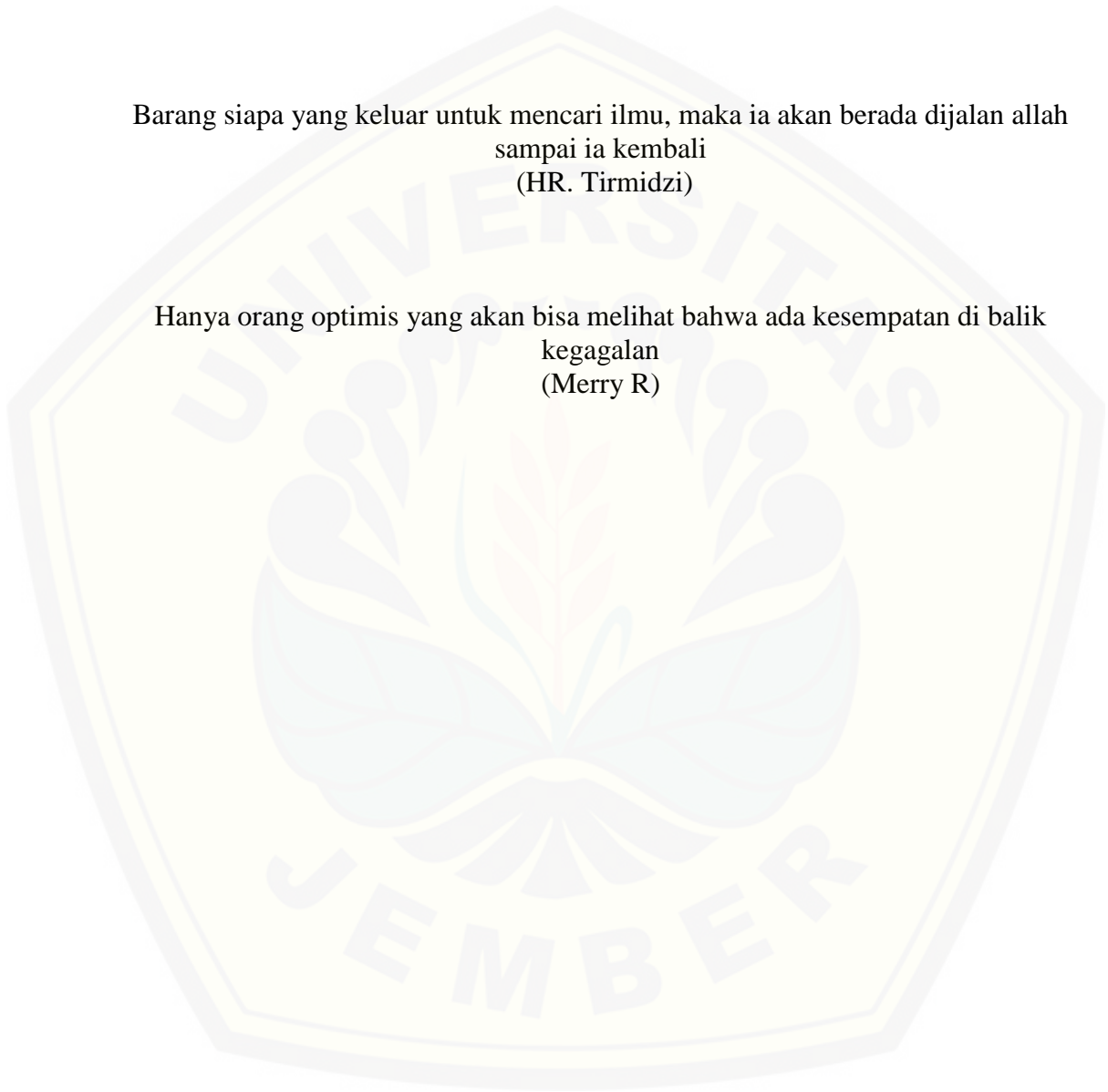
1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat, ridho dan nikmat-Nya kepada penulis atas kelancaran dalam menyelesaikan skripsi;
2. Orang tua penulis, Ayahanda H. Sunarto dan Ibunda Hj. Ismiati yang selalu penulis cintai dan sayangi, yang selalu memberikan doa, motivasi, dan dukungan untuk menggapai cita-cita penulis;
3. Kakak Dhevy Wulandari terima kasih telah memberikan doa dan semangat kepada penulis;
4. Prof. Drs. Bambang Kuswandi, M.Sc., Ph.D. dan Ibu apt. Indah Purnama Sary, S.Si., M.Farm. terimakasih sudah berkenan untuk membimbing dan memberi saran kepada penulis agar dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik;
5. Guru-guru penulis sejak TK hingga SMA, serta segenap dosen dan civitas akademika Fakultas Farmasi Universitas Jember, yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang berguna dalam kehidupan penulis;
6. Sahabat dan teman-teman dari TK hingga SMA yang telah memberikan banyak pengalam kepada penulis;
7. Teman seperjuangan farmasi 2016 “MORFIN” dan almamater tercinta Fakultas Farmasi Universitas Jember.

**MOTO**

Allah tidak akan membebani hamba-Nya di luar kesanggupannya  
(Al Baqarah : 286)

Barang siapa yang keluar untuk mencari ilmu, maka ia akan berada di jalan Allah  
sampai ia kembali  
(HR. Tirmidzi)

Hanya orang optimis yang akan bisa melihat bahwa ada kesempatan di balik  
kegagalan  
(Merry R)



**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rohma Dwi Ningtyas

NIM : 162210101120

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul "Pengembangan Sensor Berbasis Kertas (*Paper Microzone Plates*) Untuk Penentuan Tanin Pada Ekstrak Tanaman Obat" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 16 Juni 2020  
Yang menyatakan,

Rohma Dwi Ningtyas  
NIM162210101120

**SKRIPSI**

**PENGEMBANGAN SENSOR BERBASIS KERTAS (*PAPER MICROZONE  
PLATES*) UNTUK PENENTUAN TANIN PADA EKSTRAK TANAMAN  
OBAT**

Oleh:

Rohma Dwi Ningtyas

NIM 162210101120

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Prof. Drs. Bambang Kuswandi, M.Sc., Ph.D.

Dosen Pembimbing Anggota : apt. Indah Purnama Sary, S.Si., M.Farm.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Pengembangan Sensor Berbasis Kertas (*Paper Microzone Plates*) Untuk Penentuan Tanin Pada Ekstrak Tanaman Obat” karya Rohma Dwi Ningtyas telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : -

tempat : Fakultas Farmasi Universitas Jember

**Tim Pembimbing**

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Prof. Drs. Bambang Kuswandi, M.Sc., Ph.D.  
NIP. 196902011994031002

apt. Indah Purnama Sary, S.Si., M.Farm.  
NIP. 198304282008122004

**Tim Penguji**

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

apt. Lestyo Wulandari, S.Si., M.Farm.  
NIP. 197604142002122001

apt. Indah Yulia Ningsih, S.Farm., M.Farm.  
NIP. 198407122008122002

Mengesahkan

Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember,

apt. Lestyo Wulandari, S.Si., M.Farm.  
NIP. 197604142002122001



## RINGKASAN

**Pengembangan Sensor Berbasis Kertas (*Paper Microzone Plates*) Untuk Penentuan Tanin Pada Ekstrak Tanaman Obat:** Rohma Dwi Ningtyas: 162210101120; 2016; 126 Halaman; Fakultas Farmasi, Universitas Jember.

Tanin merupakan golongan senyawa polifenol dengan bobot molekul yang tinggi yakni antara 500 hingga 3000 Da (Dalton), tanin memiliki sifat yang larut dalam air dan juga dapat larut dalam pelarut organik (etanol, metanol, aseton, dll). Selain itu sifat utama tanin yakni dapat mengendapkan protein. Bagian tanaman yang biasa mengandung senyawa tanin adalah bagian pada jaringan akar, tunas, benih, daun, dan batang. Tanin memiliki banyak manfaat dalam bidang pengobatan diantaranya digunakan sebagai astringen, menangani diare, sebagai diuretik, mengobati lambung, tumor duodenum, antiinflamasi, antiseptik, antibakteri, antivirus, dan obat-obatan hemostatik. Penentuan kadar tanin dapat dilakukan dengan beberapa metode, namun beberapa metode tersebut masih memiliki beberapa kekurangan. Maka dari itu, dikembangkan metode sensor kimia berbasis kertas, metode ini memiliki beberapa kelebihan yakni dalam pelaksanaannya lebih mudah, fabrikasi sensor lebih murah, tidak mencemari lingkungan, penggunaan reagen dan analit yang relatif sedikit, serta dapat memberikan hasil yang akurat, dan perubahan warnanya dapat dideteksi dengan mata telanjang. Pengembangan sensor kertas yang diimobilisasi dengan reagen ferro tatraat untuk penetapan kadar tanin diharapkan lebih efektif dan efisien dibandingkan dengan menggunakan metode lainnya.

Dalam penelitian ini, reagen ferro tatraat dalam kertas digunakan sebagai sensor untuk mendeteksi penentuan kadar tanin dalam ekstrak tanaman obat. Fabrikasi sensor dilakukan dengan mengimobilisasi dahulu reagen ferro tatraat pada kertas saring yang terdapat di area deteksi sensor. Larutan ferro tatraat terdiri dari senyawa  $\text{FeSO}_4$  1% b/v dan natrium kalium tatraat 0,5% b/v. Adapun volume reagen yang digunakan pada masing-masing senyawa sebanyak 6  $\mu\text{L}$ . pengukuran kadar tanin dapat ditentukan berdasarkan pada perubahan intensitas warna yang



dihasilkan (*mean green*) yang jika bereaksi antara reagen dengan analit akan terjadi perubahan warna dari jernih menjadi violet atau ungu kebiruan. Semakin tinggi konsentrasi tanin pada sampel, maka warna yang terbentuk akan semakin violet. Kadar tanin yang dihasilkan akan diukur dengan mg *Tannic Acid Equivalent (TAE)*/ g ekstrak sampel.

Karakterisasi sensor tanin pada penelitian ini meliputi waktu respon 12-20 menit, linieritas sensor tanin terhadap standar asam tanat dengan rentang konsentrasi 100-900 ppm menghasilkan nilai koefisien korelasi ( $r$ ) 0,9983 dan menghasilkan persamaan regresi  $y = 0,0644x + 8,9957$ . Nilai batas deteksi (*LOD*) sebesar 92,993 ppm dan batas kuantitasi (*LOQ*) menghasilkan nilai sebesar 278,978 ppm. Pada parameter presisi menghasilkan nilai yang memenuhi rentang parameter, dengan nilai RSD-nya <5,3% untuk standar asam tanat konsentrasi 550 ppm, menghasilkan nilai sebesar 0,371%, sedangkan nilai presisi pada salah satu sampel yakni ekstrak meniran 1% menghasilkan RSD sebesar 0,833%, dengan persyaratan RSD-nya <2,8%. Sensor ini juga memenuhi parameter akurasi dengan nilai %*recovery* rata-rata pada standar asam tanat 550 ppm sebesar 99,169%, dan nilai %*recovery* pada ekstrak meniran 1% sebesar 98,737%. Penentuan tanin akan terganggu dengan adanya penambahan kuersetin dan sukrosa pada perbandingan 1 : 1 dan 1 : 10, menghasilkan %interferensi diatas 5%. Serta, sensor tanin akan stabil dalam penyimpanan pada suhu ( $\pm 25^{\circ}\text{C}$ ) selama 240 menit dan pada suhu lemari es ( $\pm 4^{\circ}\text{C}$ ) selama 6 hari. Metode sensor tanin pada penelitian ini tidak memberikan perbedaan signifikan yang ditunjukkan dengan nilai signifikan > 0,05 dari kedua metode, yaitu sensor kimia berbasis kertas dan spektrofotometri UV-Vis. Dengan ini, metode sensor berbasis kertas biasa menjadi alternatif dalam penentuan kadar tanin pada tanaman.

## PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas nikmat dan kuasanya sehingga skripsi yang berjudul “Pengembangan Sensor Berbasis Kertas (*Paper Microzone Plates*) Untuk Penentuan Tanin Pada Ekstrak Tanaman Obat” telah terselesaikan. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) Fakultas Farmasi Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Orang tua tercinta, Bapak H. Sunarto dan Ibu Hj. Ismiati, serta kakak Dhevy Wulandari yang telah memberikan atas semangat, kasih sayang, motivasi, dan doa kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu apt. Lestyo Wulandari, S.Si., M.Farm. selaku Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember terima kasih atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Bawon Triatmoko, S.Farm., M.Sc., Apt selaku Dosen Pembimbing Akademik atas bimbingan, semangat, dan motivasi dalam menempuh perkuliahan di Fakultas Farmasi.
4. Prof. Drs. Bambang Kuswandi, M.Sc., Ph.D. dan Ibu apt. Indah Purnama Sary, S.Si., M.Farm. selaku dosen pembimbing, terima kasih telah membimbing dan memberi dukungan kepada penulis dalam menyusun skripsi ini sehingga dapat terselesaikan dengan baik.
5. Ibu apt. Lestyo Wulandari, S.Si., M.Farm. dan ibu apt. Indah Yulia Ningsih, S.Farm., M.Farm. selaku dosen penguji, terima kasih atas kritik dan saran yang diberikan untuk kesempurnaan skripsi ini.
6. Seluruh Dosen Fakultas Farmasi Universitas Jember, terima kasih atas ilmu pengetahuan yang diberikan kepada penulis.
7. Guru-guru TK hingga SMA, terima kasih telah memberi ilmu dan bimbingan selama ini kepada penulis.

8. Anggayuh Nugraha terima kasih telah memberikan kesabaran, motivasi, serta dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Teman seperjuangan perkuliahan “Morfin 2k16 dan Kelas B 2016” yang telah memberikan semangat, kenangan, kebersamaan, doa, dan perjuangan yang sangat berharga kepada penulis selama perkuliahan.
10. Skripsweet (Afalah Zulfa Laily dan Silka Annisa Shania), terima kasih telah menjadi sahabat terbaik yang telah memberikan semangat, nasehat, kebersamaan, kasih sayang, dan berjuang bersama untuk mencapai cita-cita.
11. Teman-teman di Laboratorium Kimia dan yang utama teman-teman “*Student CBG*” yang telah memberi keceriaan, canda tawa, dan semangat kepada penulis selama penelitian.
12. Laboran Bu Wayan, Mbak Hani, Mbak Parka, dan Bu Widi yang telah membantu, membimbing, serta memberikan waktunya kepada penulis selama penelitian.
13. Teman-teman RAIHAN KOS (Eka, Afalah, Jihan, Ines, Eva, Gita, Emil, Yosi) dan keluarga KKN Desa Laweyan (Indana, Dewi, Nurita, Lidya, Andi, Anggayuh, Dimas, Aldio, Rohman) terima kasih atas kebersamaan dan kesan-kesan selama ini.
14. Seluruh staff civitas akademika Fakultas Farmasi Universitas Jember dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.
15. Semua pihak yang tidak bias disebutkan satu persatu, terimakasih atas segala bantuan dan kerjasamanya.

Penulis akan menerima kritik dan saran dari semua pihak yang terkait demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberi manfaat bagi pembaca dalam mengembangkan ilmu pengetahuan untuk semua orang.

Jember, 16 Juni 2020

Penulis

**DAFTAR ISI**

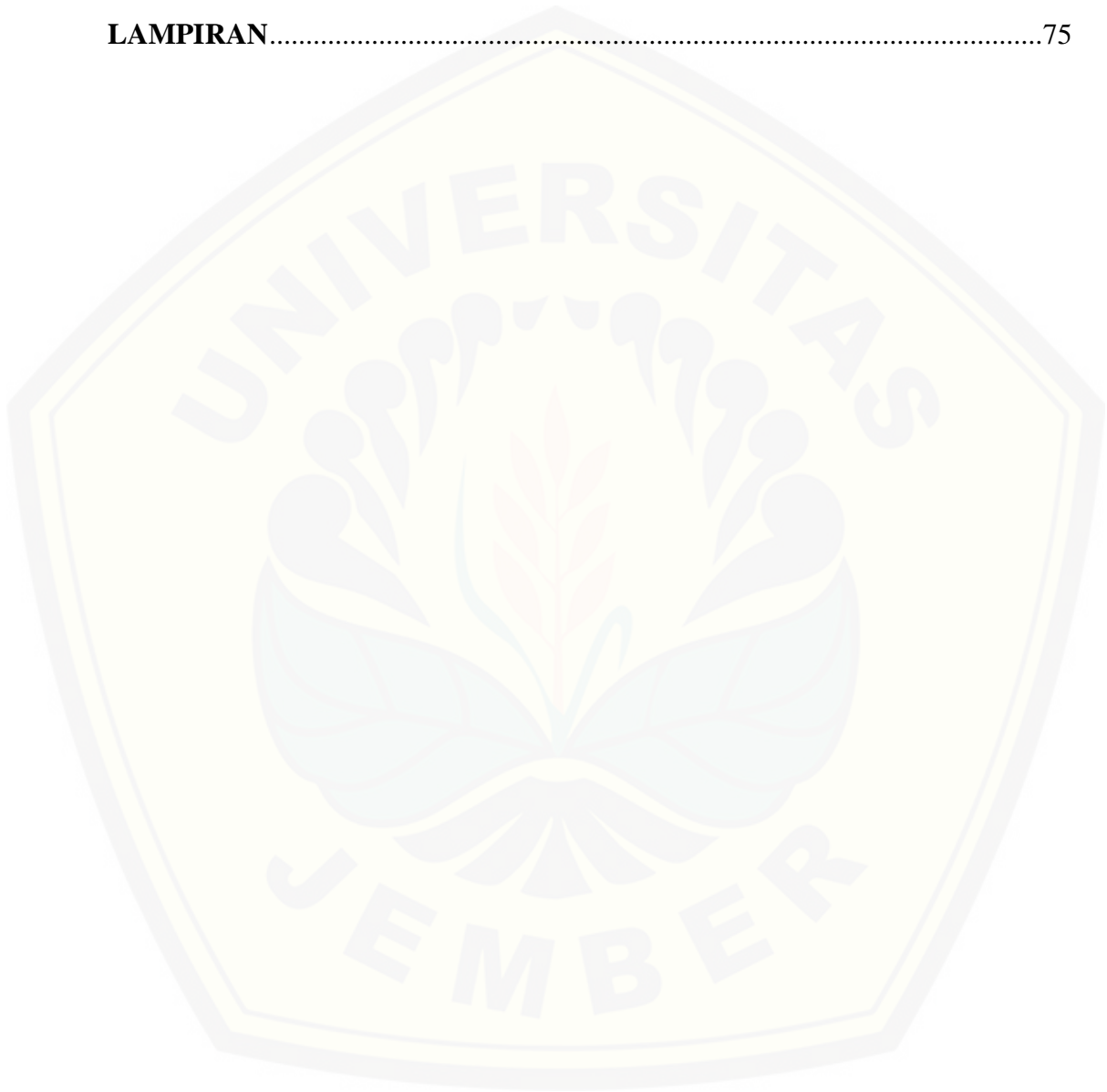
	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>PRAKATA</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvi
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	3
<b>1.3 Tujuan Penelitian</b> .....	3
<b>1.4 Manfaat Penelitian</b> .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
<b>2.1 Tinjauan tentang Sampel</b> .....	5
<b>2.2 Tinjauan Senyawa Tanin</b> .....	13
2.2.1 Senyawa Tanin .....	13
2.2.2 Klasifikasi Senyawa Tanin.....	14
2.2.3 Manfaat Senyawa Tanin.....	18
<b>2.3 Tinjauan tentang Penentuan Kadar Tanin dengan Ferro Tatrast</b> ....	19
<b>2.4 Tinjauan tentang Sensor Kimia</b> .....	20
2.4.1 Definisi Sensor Kimia .....	20
<b>2.5 Mekanisme Sensor Kimia</b> .....	20

<b>2.6</b>	<b>Tinjauan tentang Teknik Immobilisasi</b> .....	22
2.6.1	Adsorpsi .....	22
2.6.2	<i>Entrapment</i> (Pemerangkapan).....	23
2.6.3	<i>Encapsulasi</i> (Pengkapsulan) .....	23
2.6.4	<i>Cross-linking</i> (Ikatan Silang) .....	24
2.6.5	Ikatan Kovalen .....	24
<b>2.7</b>	<b>Karakteristik Sensor Kimia</b> .....	25
2.7.1	Linieritas.....	25
2.7.2	Sensitivitas .....	25
2.7.3	Limit Kuantitasi dan Limit Deteksi ( <i>LOQ</i> dan <i>LOD</i> ) .....	25
2.7.4	Selektivitas .....	26
2.7.5	Presisi .....	27
2.7.6	Akurasi .....	28
2.7.7	Waktu Respon .....	28
2.7.8	Waktu Pakai .....	29
<b>BAB 3.</b>	<b>METODE PENELITIAN</b> .....	30
<b>3.1</b>	<b>Jenis Penelitian</b> .....	30
<b>3.2</b>	<b>Waktu dan Tempat Penelitian</b> .....	30
<b>3.3</b>	<b>Rancangan Penelitian</b> .....	30
3.3.1	Definisi Operasional.....	30
3.3.2	Diagram Alur Penelitian.....	31
<b>3.4</b>	<b>Alat dan Bahan</b> .....	32
3.4.1	Alat .....	32
3.4.2	Bahan .....	32
<b>3.5</b>	<b>Prosedur Penelitian</b> .....	33
3.5.1	Preparasi Larutan Induk Asam Tanat.....	33
3.5.2	Preparasi Larutan Standar Asam Tanat.....	33
3.5.3	Preparasi Larutan Reagen Ferro Ttrat .....	33



3.5.4	Pembuatan Sensor Berbasis Kertas ( <i>Paper Microzone Plates</i> ) .....	33
3.5.5	Optimasi Reagen dan Konsentrasi Ferro Tatrak dan Asam Tanat.....	34
3.5.6	Pembuatan Kurva Baku Asam Tanat .....	35
3.5.7	Penentuan Intensitas Warna .....	35
3.5.8	Karakteristik Sensor Kimia .....	36
3.5.9	Preparasi Sampel .....	38
<b>3.6</b>	<b>Aplikasi Sensor Tanin Berbasis Kertas dibandingkan dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis.....</b>	<b>39</b>
<b>BAB 4.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>40</b>
<b>4.1</b>	<b>Fabrikasi Sensor Tanin Berbasis Kertas.....</b>	<b>40</b>
<b>4.2</b>	<b>Optimasi Sensor Kimia .....</b>	<b>41</b>
4.2.1	Optimasi Volume Reagen Ferro Tatrak .....	41
4.2.2	Optimasi Volume Standar Asam Tanat.....	43
4.2.3	Optimasi Konsentrasi Standar Asam Tanat .....	44
4.2.4	Optimasi Konsentrasi Reagen Ferro Tatrak.....	45
<b>4.3</b>	<b>Penentuan Intensitas Warna .....</b>	<b>49</b>
<b>4.4</b>	<b>Karakteristik Sensor Kimia .....</b>	<b>50</b>
4.4.1	Waktu Respon .....	50
4.4.2	Linieritas.....	51
4.4.3	Sensitivitas .....	53
4.4.4	Batas Deteksi ( <i>LOD</i> ) dan Batas Kuantitasi ( <i>LOQ</i> ) .....	53
4.4.5	Presisi .....	54
4.4.6	Akurasi .....	56
4.4.7	Interferensi (Selektivitas) .....	58
4.4.8	Waktu Pakai .....	59
<b>4.5</b>	<b>Aplikasi Sensor pada Sampel .....</b>	<b>61</b>
<b>4.6</b>	<b>Aplikasi Sensor pada Sampel Dibandingkan Dengan Spektrofotometri UV-Vis.....</b>	<b>61</b>

<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>65</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>65</b>
<b>5.2 Saran.....</b>	<b>66</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>68</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>75</b>





**DAFTAR TABEL**

	<b>Halaman</b>
2.1 Konsentrasi analit dengan nilai presisi yang diperbolehkan .....	27
2. 2 Persen recovery pada konsentrasi analit yang berbeda .....	28
4.1 Hasil optimasi volume reagen ferro tatra pada kertas .....	42
4.2 Hasil optimasi volume standar asam tanat pada kertas .....	43
4.3 Optimasi konsentrasi standar asam tanat pada kertas .....	46
4.4 Hasil optimasi perubahan warna pada konsentrasi reagen ferro tatra .....	48
4.5 Nilai koefisien korelasi dan <i>slope</i> dalam penentuan intensitas warna .....	49
4.6 Hasil nilai mean <i>green</i> standar asam tanat penentuan linieritas .....	51
4.7 Hasil presisi standar asam tanat .....	55
4.8 Hasil presisi pada sampel ekstrak meniran .....	55
4.9 Hasil pengukuran akurasi pada standar asam tanat .....	57
4.10 Hasil pengukuran akurasi pada sampel .....	57
4.11 Hasil pengukuran % interferensi .....	59
4.12 Hasil pengukuran kurva baku standar asam tanat .....	62
4.13 Hasil kadar tanin dengan spektrofotometri dan sensor kertas .....	64

**DAFTAR GAMBAR**

	<b>Halaman</b>
2. 1 Struktur senyawa tanin.....	14
2. 2 Klasifikasi Golongan Senyawa Tanin.....	15
2. 3 Struktur tanin terhidrolisis .....	17
2. 4 Struktur tanin terkondensasi.....	18
2. 5 Reaksi asam tanat dengan FeSO <sub>4</sub> .....	19
2. 6 Skema sensor kimia .....	20
2. 7 Sensor kimia berbasis transfer muatan.....	21
2. 8 Sensor kimia berbasis (key-lock) .....	21
2. 9 Teknik adsorpsi .....	23
2. 10 Teknik entrapment .....	23
3. 1 Diagram alur penelitian.....	32
3. 2 Desain sensor berbasis kertas.....	34
4. 1 Fabrikasi sensor tanin berbasis kertas .....	41
4.2 Kurva kalibrasi konsentrasi FeSO <sub>4</sub> 0,1% & natrium kalium tatarat 0,5% .....	45
4.3 Kurva kalibrasi konsentrasi FeSO <sub>4</sub> 0,5% & natrium kalium tatarat 0,5% .....	45
4.4 Kurva kalibrasi konsentrasi FeSO <sub>4</sub> 1% & natrium kalium tatarat 0,5% .....	46
4. 5 Kurva waktu respon sensor kertas .....	50
4. 6 Hasil linieritas standar asam tanat.....	52
4. 7 Hasil penentuan <i>LOD</i> dan <i>LOQ</i> .....	54
4. 8 Waktu pakai pada penyimpanan suhu kamar.....	60
4. 9 Waktu pakai pada penyimpanan pada suhu lemari es.....	60
4. 10 Kurva kalibrasi linieritas pada spektrofotometri UV-Vis .....	63

## BAB 1 PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki banyak keanekaragaman hayati, termasuk juga keanekaragaman tanaman obat. Tanaman obat dapat dimanfaatkan sebagai pengobatan alternatif diluar pengobatan medis yang bersifat turun-menurun, dengan bagian yang bisa dimanfaatkan yakni sebagian atau seluruh tanaman tersebut (Azimah dan Jusuf, 2015). Berbagai jenis tanaman yang diyakini dapat dimanfaatkan untuk mengatasi berbagai masalah kesehatan, diantaranya yakni herba meniran (*Phyllanthus niruri*) (Dewangga dan Qurrohman, 2019), kayu secang (*Caesalpinia sappan*) (Settharaksa dkk., 2019), daun jati belanda (*Guazuma ulmifolia*) (Permana dkk., 2016), daun jombang (*Taraxacum officinale*) (Khan dkk., 2019), daun ungu (*Graptophyllum pictum*) (Manoi dkk., 2011), rimpang jahe (*Zingiber officinale roscoe*) (Shareef dkk., 2016), daun teh hijau (*Camellia sinensis*) (Noriko, 2013), daun pegagan (*Centella asiatica*) (Belwal dkk., 2019), biji jinten hitam (*Nigella sativa*) (Rumampuk dkk., 2016), dan daun tempuyung (*Sonchus arvensis*) (IGA. Wita Kusumawati, 2016).

Tanaman tersebut mengandung berbagai macam senyawa kimia, dan umumnya yang berkhasiat dalam pengobatan yakni metabolit sekundernya. Metabolit sekunder ini telah terbukti memiliki efek biologis, sehingga dapat digunakan sebagai dasar ilmiah dalam pengobatan tradisional. Beberapa metabolit sekunder yang terdapat dalam tanaman yakni alkaloid, saponin, tanin, terpenoid, flavonoid, dan steroid. Salah satu metabolit sekunder tersebut yang banyak berperan dalam pengobatan tradisional yakni senyawa tanin (Savithramma dkk., 2011).

Tanin merupakan golongan senyawa polifenol dengan bobot molekul yang tinggi yakni antara 500 hingga 3000 Da (Dalton), tanin memiliki sifat yang larut dalam air dan juga dapat larut dalam pelarut organik (etanol, metanol, aseton, dll). Selain itu sifat utama tanin yakni dapat mengendapkan protein. Bagian tanaman yang biasa mengandung senyawa tanin adalah bagian pada jaringan akar, tunas, benih, daun, dan batang (Krzyzowska dkk., 2017). Tanin memiliki banyak

manfaat dalam bidang pengobatan. Ekstrak tanaman yang mengandung tanin dapat digunakan sebagai astringen, menangani diare, sebagai diuretik, mengobati lambung, tumor duodenum, antiinflamasi, antiseptik, antibakteri, antivirus, dan obat-obatan hemostatik (Khanbabae dan Ree, 2001).

Penentuan kadar tanin telah banyak dilakukan dengan berbagai metode seperti Kromatografi Lapis Tipis (KLT)-Densitometri, HPLC, dan yang paling banyak digunakan yakni metode spektrofotometri UV-Vis (Fathurrahman dkk., 2018). Dalam penentuan kadar tanin menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis dapat dideteksi dengan reagen ferro tatraat, yang akan menghasilkan kompleks warna violet pada panjang gelombang 540 nm. Warna tersebut dihasilkan dari senyawa ferro sulfat ( $\text{FeSO}_4$ ) dan natrium kalium tatraat (Eldin dkk., 2016). Penentuan kadar dengan beberapa metode tersebut masih memiliki beberapa kekurangan seperti instrumen tersebut kurang praktis, mahal, dan membutuhkan reagen serta sampel yang cukup besar, sehingga diperlukan pengembangan metode sensor kimia untuk penentuan tanin.

Sensor kimia adalah suatu alat atau instrumen yang dapat memberikan respon terhadap analit tertentu dengan merubah sifat fisika-kimia menjadi sinyal listrik sehingga hasil deteksinya akan mudah untuk dibaca secara analog maupun secara digital. Selain itu, sensor kimia dapat menghasilkan reaksi yang spesifik antara reagen dengan analit tertentu dalam sampel (Kuswandi, 2010). Pada penelitian sebelumnya sudah pernah melakukan identifikasi tanin dengan biosensor mikroelektrik (Noh dkk., 2013), namun metode sensor tersebut masih menggunakan transduser listrik sehingga memerlukan alat dan arus listrik yang tepat dalam pelaksanaannya.

Maka dari itu dalam penelitian ini dikembangkan alternatif untuk penentuan kadar tanin dengan sensor kertas yang menggunakan transduser warna. Sensor kertas ini memiliki beberapa kelebihan yakni dalam pelaksanaannya lebih mudah, fabrikasi sensor lebih murah, tidak mencemari lingkungan, penggunaan reagen dan analit yang relatif sedikit, serta dapat memberikan hasil yang akurat, dan perubahan warnanya dapat dideteksi dengan mata telanjang. Pengembangan sensor kertas yang diimobilisasi dengan reagen ferro tatraat untuk penetapan kadar

tanin diharapkan lebih efektif dan efisien dibandingkan dengan menggunakan metode lainnya.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang diatas maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimanakah kondisi optimum fabrikasi sensor tanin berbasis kertas yang meliputi konsentrasi dan volume reagen ferro tatraat, serta konsentrasi dan volume standar terhadap perubahan warna dalam sensor?
2. Bagaimanakah karakteristik analisis sensor tanin terhadap standar asam tanat yang meliputi waktu respon, linieritas, sensitivitas, batas deteksi (*LOD*), batas kuantitasi (*LOQ*), selektivitas, presisi, akurasi, dan waktu pakai?
3. Bagaimanakah aplikasi sensor tanin berbasis kertas dengan reagen ferro tatraat pada sampel ekstrak tanaman obat dibandingkan dengan metode Spektrofotometri UV-Vis?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian pengembangan sensor tanin berbasis kertas adalah sebagai berikut :

1. Untuk menentukan kondisi optimum fabrikasi sensor tanin berbasis kertas dengan reagen ferro tatraat meliputi konsentrasi dan volume reagen, serta konsentrasi dan volume standar asam tanat terhadap perubahan warna dalam sensor.
2. Untuk menentukan karakteristik analisis sensor tanin terhadap standar asam tanat yang meliputi waktu respon, linieritas, sensitivitas, batas deteksi (*LOD*), batas kuantitasi (*LOQ*), selektivitas, presisi, akurasi, dan waktu pakai.



3. Untuk menentukan aplikasi sensor tanin berbasis kertas dengan reagen ferro tatra pada sampel ekstrak tanaman obat dibandingkan dengan metode spektrofotometri UV-Vis.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat penelitian pengembangan sensor tanin berbasis kertas adalah sebagai berikut :

1. Pengembangan teknologi sensor kimia dalam penentuan tanin pada ekstrak tanaman obat yang berbasis kertas dengan reagen ferro tatra.
2. Memberikan informasi kadar tanin dalam ekstrak tanaman obat menggunakan sensor kertas dengan reagen ferro tatra.
3. Mampu mendeteksi tanin dalam sampel tanaman obat dengan cepat, mudah, murah dan akurat.
4. Penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai dasar penelitian tanin lebih lanjut.

## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tinjauan tentang Sampel

Beberapa macam tanaman yang memiliki banyak manfaat dalam pengobatan tradisional dan memiliki kandungan senyawa tanin yang cukup tinggi, diantaranya sebagai berikut :

1. Daun Jati Belanda (*Guazuma ulmifolia*)

Daun jati belanda merupakan salah satu tanaman yang memiliki kandungan tanin cukup tinggi, adapun klasifikasi dari tanaman jati belanda sebagai berikut (Kumar dan Gurnani, 2019) :

Kingdom	: Plantae
Division	: Trakeopita
Subdivision	: Spermatopitina
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Malvales
Famili	: Sterculiaceae
Genus	: <i>Guazuma</i>
Species	: <i>Guazuma ulmifolia</i> Lamk.

Kandungan utama tanaman jati belanda berupa tanin atau muscilago, selain itu juga memiliki kandungan octacosanol, taraxerolac, friedelinol-3-asetat, kafein dalam daun, katekin, kolatanin, kaemferol dalam empulur kayu, serta pada bagian kulit kayu mengandung betulin, friedelin, dan sitosteron (Kumar dan Gurnani, 2019). Pada penelitian yang dilakukan oleh Desmiaty dkk., (2007) kadar tanin pada ekstrak daun jati belanda sebesar  $0.069 \pm 0.001\%$  b/b.

Tanaman jati Belanda tersebut memiliki banyak manfaat diantaranya dapat menurunkan berat badan, menurunkan kadar kolesterol, sebagai astringen, dapat



digunakan sebagai terapi diabetes mellitus, dan mengobati gangguan pencernaan (Permana dkk., 2016).

## 2. Herba Meniran (*Phyllanthus niruri*)

Meniran merupakan tanaman herba yang berasal dari daerah tropis dapat tumbuh liar ditempat lembab maupun berbatu. Tanaman ini tumbuh tegak, berbentuk bulat, bercabang, dan berwarna hijau. Meniran memiliki klasifikasi sebagai berikut (ITIS, 2011a) :

Kingdom	: Plantae
Division	: Trakeopita
Subdivision	: Spermatopitina
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Malpighiales
Famili	: Phyllanthaceae
Genus	: <i>Phyllanthus</i> L.
Spesies	: <i>Phyllanthus niruri</i> L.

Meniran memiliki beberapa kandungan senyawa seperti : filantin, hipofilantin, filtetralin, alkaloid, terpenoid, tanin, dan glikosida flavanon (Dewangga dan Qurrohman, 2019). Bagian dari tanaman tersebut yang dimanfaatkan yakni bagian batangnya. Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Sri Kosnayani dkk., (2019) kadar tanin dalam ekstrak daun meniran yakni sebesar 7,56 mg/g ekstrak. Meniran dapat digunakan sebagai terapi penyakit kuning (*jaundice*), demam, epilepsi (ayan), batuk, malaria, mengobati jerawat, susah buang air kecil, penyakit batu pada saluran kemih, dan juga dapat digunakan sebagai mengobati infeksi (Dewangga dan Qurrohman, 2019).

## 3. Rimpang Jahe (*Zingiber officinale* Roscoe)

Jahe merupakan salah satu jenis tanaman rimpang yang melimpah di indonesia, tanamana ini sudah banyak digunakan sebagai bahan obat ataupun tanaman rempah-rempahan. Adapun klasifikasi rimpang jahe sebagai berikut (ITIS, 2010a) :

Kingdom : Plantae  
Division : Trakeopita  
Subdivision : Spermatopitina  
Kelas : Magnoliopsida  
Ordo : Zingiberales  
Famili : Zingiberaceae  
Genus : *Zingiber* Mill.  
Spesies : *Zingiber officinale* Roscoe

Jahe memiliki berbagai macam kandungan diantaranya yakni gingerol, alkaloid, steroid, flavonoid, tanin, saponin, glikosida, dan terpenoid (Bhargava dkk., 2012). Pada penelitian yang dilakukan oleh Shirin Adel dan Prakash, (2010) kadar tanin pada ekstrak rimpang jahe sebesar 1,51 g TAE/100 g ekstrak. Rimpang jahe tersebut sudah banyak dimanfaatkan sejak 2500 tahun di Indonesia, Cina, maupun India. Digunakan untuk kondisi mual, muntah, diare, gangguan pencernaan, dan rematik. Efek farmakologis lainnya dari jahe antara lain anti-inflamasi, antioksidan, hypoglikemia, antiplatelet, pengobatan tumor, antitrombolitik, antimikroba, antijamur (Shareef dkk., 2016).

#### 4. Daun Jombang (*Taraxacum officinale*)

Tanaman jombang merupakan salah satu tanaman yang dapat digunakan sebagai pengobatan tradisional. Bagian tanaman ini yang sering digunakan adalah bagian daunnya. Adapun klasifikasi tanaman jombang sebagai berikut :

Kingdom : Plantae  
Division : Trakeopita  
Subdivision : Spermatopitina  
Kelas : Magnoliopsida  
Ordo : Asterales  
Famili : Asteraceae  
Genus : *Taraxacum*  
Spesies : *Taraxacum officinale* (ITIS, 2010b)

Tanaman jombang menurut Díaz dkk. (2018) memiliki kandungan metabolit sekunder, diantaranya tanin, polifenol, alkaloid, dan flavonoid. Manfaat utama dari tanaman jombang yakni dapat digunakan sebagai pengobatan diuretik, obat pencahar, pembersih darah, pengobatan rematik, anti radang, kadar gula darah, dan sebagai antioksidan (Khan dkk., 2019).

5. Daun Teh Hijau (*Camellia sinensis*)

Teh merupakan tanaman yang berpotensi sebagai tanaman obat. Pemanfaatan daun teh terletak pada komponen bioaktifnya, yakni polifenol yang banyak ditemukan pada bagian daunnya. Klasifikasi tanaman teh sebagai berikut (ITIS, 2011b) :

Kingdom	: Plantae
Division	: Trakeopita
Subdivision	: Spermatopitina
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Ericales
Famili	: Theaceae
Genus	: <i>Camellia</i>
Spesies	: <i>Camellia sinensis</i> L.

Teh memiliki kandungan bahan kimia aktif berupa kafein, katekin, asam amino, klorofil, karoten, asam galat, epikatekin, epikatekin galat, minyak esensial, ferum, magnesium, kalsium, dan vitamin (C,A,B<sub>1</sub>,B<sub>2</sub>,B<sub>12</sub>, P), selain itu daun teh memiliki metabolit sekunder antara lain tanin, alkaloid, flavonoid, steroid, saponin, dan triterpenoid (Noriko, 2013). Total kadar tanin dalam ekstrak daun teh hijau berkisar antara  $5.64 \pm 0.39$  -  $7.45 \pm 0.27$  mg TAE/g ekstrak (Bizuayehu dkk., 2016).

Daun teh memiliki banyak manfaat diantaranya untuk terapi antioksidan, antikanker, antibakteri, dapat meningkatkan sistem imun, antimikroba, antidiabetes, pencegah terjadinya aterosklerosis, dapat menurunkan kolesterol, mencegah karies pada gigi, menjaga kesehatan jantung, menghindari terjadinya

stroke, mencegah bau mulut, melancarkan buang air kecil, dan dapat sebagai penurun tekanan darah (Noriko, 2013).

6. Kayu Secang (*Caesalpinia sappan*)

Kayu secang merupakan tanaman yang biasa tumbuh di daerah Asia Tenggara, salah satunya di Indonesia. Tanaman ini memiliki banyak manfaat dalam pengobatan, bagian dari kayu secang tersebut yang dapat dimanfaatkan adalah bagian batangnya. Berikut merupakan klasifikasi tanaman secang :

Kingdom	: Plantae
Division	: Trakeopita
Subdivision	: Spermatopitina
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Fabales
Famili	: Fabaceae
Genus	: <i>Caesalpinia</i> L.
Spesies	: <i>Caesalpinia sappan</i> L. (ITIS, 2011c)

Tanaman secang memiliki banyak kadungan di antaranya homoisoflavonoid, tanin, saponin, asam galat, brazilin, sedangkan bagian daun dan batangnya juga mengandung alkaloid dan fitosterol. Beberapa senyawa fenolat yang diidentifikasi dalam tanaman secang yakni sappan kalokon, saponin A, saponin B, dan juga 3-hidroksi sappanon (Yemirta, 2010). Pada penelitian yang dilakukan oleh Kimestri dkk., (2018) didapatkan kadar tanin dalam ekstrak kayu secang yakni  $46.42 \pm 0.23$  mg/100 g ekstrak.

Kayu secang tersebut dapat dimanfaatkan untuk mengobati diare yang parah, disentri, pendarahan paru, sebagai pengobatan diuretik, dapat untuk mengatasi ruam kulit, tukak lambung, demam yang tinggi, epilepsi (ayan), untuk penyembuhan luka, pemurniaan darah, antioksidan, anti inflamasi, analgesik, dan juga dapat digunakan untuk diabetes (Settharaksa dkk., 2019).

#### 7. Daun Ungu (*Graphophyllum pictum*)

Daun ungu merupakan tanaman yang berasal dari Papua Nugini dan Polinesia yang sekarang sudah menyebar di Indonesia. Tanaman ini sering digunakan sebagai tanaman pagar, dan banyak dijumpai pada tempat yang banyak disinari matahari. Berikut merupakan klasifikasi tanaman ungu :

Kingdom	: Plantae
Division	: Trakeopita
Subdivision	: Spermatopitina
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Lamiales
Famili	: Acanthaceae
Genus	: <i>Graphophyllum</i>
Spesies	: <i>Graphophyllum pictum</i> L. (ITIS, 2011d)

Tanaman ungu yang sering dimanfaatkan yakni bagian daunnya. Daun ungu mengandung senyawa sekunder turunan polifenol (seperti tanin, flavonoid, antosianin, dan juga leukoantosianin), selain itu juga mengandung alkaloid, sitosterol, asam format, saponin, dan glikosida (Prasetyo dkk., 2019). Namun saat ini penentuan kadar tanin pada ekstrak daun ungu belum ada penelitiannya.

Manfaat dari tanaman ungu diantaranya dapat digunakan untuk mengatasi wasir, antioksidan, melancarkan haid, dapat menghalukan kulit, mengatasi batu empedu, hepatitis, melancarkan buang air seni, dan mengatasi penyakit usus besar (Manoi dkk., 2011).

#### 8. Tanaman Pegagan (*Centella asiatica*)

Pegagan merupakan tanaman liar yang banyak dijumpai di perkebunan, tepi jalan, ladang, maupun di sawah. Meskipun begitu tanaman ini memiliki banyak manfaat dalam mengobati penyakit atau sebagai pengobatan tradisional, bagian dari tanaman tersebut yang banyak digunakan adalah bagian daunnya. Adapun klasifikasi tanaman pegagan sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
---------	-----------



Division : Trakeopita  
Subdivision : Spermatopitina  
Kelas : Magnoliopsida  
Ordo : Apiales  
Famili : Apiaceae  
Genus : *Centella* L.  
Spesies : *Centella asiatica* (L). (ITIS, 2011e)

Daun *Centella asiatica* memiliki kandungan metabolit primer dan sekunder, diantaranya karbohidrat, tanin, steroid, triterpenoid, alkaloid, saponin. Pegagan dapat mengakumulasikan triterpenoid pentasiklik dalam jumlah yang besar, selain itu pegagan kaya akan vitamin A, vitamin C, vitamin B<sub>1</sub>, vitamin B<sub>2</sub>, niasin, dan karoten (Minh dkk., 2019). pada penelitian yang telah dilakukan oleh Agfadila dkk., (2017) kadar tanin dalam ekstrak daun pegagan berkisar antara 0,10% b/b.

Tanaman pegagan sudah banyak dimanfaatkan sejak zaman kuno yang digunakan sebagai obat tradisional untuk menyembuhkan berbabagai macam penyakit seperti anemia (kekurangan darah), epistaksis (hidung berdarah), hepatitis, dapat membantu meningkatkan daya ingat, dan mengobati kelelahan mental, eksim (penyakit kulit), dan kecemasan (Belwal dkk., 2019).

9. Daun Tempuyung (*Sonchus arvensis*)

Tanaman tempuyung merupakan salah satu jenis tanaman yang memiliki banyak manfaat, bagian dari tanaman tersebut yang sering digunakan adalah bagian daunnya. Tumbuhan ini banyak ditemukan di pekarangan rumah dan di tepi sungai. Berikut merupakan klasifikasi tanaman tempuyung (ITIS, 2010c) :

Kingdom : Plantae  
Division : Tracheophyta  
Subdivision : Spermatophyta  
Kelas : Magnoliopsida  
Ordo : Asterales

Famili : Asteraceae  
Genus : *Sonchus* L.  
Spesies : *Sonchus arvensis* L.

Tanaman tempuyung memiliki beberapa kandungan senyawa kimia antara lain flavonoid, kumarin, alkaloid, antraquinon, asam fenolat, kumarin, dan tanin. Tanaman tersebut memiliki banyak sekali manfaat, diantaranya digunakan untuk pengobatan batuk, peradangan, bronkitis, antioksidan, asma, rematik, batu ginjal, dan infeksi usus (Kusumawati dkk., 2013).

#### 10. Biji Jinten Hitam (*Nigella sativa*)

Tanaman jinten hitam merupakan jenis tanaman rempah, serta tanaman ini memiliki banyak manfaat dalam pengobatan herbal tradisional. Biji tanaman jinten hitam yang sering digunakan dalam pengobatan. Klasifikasi tanaman jinten hitam sebagai berikut (ITIS, 2011g) :

Kingdom : Plantae  
Division : Tracheophyta  
Subdivision : Spermatophyta  
Kelas : Magnoliopsida  
Ordo : Ranunculales  
Famili : Ranunculaceae  
Genus : *Nigella* L.  
Spesies : *Nigella sativa* Linn.

Tanaman jinten hitam memiliki berbagai macam kandungan senyawa, diantaranya asam amino, protein, karbohidrat, minyak atsiri, alkaloid, saponin, dan tanin (Mukhriani dkk., 2014). Kadar tanin total pada ekstrak biji jinten hitam yakni sebesar 4,13% b/b (Mukhriani dkk., 2014). Manfaat dari tanaman ini dapat digunakan sebagai anti-inflamasi, antiparasit, antibakteri, antivirus, dan antioksidan (Rumampuk dkk., 2016). Jinten hitam juga dapat digunakan untuk anti hipertensi, dan dipercaya dapat meningkatkan sistem imun (Novisa dkk., 2015).

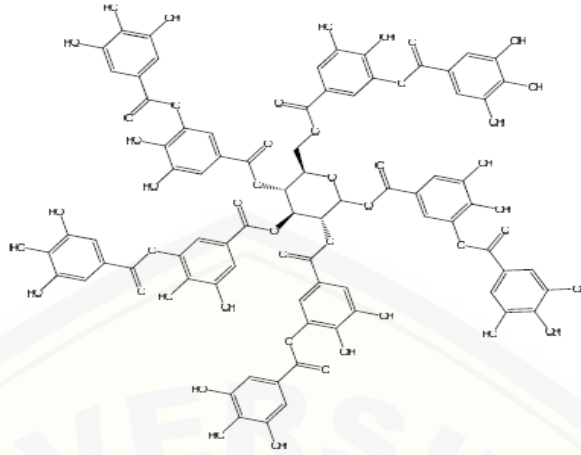


## 2.2 Tinjauan Senyawa Tanin

### 2.2.1 Senyawa Tanin

Tanin atau lebih dikenal dengan asam tanat (bentuk spesifik dari tanin) merupakan senyawa fenolik polimer dengan banyak gugus hidroksil dan memiliki struktur yang cukup beragam dengan berat molekul tinggi yakni sekitar 500 sampai 20.000 Da (Eldin dkk., 2016). Tanin alami memiliki sifat yang mudah larut dalam pelarut polar seperti air, etanol, metanol, tetapi sukar larut pada pelarut non polar seperti benzena, eter, kloroform, dan petroleum eter. Kelarutan tanin akan meningkat jika dilarutkan dengan air panas (Motta dkk., 2020), selain itu tanin memiliki warna kuning muda atau coklat muda, dan dapat menghasilkan senyawa berwarna dengan garam-garam besi karena adanya gugus fenol. Sebagian besar tanin dalam bentuk serbuk yang bersifat amorf, serta memiliki massa longgar dan bau yang khas (Lima dkk., 2012).

Sifat tanin yang menjadi pembeda dari senyawa polifenol yakni sifat astringen dan pengendapan protein. Astringen pada tanin dapat menyebabkan rasa kering dimulut saat mengkonsumsi makanan atau minuman yang mengandung banyak tanin, selain itu tanin juga dapat berikatan kuat dengan protein serta makromolekul lain seperti asam amino, amilum, selulosa, dan mineral (Okuda dan Ito, 2011). Ikatan antara tanin dengan protein membentuk ikatan kovalen sehingga akan terbentuk endapan protein yang tidak larut dalam air (Krzyzowska dkk., 2017). Tanin juga dapat dihidrolisis oleh adanya enzim, asam dan basa. Struktur senyawa tanin terdapat pada gambar 2.1 dibawah ini :

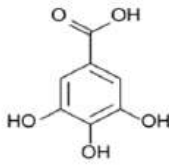
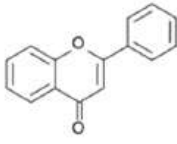


Gambar 2. 1 Struktur senyawa tanin (Pizzi, 2019)

Tanin sebagian besar terletak di vakuola atau dinding permukaan tanaman, seperti pada jaringan akar, tunas, benih, daun, dan batang. Tersebar luas pada tanaman Gimnospermae dan Angiospermae, tetapi paling banyak ditemukan pada tumbuhan dikotil (berkeping dua) disebabkan karena tanin termasuk dalam komponen zat organik yang merupakan turunan polimer glikosida di berbagai macam tumbuhan (Malangki dkk., 2012).

### 2.2.2 Klasifikasi Senyawa Tanin

Tanin secara umum diklasifikasikan menjadi 2 bagian, diantaranya yakni tanin terhidrolisis, dan tanin terkondensasi. Struktur dari kedua klasifikasi tanin ini berbeda-beda namun memiliki khasiat yang hampir sama. Pada gambar 2.2 dibawah ini merupakan struktur dari klasifikasi senyawa tanin :

Base Unit:	 Gallic Acid	 Flavone
Class/Polymer:	Hydrolyzable Tannins	Condensed Tannins
Sources	Plants	Plants

Gambar 2. 2 Klasifikasi Golongan Senyawa Tanin (Ashok dan Upadhyaya, 2012)

#### A. Tanin Terhidrolisis

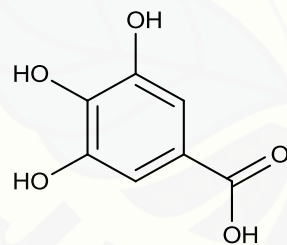
Tanin terhidrolisis merupakan jenis tanin dari turunan asam galat. Tanin ini terdiri dari inti poliol yang paling umum akan dirubah menjadi D-glukosa, selain itu akan dirubah menjadi multi-esterifikasi dengan asam galat (3,4,5-trihidroksil asam benzoat) dan turunannya. Tanin akan terhidrolisis oleh asam lemah atau basa lemah yang dapat menghasilkan karbohidrat dan asam fenolik (Ashok dan Upadhyaya, 2012). Tanin terhidrolisa, biasanya hanya ada dalam jumlah kecil di tanaman yang merupakan turunan sederhana dari asam galat (Pizzi, 2019).

Sifat dari tanin terhidrolisis biasanya senyawa amorf, higroskopis, dapat larut dengan air, dapat diekstraksi dengan air panas atau campuran etanol-air, dan memiliki warna coklat kuning. Tanin terhidrolisis tidak mempengaruhi sistem pencernaan, karena tanin ini akan terdegradasi di usus menjadi fenolat kecil yang tidak dapat berinteraksi dengan protein (Hagerman dkk., 1992). Terdapat 2 kelas tanin terhidrolisis yakni gallotanin (senyawa asam galat dan glukosa) dan ellagitanin (terdiri dari unit elagit dan glukosa).

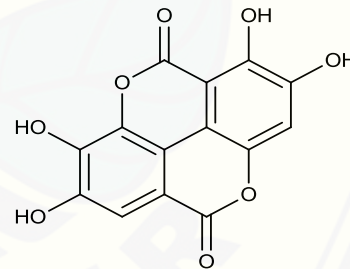
Gallotanin adalah jenis tanin terhidrolisis yang akan menghasilkan asam galat dan dapat mengandung hingga 5 kelompok galoil yang diesterifikasi langsung ke poliol (mono-, di-, pentagalloyl glukosa). Terbentuknya senyawa tersebut dicirikan dengan inti glukosa diesterifikasi dengan 10-12 unit asam galat,

baik secara langsung maupun dengan mengikat ikatan antar unit asam galat. Karena asam galat merupakan golongan ester maka akan mudah terhidrolisis (Hagerman dkk., 1992)

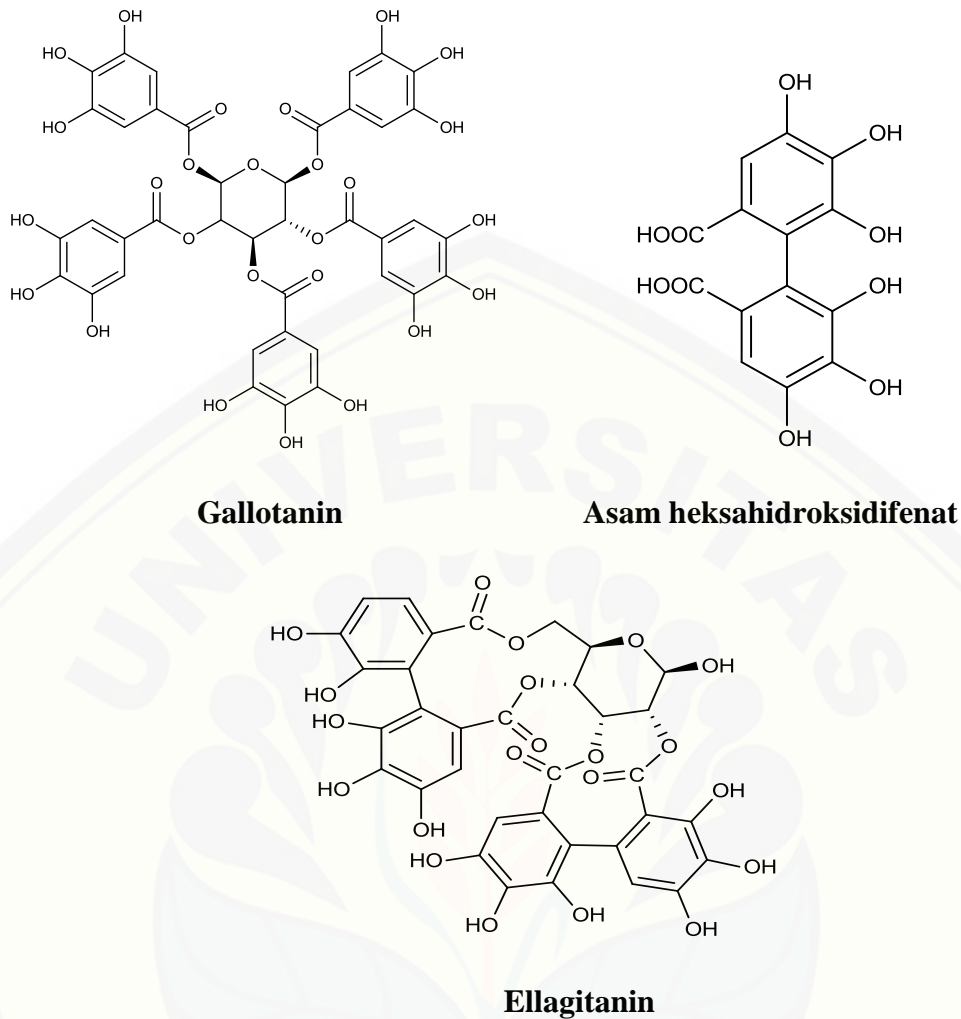
Ellagitanin strukturnya dicirikan dengan inti glukosa yang diesterifikasi dengan satu atau lebih unit hexahydroxydiphenic acid (HHDP), yang terbentuk melalui oksidatif 2 unit antar asam galat. Biosintesis ellagitanin merupakan oksidatif enzimatis dari gallotanin. Dengan melalui dua tahapan, tahapan pertama adalah oksidasi 1,2,3,4,6-pentagalloylglucose untuk membentuk ellagitanin monomer. Kemudian tahapan kedua terjadi akibat dimerisasi setelah oksidasi spesifik yang dimediasi oleh gugus heksahidroksidifenat dari ellagitanin dengan kelompok galloyl dari tanin lain, selanjutnya membentuk dimer yang mengandung valoneyl dan reaksi ini akan terus membentuk oligomer yang lebih tinggi (Pizzi, 2019). Dengan adanya hidrolisis mengakibatkan hexahydroxydiphenic acid terlepas, dan secara spontan akan mengalami laktonisasi membentuk asam ellagit (Falcão dan Araújo, 2011). Dibawah ini pada gambar 2.3 merupakan struktur tanin terhidrolisis.



**Asam galat**



**Asam ellagit**



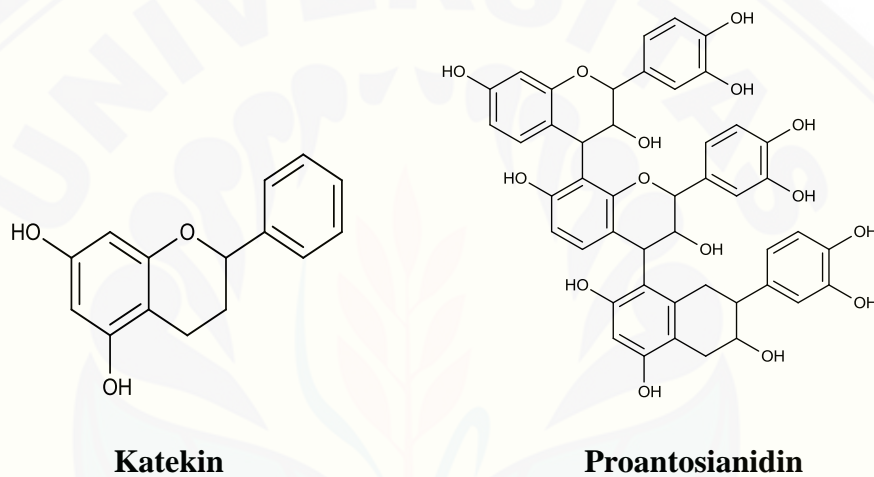
Gambar 2. 3 Struktur tanin terhidrolisis

#### B. Tanin Terkondensasi

Tanin terkondensasi merupakan polimer dari flavonoid yang terdiri atas 2–50 unit monoflavonoid. Tanin terkondensasi tersebut membentuk oligomer dan proantosianidin polimerik yang terdiri dari unit flavan-3-ol (katekin) (Savithramma dkk., 2011), yang mana umumnya akan terikat melalui ikatan posisi C4 dengan C8. Nama lain dari tanin terkondensasi yakni proantosianidin, karena setelah dilarutkan dengan asam alkohol panas tanin ini akan melepaskan karbon-karbon penghubung yang akan menghasilkan antosianidin dengan warna merah dan polimer tersebut tidak mudah larut. Proantosianidin ini banyak dalam

bentuk prosianidin dan jika direaksikan dengan asam akan menghasilkan senyawa sianidin (Hagerman dkk., 1992).

Tanin terkondensasi akan menghasilkan warna coklat kemerahan yang akan kelihatan gelap ketika terkena cahaya (Falcão dan Araújo, 2011). Pada tanaman lebih banyak mengandung tanin terkondensasi dibandingkan dengan tanin terhidrolisis, karena tanin terhidrolisis bersifat lebih toksik (Fathurrahman dkk., 2018). Dibawah ini pada gambar 2.4 merupakan struktur dari katekin dan proantosianidin :



Gambar 2. 4 Struktur tanin terkondensasi

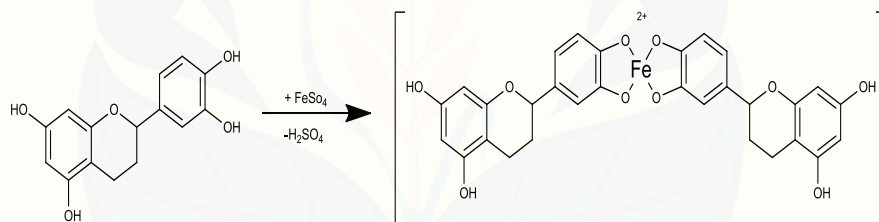
### 2.2.3 Manfaat Senyawa Tanin

Ekstrak tanaman yang mengandung tanin dapat digunakan sebagai astringen yang dapat digunakan dalam mengatasi diare, selain itu tanin dapat dimanfaatkan sebagai pengobatan lambung dan tumor duodenum, sebagai diuretik, antiinflamasi, antiseptik, antioksidan, dan obat-obatan hemostatik. Karena sifat tanin yang dapat mengendapkan logam berat dan alkaloid, maka tanin dapat digunakan untuk mengobati keracunan terhadap zat-zat ini. Menurut beberapa ahli tanin juga memiliki sifat sebagai antivirus, antibakteri, serta memiliki aktivitas antitumor (Khanbabaee dan Ree, 2001). Dengan ini tanin sering dianggap memiliki prinsip senyawa aktif berbasis tanaman obat.



### 2.3 Tinjauan tentang Penentuan Kadar Tanin dengan Ferro Tatrart

Metode ferro tatrart merupakan salah satu metode kolorimetri yang dapat digunakan untuk penentuan kadar tanin dalam ekstrak tanaman obat. Menurut Chen dkk. (2005) metode ferro tatrart memiliki Kelebihan yakni reaksinya lebih cepat, mudah, dan memiliki reproduktivitas baik dibandingkan dengan metode yang sering digunakan dalam penentuan tanin yakni folin ciocalteu. Metode ini terdiri atas dua senyawa kimia, diantaranya yakni natrium kalium tatrart ( $\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) dan ferro sulfat ( $\text{FeSO}_4$ ) (Eldin dkk., 2016). Tanin merupakan senyawa yang memiliki gugus hidroksil bersifat polar, yang mana didalam medium air dapat mengion dan tanin menjadi lebih reaktif. Jika logam ditambahkan pada larutan ekstraksi yang mengandung senyawa tanin, maka logam tersebut akan membentuk ionik dengan gugus hidroksil dari tanin (Mughtar dkk., 2014). Reaksi antara asam tanat dengan  $\text{FeSO}_4$  dan natrium kalium tatrart terdapat pada gambar 2.5 dibawah ini :



Gambar 2. 5 Reaksi asam tanat dengan  $\text{FeSO}_4$  (Wilson, 2014)

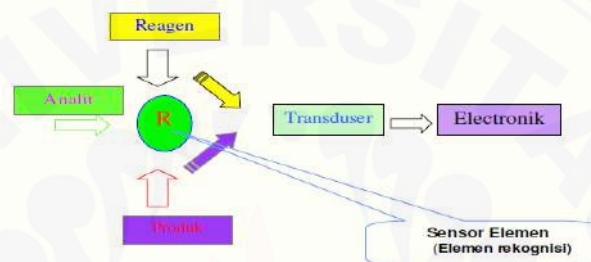
Ikatan tanin dengan ion  $\text{Fe}^{2+}$  pada  $\text{FeSO}_4$  akan mengalami proses oksidasi, karena kompleks besi (II) sangat sensitif terhadap proses oksidasi sehingga dengan adanya oksigen besi (II) akan diubah menjadi besi (III) dengan menghasilkan warna biru gelap (Mughtar dkk., 2014).

Metode ferro tartrat ini didasarkan pada interaksi larutan besi sulfat ( $\text{FeSO}_4$ ) pada senyawa tanin yang bersifat asam dan dengan penambahan garam natrium kalium tatrart yang merupakan larutan alkali (bersifat basa) akan memberikan perubahan warna violet yang lebih optimal (Drengson, 2002).

## 2.4 Tinjauan tentang Sensor Kimia

### 2.4.1 Definisi Sensor Kimia

Sensor kimia merupakan suatu alat yang dapat memberi respon terhadap analit tertentu melalui reaksi kimia secara selektif dan seringkali digunakan untuk penentuan analit baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Umumnya sensor kimia menggunakan reagen tertentu yang sesuai untuk menentukan estimasi kimiawi, estimasi kimiawi yang akan dideteksi disebut juga sebagai analit (Kuswandi, 2010). Skema sensor kimia terdapat pada gambar 2.6 seperti dibawah ini :



Gambar 2. 6 Skema sensor kimia (Kuswandi, 2010)

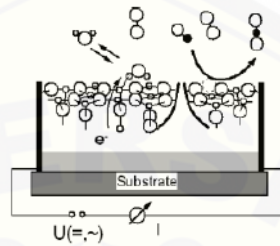
Pada skema diatas dapat disimpulkan bahwa sensor kimia merupakan alat analisis berisi reagen kimia tertentu, yang dapat berinteraksi dengan analit dalam suatu sampel menghasilkan perubahan sifat fisika-kimia menjadi sinyal listrik. Selain itu pada alat sensor terdapat transduser yang berfungsi dalam mengkonversi atau merubah sinyal listrik, sehingga hasil deteksinya mudah untuk dibaca secara analog menggunakan jarum penunjuk maupun secara digital menggunakan *digital display*. Beberapa jenis transduser dalam sensor meliputi elektrokimia, warna (optik), piezo-elektrik, dan termal (Eggins, 2002). Secara singkat sensor kimia dapat dituliskan dalam persamaan 2.2 sebagai berikut :

$$\text{Sensor Kimia} = \text{Reagen} + \text{Transduser} \dots \dots \dots 2.2$$

## 2.5 Mekanisme Sensor Kimia

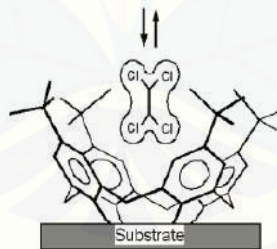
Desain atau rancangan pada sensor kimia dapat disesuaikan berdasarkan karakteristik dari analit yang akan dideteksi. Sensor kimia yang dikatakan baik jika sensor tersebut dapat berinteraksi secara reversibel dengan analit, sehingga sinyal sensor yang terbentuk dapat dikontrol dengan mudah baik secara dinamik

maupun kinetik. Terdapat beberapa contoh bentuk reaksi yang dapat dirancang dalam pengembangan sensor kimia, diantaranya yakni sensor kimia berbasis reaksi transfer muatan dan sensor kimia berbasis reaksi kunci-anak kunci (*key-lock*). Di bawah ini pada gambar 2.7 merupakan jenis sensor kimia yang berbasis transfer muatan :



Gambar 2. 7 Sensor kimia berbasis transfer muatan (Kuswandi, 2010)

Sensor kimia berbasis reaksi transfer muatan biasanya terjadi pada sensor kimia dengan material anorganik (contohnya  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{IrO}_x$ , dan  $\text{In}_2\text{O}_5$ ). Reaksi ini biasanya berbentuk reaksi akseptor-donor dari reaksi adsorpsi kimiawi (*chemisorption*) terhadap analit dengan lapisan sensor. Pada gambar 2.8 merupakan jenis sensor kimia berbasis kunci-anak kunci (*key-lock*) :



Gambar 2. 8 Sensor kimia berbasis (*key-lock*) (Kuswandi, 2010)

Selain sensor kimia berbasis reaksi transfer muatan, terdapat juga sensor kimia berbasis kunci-anak kunci (*key-lock*). Desain pada sensor ini kebanyakan menghasilkan reaksi yang spesifik, misalnya reaksi spesifik pada sisi aktif suatu polimer. Kelebihan dari sensor berbasis kunci-anak kunci (*key-lock*) yakni memiliki selektifitas tinggi dalam mendeteksi suatu analit.

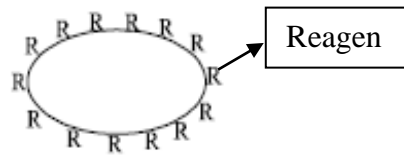
## 2.6 Tinjauan tentang Teknik Immobilisasi

Immobilisasi reagen dapat diartikan sebagai proses pemadatan reagen atau pengikatan reagen pada bahan pendukung (solid support material), reagen tersebut selanjutnya akan mengalami pertukaran dengan larutan sampel yang mana terdapat analit untuk dideteksi (Kuswandi, 2010). Pengikatan reagen tersebut dapat dilakukan dengan cara fisik atau kimia. Pemilihan teknik immobilisasi biasanya dilihat berdasarkan sifat-sifat reagen. Teknik immobilisasi digolongkan atas dua jenis metode, yaitu metode fisika dan metode kimia. Metode immobilisasi secara fisika terdiri atas proses adsorpsi (penyerapan), pemerangkapan (*entrapment*), pengkapsulan (*encapsulation*), dan interaksi elektrostatis. Sedangkan immobilisasi secara kimia terdiri atas pembentukan ikatan kovalen dan ikatan silang (*cross-linking*) (Kuswandi, 2010).

### 2.6.1 Adsorpsi

Adsorpsi merupakan bentuk yang sering digunakan dalam immobilisasi reagen pada bahan pendukung. Hal ini disebabkan karena adsorpsi dapat digunakan untuk mengikat berbagai macam reagen baik reagen bahan organik hingga bahan anorganik. Teknik immobilisasi secara adsorpsi melibatkan ikatan hidrogen dan *Van der Waals*. Mekanisme adsorpsi dalam immobilisasi ini adalah mengadsorpsi atau menyerap molekul reagen dalam fase pendukung (adsorben). Adsorben yang sering dipakai dalam proses immobilisasi, antara lain material karbon, polimer berpori, dan material organik (Kuswandi, 2010).

Menurut Kuswandi (2010) teknik adsorpsi secara umum dalam immobilisasi reagen dikelompokkan atas adsorpsi kimia dan adsorpsi fisika. Pada adsorpsi kimia (kimisorpsi) akan terbentuk ikatan kovalen yang sangat kuat, sedangkan adsorpsi fisika (fisisorpsi) dengan ikatan yang terbentuk lemah, yakni ikatan hidrogen dan *Van der Waals*. Teknik immobilisasi reagen dengan adsorpsi yang paling banyak digunakan yakni adsorpsi fisika, dengan melibatkan ikatan hidrogen atau *Van der Waals* saja untuk reagen dengan material pendukungnya. Berikut ini pada gambar 2.9 merupakan teknik adsorpsi:



Gambar 2. 9 Teknik adsorpsi (Kuswandi, 2010)

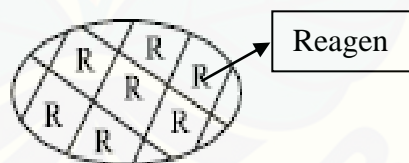
### 2.6.2 Entrapment (Pemerangkapan)

Entrapment merupakan teknik imobilisasi reagen dengan mekanisme merangkap reagen kimia dengan membran gel atau lapisan tipis film. Pembuatan membran dapat dilakukan dengan mencampur reagen kimia dengan larutan monomer, yang mana akan terjadi polimerisasi sehingga terbentuk membran baik gel ataupun lapisan tipis film (Kuswandi, 2010).

Metode ini memiliki beberapa kekurangan, diantaranya (Eggins, 2002) :

- Aktivitas enzim dapat berkurang melalui pori-pori gel.
- Hambatan besar (*large barrier*), akibatnya dapat menghambat difusi substrat, sehingga reaksi yang terjadi lambat, dan juga membutuhkan waktu respon yang lama.

Berikut ini pada gambar 2.10 merupakan teknik *entrapment* :



Gambar 2. 10 Teknik entrapment (Kuswandi, 2010)

### 2.6.3 Encapsulasi (Pengkapsulan)

*Encapsulasi* atau disebut sebagai mikroenkapsulasi. Teknik imobilisasi ini bekerja dengan cara menjerat atau memerangkap reagen kimia dengan suatu membran yang bersifat semipermeabel pada permukaan sensor. Adapun membran yang seringkali digunakan dalam imobilisasi reagen, yakni PVC (*Polyvinylchloride*), cellulose acetate, polytetrafluoroethylene (teflon), dan



polycarbonate. Teknik pengkapsulan ini memiliki kelebihan, yakni cukup stabil dalam suhu, pH, kekuatan kimia, serta kekuatan ion (Eggins, 2002).

#### **2.6.4 *Cross-linking* (Ikatan Silang)**

*Cross-linking* merupakan suatu metode immobilisasi yang akan mengikat reagen pada membran padat atau bahan pendukung lainnya seperti gel. Umumnya reagen yang digunakan dalam metode ini adalah glutaraldehida (Eggins, 2002). Metode *Cross-linking* memiliki kelebihan dalam menstabilkan material biologis (enzim) yang telah teradsorpsi. Penggunaan metode ini biasanya bersamaan dengan metode immobilisasi yang lain, seperti adsorpsi atau mikro enkapsulasi.

Beberapa kekurangan dari metode *cross-linking*, antara lain (Eggins, 2002):

- a. Terbatasnya difusi substrat
- b. Kekuatan mekanisme pada sistemnya buruk
- c. kerusakan sistem dapat disebabkan oleh adanya enzim

#### **2.6.5 Ikatan Kovalen**

Ikatan kovalen merupakan suatu metode immobilisasi yang mana terjadi ikatan antara matriks pendukung dengan gugus fungsi pada material biologis. Pengikatan yang terbentuk merupakan ikatan yang cukup kuat (kovalen), sehingga gugus fungsi dalam material biologis tidak mudah lepas dari matriks (Eggins, 2002). Immobilisasi ini biasanya melibatkan gugus-gugus nukleofilik yang dianggap sebagai kopling kimia seperti COOH, NH<sub>3</sub>, OH, SH, dan C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>OH. Menurut (Eggins, 2002) ada beberapa hal yang perlu diperhatikan pada saat immobilisasi menggunakan metode kimia ikatan kovalen, yakni harus pada kondisi suhu rendah, pH netral, serta memiliki ikatan ionik yang rendah.



## 2.7 Karakteristik Sensor Kimia

Dalam pengembangan sensor kimia ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, seperti halnya performansi atau karakteristik sensor kimia dalam mendeteksi suatu analit tertentu (Kuswandi, 2010). Performansi ini meliputi linieritas, sensitivitas, batas kuantitasi (*LOQ*), batas deteksi (*LOD*), presisi, akurasi, selektivitas, waktu respon, serta waktu pakai sensor.

### 2.7.1 Linieritas

Linieritas adalah kemampuan metode analisis dalam mendapatkan hasil uji yang proposional terhadap konsentrasi analit dalam suatu sampel. Parameter yang dapat digunakan untuk menunjukkan adanya hubungan yang linier yakni menggunakan koefisien korelasi (*r*) pada analisis regresi linier  $Y = a + bx$ . Biasanya dianggap memiliki hubungan yang linier jika nilai  $r = +1$  atau  $-1$ , dan nilai  $b = 0$  (Sudewi dan Pontoh, 2018).

### 2.7.2 Sensitivitas

Sensitivitas merupakan kemampuan suatu sensor dalam membedakan konsentrasi analit pada konsentrasi yang paling kecil. Nilai sensitivitas dapat dilihat dari kurva kalibrasi, yakni pada nilai *slope* yang dihasilkan (Kuswandi, 2010).

### 2.7.3 Limit Kuantitasi dan Limit Deteksi (*LOQ* dan *LOD*)

Batas kuantitasi atau *LOQ* (*limit of Quantification*) merupakan konsentrasi analit terkecil dalam sampel yang masih dapat ditentukan nilai akurasi dan presisinya pada analisis yang akan digunakan (Yuwono dan Indrayanto, 2005). Dalam penentuan batas kuantifikasi pada suatu sensor dapat dihitung dengan persamaan 2.3:

$$LOQ = 10_{sbl} / m \dots\dots\dots 2.3$$

Yang mana nilai  $m$  menunjukkan slop dari kurva kalibrasi, dan  $sbl$  menunjukkan standar deviasi dari sinyal blanko. sedangkan untuk batas deteksi atau disebut sebagai LOD (*limit of Detection*) dapat diartikan sebagai konsentrasi terkecil dalam suatu analit yang masih dapat dideteksi oleh alat sensor . Dalam penentuan LOD dapat digunakan persamaan sebagai berikut 2.4-2.6:

$$S_m = S_{avg,bl} + K_{Sbl} \dots \dots \dots 2.4$$

$$C_m = (S_m - S_{avg,bl}) / m \dots \dots \dots 2.5$$

$$C_m = K_{Sbl} / m \dots \dots \dots 2.6$$

Keterangan :  $S_m$  menunjukkan nilai minimum sinyal yang dapat dideteksi;  $S_{avg,bl}$  menunjukkan sinyal blanko rata-rata;  $S_{bl}$  menunjukkan standar deviasi pada sinyal blanko, serta  $k$  menunjukkan varian nilai perkalian dari sinyal blanko (biasanya memiliki nilai 3). Sedangkan  $C_m$  disini menunjukkan konsentrasi minimum analit yang dapat dideteksi, dan  $m$  tersebut menunjukkan slop dari kurva kalibrasi (Kuswandi, 2010).

#### 2.7.4 Selektivitas

Selektivitas merupakan parameter dari suatu metode analisis yang mana hanya dapat mendeteksi suatu analit tertentu yang ingin dideteksi secara cermat dan tidak dipengaruhi oleh adanya komponen lain yang terdapat dalam matriks sampel. Seletivitas dapat dinyatakan sebagai derajat penyimpangan dari suatu metode analisis yang mendeteksi sampel dengan ditambahkannya bahan pencemar, benda asing, hasil urai, senyawa sejenis, dan dibandingkan dengan hasil analisis suatu sampel yang tidak mengandung bahan-bahan tambahan tersebut (Yuwono dan Indrayanto, 2005). Dalam penentuan seletivitas dapat dilakukan dengan metode interferensi tetap (*fixed interference method/FIM*), selektivitas dari suatu metode analisis terhadap analit dianggap baik jika persen interferensinya <5% (Ermer, 2005). Nilai interferensi dapat dihitung dengan persamaan 2.7 dibawah ini :

$$\% \text{ Interferensi} = \frac{\Delta \text{mean Green uji} - \Delta \text{mean Green standar}}{\Delta \text{mean Green standar}} \times 100 \dots \dots \dots 2.7$$

Maka dari itu, menurut Kuswandi (2010) selektivitas dianggap parameter penting dalam sensor kimia dan parameter ini dapat menentukan layak tidaknya suatu sensor kimia digunakan sebagai pengukuran suatu analit.

### 2.7.5 Presisi

Presisi merupakan suatu kedekatan respon sensor dengan analit yang sama. Presisi sering kali dinyatakan dengan nilai standar deviasi relatif (RSD) maupun standar deviasi koefisien variasi (CV). Menurut Yuwono dan Indrayanto (2005) dengan pengukuran standar deviasi maka respon sensor reproduibilitas dan repeatabilitas dapat diukur. repeatabilitas merupakan kedekatan respon analit yang diukur pada waktu dan kondisi yang sama, sedangkan reproduibilitas merupakan kedekatan respon analit yang diukur dalam waktu yang berbeda namun dengan kondisi yang relatif sama. Pada sensor dianggap nilai presisi yang baik jika respon suatu analit dengan analit yang lain memiliki nilai standar deviasi relatif (RSD) <5%, namun kriteria ini sangat tergantung pada konsentrasi analit yang akan diperiksa (Kuswandi, 2010). Konsentrasi antar analit dengan nilai presisi yang baik dilihat pada tabel 2.1 dibawah ini :

Tabel 2. 1 Konsentrasi analit dengan nilai presisi yang diperbolehkan (Huber, 2007)

Konsentrasi analit (%)	Unit	Presisi (RSD%)
100	100%	1,3
≥10	10%	2,7
≥1	1%	2,8
≥0,1	0,1%	3,7
0,01	100 ppm	5,3
0,001	10 ppm	7,3
0,0001	1 ppm	11
0,00001	100 ppb	15
0,000001	10 ppb	21
0,0000001	1 ppb	30

### 2.7.6 Akurasi

Akurasi atau kecermatan merupakan parameter untuk mengetahui derajat kedekatan hasil analisis suatu analit yang akan dideteksi dengan nilai yang sebenarnya. Akurasi dinyatakan dengan nilai persen perolehan kembali (% *recovery*) (Yuwono dan Indrayanto, 2005). Persen *recovery* pada konsentrasi analit dapat dilihat pada tabel 2.2. Sedangkan perhitungan % *recovery* dapat dihitung dengan persamaan 2.8 seperti dibawah ini :

$$\% \text{ recovery} = \frac{\text{konsentrasi hasil percobaan}}{\text{konsentrasi teoritis}} \times 100 \dots \dots \dots 2.8$$

Tabel 2. 2 Persen *recovery* pada konsentrasi analit yang berbeda (Huber, 2007)

Konsentrasi analit (%)	Unit	<i>Mean Recovery</i> (%)
100	100 %	98-102
$\geq 10$	10 %	98-102
$\geq 1$	1 %	97-103
$\geq 0,1$	0,1 %	95-105
0,01	100 ppm	90-107
0,001	10 ppm	80-110
0,0001	1 ppm	80-110
0,00001	100 ppb	80-110
0,000001	10 ppb	60-115
0,0000001	1 ppb	40-120

### 2.7.7 Waktu Respon

Waktu respon dalam sensor kimia berdasarkan rekomendasi IUPAC dinyatakan sebagai waktu pada saat sensor direaksikan dengan suatu analit atau sampel dan juga waktu pertama kali respon sensor dapat menghasilkan sinyal yang stabil (*steady-state*). Sering kali disebutkan sebagai waktu sensor memberikan respon 90% ( $t_{90}$ ) dari total sinyal yang dihasilkan dalam mendeteksi suatu analit (Kuswandi, 2010).

### 2.7.8 Waktu Pakai

Waktu pakai sensor dapat dinyatakan dengan waktu suatu sensor memberikan reaksi yang sama dan stabil pada analit yang akan dideteksi dengan konsentrasi yang sama sampai waktu respon sensor terhadap analit tersebut mengalami penurunan yang signifikan (biasanya lebih dari 15 % dari respon awal). Dengan ini, maka bisa ditentukan berapa lama dan berapa kali suatu sensor kimia dapat dipakai dalam pengukuran analit (Kuswandi, 2010).



## BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan yakni penelitian eksperimental laboratorium.

### 3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan mulai bulan Desember 2019 sampai selesai. Bertempat di Laboratorium Analisis Instrumen Farmasi Universitas Jember.

### 3.3 Rancangan Penelitian

#### 3.3.1 Definisi Operasional

Definisi operasional dalam penelitian ini, terdiri dari beberapa tahap antara lain :

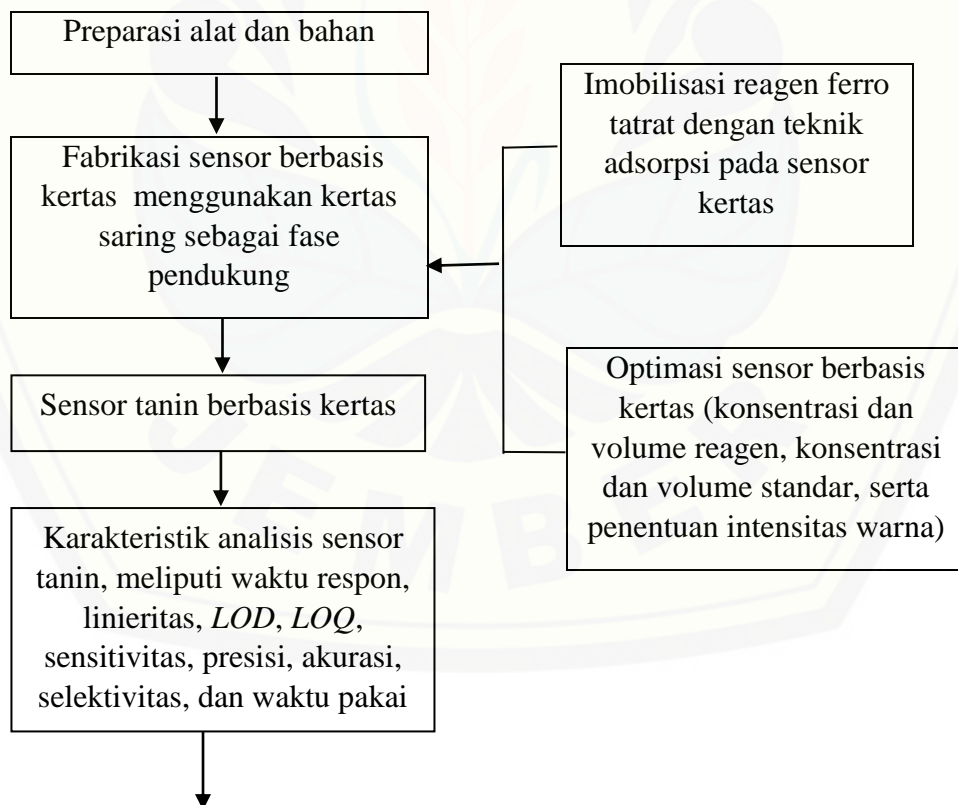
1. Sensor berbasis kertas adalah suatu metode yang dapat digunakan untuk penentuan tanin berdasarkan perubahan warna sensor dari jernih menjadi ungu kebiruan atau violet.
2. Sensor tanin dibuat dengan mengimobilisasi reagen ferro tatraat dalam kertas saring yang telah disablon.
3. Kadar tanin dapat diukur berdasarkan perubahan intensitas warna jernih menjadi violet.
4. Warna optimum merupakan warna yang menunjukkan perubahan warna violet signifikan serta terdispersi merata pada area deteksi sensor.
5. Kadar asam tanat dalam sampel dapat diukur dalam mg ekuivalensi asam tanat (TAE/*Tanic Acid Equivalent*).
6. Pengambilan gambar perubahan warna pada larutan uji dalam kertas saring menggunakan *scanner (Canon Lide 110 Canoscan)* pada resolusi 300 DPI (Dot per Inch).

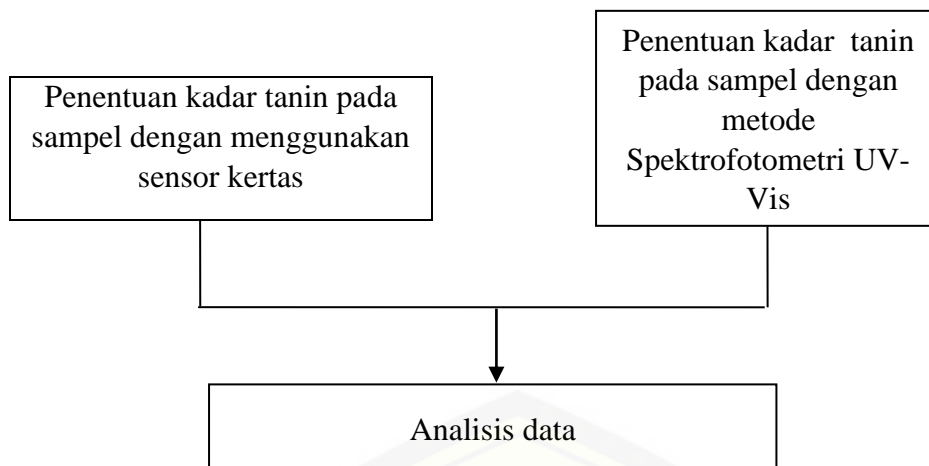


7. RGB (*Red, Green, Blue*) adalah analisis warna yang digunakan pada aplikasi *ImageJ* untuk mengetahui perubahan warna yang terjadi pada saat reagen ferro tatraat direaksikan dengan standar tanin maupun larutan sampel.
8. Respon sensor berupa intensitas warna dalam suatu piksel (*pixel*) menggunakan nilai rerata green (*mean Green*).
9.  $\Delta mean\ green$  merupakan selisih antara *mean green* dari blanko dikurangi dengan *mean green* dari standar tanin (asam tanat) atau larutan sampel.
10. Sampel yang digunakan adalah beberapa ekstrak tanaman obat yang mengandung senyawa tanin.

### 3.3.2 Diagram Alur Penelitian

Diagram alur penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1 seperti dibawah ini :





Gambar 3. 1 Diagram alur penelitian

### 3.4 Alat dan Bahan

#### 3.4.1 Alat

Alat yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain *ball pipet*, *beaker glass*, labu ukur, neraca analitik, *stirer*, *hair dryer*, pipet volume, mikro pipet, *scanner (Canon Lide 110 Canoscan)*, pipa kapier, vial, *ependorf*, *stopwatch*, *white tip*, kuvet, Spektrofotometer UV-Vis (*Hitachi U-1800*), sentrifuge, dan seperangkat alat gelas.

#### 3.4.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam melakukan penelitian ini antara lain asam tanat (*Sigma-Aldrich*),  $\text{FeSO}_4$ , natrium kalium tartrat, etanol 96%, akuades, ekstrak herba meniran (*Phyllanthus niruri* L.), kayu secang (*Caesalpinia sappan* L.), daun jati belanda (*Graptophyllum pictum* L.), daun jombang (*Taraxacum officinale*), daun ungu (*Graptophyllum pictum* L.), biji jinten hitam (*Nigella sativa* L.), daun pegagan (*Centella asiatica* L.), daun tempuyung (*Sonchus arvensis*), dan daun teh hijau (*Camellia sinensis*) yang diperoleh dari Materia Medika Batu Malang

### **3.5 Prosedur Penelitian**

#### **3.5.1 Preparasi Larutan Induk Asam Tanat**

Larutan induk asam tanat dibuat dengan 2 konsentrasi, konsentrasi pertama yakni 1000 ppm dibuat dengan menimbang 100 mg asam tanat kemudian dilarutkan dengan etanol 96% dan dimasukkan dalam labu ukur 100 mL. Ditambahkan etanol 96% hingga tanda batas. Pada konsentrasi kedua yakni larutan induk 3000 ppm dibuat dengan menimbang 300 mg asam tanat, kemudian dilarutkan dalam etanol 96% dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL.

#### **3.5.2 Preparasi Larutan Standar Asam Tanat**

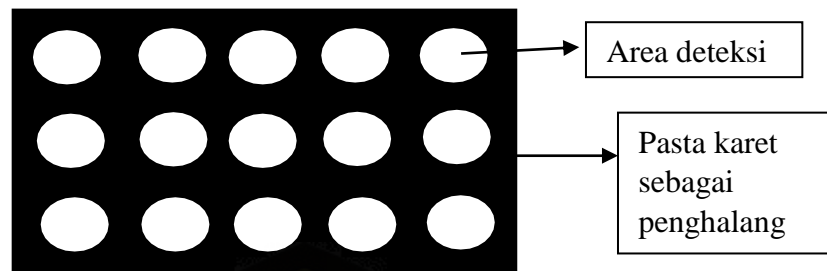
Dari larutan induk 1000 ppm dan 3000 ppm yang telah dibuat dipipet sejumlah  $x$  mL larutan asam tanat, kemudian dibuat larutan standar dengan 9 macam konsentrasi antara lain : 100, 200, 300, 400, 500, 600, 800, 900 dan 1000 ppm.

#### **3.5.3 Preparasi Larutan Reagen Ferro Tatrik**

Reagen ferro tatrik dibuat dengan menambahkan  $\text{FeSO}_4$  0,1% dan 0,5 % natrium kalium tartat. Kedua reagen tersebut dibuat dengan menimbang  $\text{FeSO}_4$  sebanyak 0,1 gram dan untuk natrium kalium tartat ditimbang sebesar 0,5 gram dengan menggunakan neraca analitik, kemudian kedua reagen tersebut dilarutkan dalam akuades 100 ml dengan keadaan terpisah.

#### **3.5.4 Pembuatan Sensor Berbasis Kertas (*Paper Microzone Plates*)**

Pembuatan sensor ini menggunakan kertas saring. Setiap lembar kerja terdiri atas 5 kolom dengan 3 baris lubang, masing-masing diameter lubang berukuran 0,8 cm. Pada pembuatan sensor ini tinta yang digunakan adalah pasta karet. Area deteksi berada dalam setiap lubang lingkaran yang sudah diimobilisasi dengan reagen ferro tatrik. Desain sensor kertas ditunjukkan dalam gambar 3.2 :



Gambar 3. 2 Desain sensor berbasis kertas

### 3.5.5 Optimasi Reagen dan Konsentrasi Ferro Tatrak dan Asam Tanat

#### a. Optimasi Volume Reagen

Optimasi volume zona deteksi dilakukan dengan beberapa macam volume larutan reagen ferro tatrak antara lain 3  $\mu\text{L}$ , 4  $\mu\text{L}$ , 5  $\mu\text{L}$ , 6  $\mu\text{L}$ , dan 7  $\mu\text{L}$ . Masing-masing volume tersebut diimobilisasi ke dalam sensor berbasis kertas saring, kemudian diamati dengan memperhatikan volume larutan yang dihasilkan memenuhi, melebihi, dan atau kurang memenuhi seluruh area deteksi. Selanjutnya mereaksikan reagen dengan standar tanin (asam tanat), dan dilakukan intensitas warna.

#### b. Optimasi Volume Standar Asam Tanat

Optimasi volume larutan standar asam tanat dilakukan dengan beberapa macam volume diantaranya 1  $\mu\text{L}$ , 2  $\mu\text{L}$ , 3  $\mu\text{L}$ , dan 4  $\mu\text{L}$  dilakukan sebanyak 3x replikasi. Masing-masing volume tersebut ditetaskan dalam area deteksi yang telah diimobilisasi dengan reagen ferro tatrak, kemudian diamati dengan memperhatikan volume larutan yang dihasilkan sudah memenuhi, melebihi, dan atau kurang memenuhi seluruh area deteksi.

#### c. Optimasi konsentrasi Asam Tanat

Konsentrasi asam tanat yang dipilih berdasarkan warna violet yang dihasilkan. Konsentrasi asam tanat yang digunakan yakni 10 ppm, 100 ppm, dan 1000 ppm. Kemudian melakukan pengukuran intensitas warna pada sensor yang dapat menghasilkan perubahan warna dari jernih menjadi violet.

#### d. Optimasi Konsentrasi Reagen Ferro Tatra

Konsentrasi reagen ferro tatra dipilih berdasarkan warna violet yang dihasilkan. Warna tersebut dipengaruhi oleh konsentrasi dari  $\text{FeSO}_4$ , sehingga dibuat konsentrasi  $\text{FeSO}_4$  antara lain 0,1 %, 0,5 %, dan 1 %. Masing-masing larutan  $\text{FeSO}_4$  dan natrium kalium tatra 0,5% diteteskan dalam sensor dengan volume 6  $\mu\text{L}$ . Konsentrasi reagen ferro tatra yang dipilih yakni konsentrasi yang menghasilkan perubahan warna violet yang optimum setelah direaksikan dengan larutan standar asam tanat, serta dilihat berdasarkan nilai *slope* yang terbesar dalam persamaan regresi yang diperoleh.

#### 3.5.6 Pembuatan Kurva Baku Asam Tanat

Larutan standar tanin dipipet sebanyak volume tertentu dimasukkan ke dalam setiap area deteksi yang telah diimobilisasi dengan reagen ferro tatra. Kemudian dilakukan pengambilan gambar menggunakan *scanner* dan analisis warna menggunakan program *image-J* untuk mendapatkan nilai  $\Delta\text{mean Green}$ . Dilakukan replikasi sebanyak 3 kali. Dari data tersebut didapatkan persamaan kurva baku menggunakan regresi linier.

#### 3.5.7 Penentuan Intensitas Warna

Pembacaan dalam sensor tanin akan dilakukan pengambilan gambar menggunakan *scanner* dan dianalisis warna yang terbentuk menggunakan program *image-J*. Pada pengujian menggunakan sensor tanin dilakukan dengan mengimobilisasi reagen ferro tatra pada kertas, selanjutnya diteteskan beberapa standar asam tanat ke area sensor, masing-masing dilakukan tiga kali replikasi. Setelah itu, dilakukan pemeriksaan terhadap intensitas warna yang dihasilkan dan diperoleh data dengan nilai *mean Green*.



### 3.5.8 Karakteristik Sensor Kimia

#### a. Waktu Respon

Waktu respon merupakan waktu yang diperlukan reagen ferro tatraat dalam memberikan reaksi hingga memberikan perubahan warna yang sempurna. Pada prosedur ini larutan standar asam tanat yang digunakan adalah 500 ppm, direplikasi sebanyak tiga kali. Pengukuran intensitas warna dilakukan setiap rentang waktu tertentu hingga reagen ferro tatraat dapat berinteraksi secara optimum dan stabil. Penentuan waktu respon dilakukan dengan membuat kurva antara waktu (menit) vs nilai intensitas warna (*mean Green*). Didapatkan waktu respon dengan cara mengukur intensitas warna sensor pada waktu pertama kali sensor memberikan respon sinyal yang stabil.

#### b. Linieritas

Dalam penentuan linieritas dilakukan dengan menguji reagen ferro tatraat dalam standart asam tanat pada konsentrasi 100, 200, 300, 400, 500, 600, 800, dan 900 ppm. Kemudian diukur intensitas warna dengan menentukan nilai intensitas warna ( $\Delta mean Green$ ). Parameter penentuan linieritas digunakan koefisien korelasi ( $r$ ) antara larutan standar dengan intensitas warna. Koefisien korelasi dihitung dengan analisis regresi linier  $y = bx + a$ , hasil tersebut dianggap memiliki linieritas yang baik jika nilai  $r$  mendekati +1 atau -1.

#### c. Sensitivitas

Nilai sensitivitas dapat diketahui dari persamaan regresi linier pada linieritas yang ditunjukkan dengan nilai *slope*.

#### d. Batas Deteksi dan Batas Kuantifikasi

Dalam penentuan batas deteksi (*LOD*) dan batas kuantifikasi (*LOQ*) dilaksanakan dengan menguji reagen ferro tatraat pada standar asam tanat dengan konsentrasi 100-900 ppm, selanjutnya akan diukur intensitas warna dengan cara menentukan nilai  $\Delta mean Green$ . Perhitungan *LOD* dan *LOQ* dapat dilakukan dengan menerapkan persamaan 2.3-2.6 dari data yang didapatkan pada kurva baku linieritas.



e. Presisi

Penentuan presisi dilakukan dengan mengukur standar asam tanat konsentrasi 550 ppm sebanyak enam kali pengulangan dan menggunakan salah satu sampel ekstrak tanaman obat yakni ekstrak daun meniran 1%, selanjutnya dihitung kedekatan pengukuran dengan nilai standar deviasi relatif (RSD), kemudian tiap pengukuran diukur intensitas warnanya ( $\Delta mean Green$ ). Kriteria konsentrasi analit dengan nilai presisi yang diperbolehkan dapat dilihat pada Tabel 2.1.

f. Akurasi

Akurasi dapat dilakukan dengan metode adisi, yaitu dengan menambahkan standar sebesar 30, 45, dan 60% dari konsentrasi standar 550 ppm dan sampel ekstrak meniran 1% dengan 3x replikasi. Selanjutnya diteteskan pada kertas saring yang telah diimobilisasi dengan reagen ferro tatarat, kemudian diamati perubahan warnanya. Nilai  $\Delta mean Green$  hasil pengukuran dimasukkan ke dalam persamaan regresi, hingga diperoleh konsentrasi tanin. Massa tanin dalam hasil pengukuran tersebut kemudian dibandingkan dengan massa tanin teoritis, sehingga dapat ditentukan nilai  $\% recovery$  yang dapat ditentukan pada persamaan 2.7. Kriteria  $\% recovery$  yang bisa diterima pada konsentrasi analit yang berbeda dapat dilihat pada tabel 2.2.

g. Interferensi (Selektivitas)

Interferensi dapat ditentukan dengan membandingkan antara nilai intensitas warna ( $\Delta mean Green$ ) larutan standar yang mengandung komponen pengganggu dengan nilai intensitas warna ( $\Delta mean Green$ ) larutan standar asam tanat 500 ppm tanpa ada komponen pengganggu. Pengganggu yang digunakan adalah flavonoid dan sukrosa. Perbandingan volume antara standar dan komponen pengganggu antara lain 1:1, 1:10, dan 1:100. Pengukuran interferensi dilakukan sebanyak 3 kali replikasi untuk masing-masing perbandingan. Penentuan  $\%$  interferensi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.7.

#### h. Waktu Pakai

Dalam penentuan waktu pakai dilakukan dengan cara menyimpan sensor kertas dalam wadah yang kedap akan cahaya dan dengan kondisi suhu kamar ataupun suhu lemari es. Suhu yang digunakan yakni ( $\pm 25^{\circ}\text{C}$ ) merupakan suhu kamar dan ( $\pm 4^{\circ}\text{C}$ ) yang merupakan suhu lemari es. Pengukuran batas waktu pakai dilakukan dengan mengukur nilai intensitas warna ( $\Delta\text{mean Green}$ ) pada saat larutan reagen dan standar asam tanat 500 ppm diteteskan pada sensor setiap hari (24 jam), kemudian dilakukan perbandingan nilai intensitas warna ( $\Delta\text{mean Green}$ ) hingga mengalami penurunan lebih dari 15% dari respon awal atau dengan kata lain sudah tidak layak digunakan (pengukuran pada hari ke-0) (Kuswandi, 2010).

#### 3.5.9 Preparasi Sampel

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini meliputi ekstrak herba meniran (*Phyllanthus niruri*), kayu secang (*Caesalpinia sappan*), daun jati belanda (*Graptophyllum pictum*), daun jombang (*Taraxacum officinale*), daun ungu (*Graptophyllum pictum*), biji jinten hitam (*Nigella sativa*), daun pegagan (*Centella asiatica*), daun tempuyung (*Sonchus arvensis*), dan daun teh hijau (*Camellia sinensis*) dilakukan dengan menimbang 0,1 gram dan 1 gram sampel serbuk tanaman obat dan ditambahkan dengan pelarut etanol 96% ad 10 mL pada serbuk tanaman obat tersebut untuk mendapatkan konsentrasi 1% dan 10%. Kemudian sampel diultrasonik selama  $\pm 30$  menit hingga didapatkan residu dan filtrat. Kemudian disentrifuge selama  $\pm 15$  menit yang bertujuan untuk memisahkan filtrat dan residu. Filtrat dari sampel tersebut yang selanjutnya digunakan untuk analisis penentuan kadar tanin.

### 3.6 Aplikasi Sensor Tanin Berbasis Kertas dibandingkan dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis.

Aplikasi ini membandingkan antara dua metode yang berbeda dengan reagen yang sama untuk penentuan kadar tanin. Metode yang digunakan yakni metode sensor berbasis kertas dan metode spektrofotometri UV-Vis.

Dalam pengujian menggunakan sensor berbasis kertas dilakukan dengan mengimobilisasi reagen ferro tatarat dalam sensor dan kemudian ditambahkan masing – masing ekstrak tanaman herbal, selanjutnya dilakukan pengukuran intensitas warna. Penentuan konsentrasi tanin pada masing-masing sampel dapat dilakukan dengan pengukuran nilai intensitas warna ( $\Delta mean\ Green$ ) ( $y$ ) yang selanjutnya akan diinterpolasikan ke dalam persamaan kurva hubungan antara konsentrasi asam tanat terhadap intensitas warna ( $\Delta mean\ Green$ ) ( $y = bx + a$ ). dari persamaan tersebut didapatkan konsentrasi tanin ( $x$ ) masing-masing sampel yang setara dengan (mg  $TAE/g$  sampel).

Pada pengujian dengan menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis dapat dilakukan dengan mereaksikan larutan sampel 1% dan 10% dengan reagen ferro tatarat, dikocok hingga larut dan homogen. Absorbansi dapat diukur pada panjang gelombang maksimum 540 nm (Qadir dkk., 2018). Kemudian, dibuat kurva baku antara konsentrasi asam tanat terhadap absorbansi yang dihasilkan, sehingga didapatkan persamaan regresi. Masing-masing sampel selanjutnya direaksikan dengan langkah yang sama pada waktu respon, dan dapat diketahui nilai absorbansi sampel ( $y$ ). nilai  $y$  tersebut dimasukkan dalam persamaan regresi untuk mendapatkan konsentrasi tanin ( $x$ ) yang setara dengan (mg  $TAE/g$  sampel). kemudian membandingkan hasil analisis antara sensor berbasis kertas dengan spektrofotometri UV-Vis menggunakan metode analisis T-test dari program SPSS (*IBM SPSS Statistics 16.0*) untuk mengetahui nilai rerata yang mengalami perbedaan hasil atau tidak dari kedua metode tersebut dengan melihat nilai signifikannya.

## BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, dapat diperoleh beberapa kesimpulan, antara lain :

1. Kondisi optimum fabrikasi sensor yang dapat digunakan dalam penentuan kadar tanin adalah volume reagen sebanyak 6  $\mu\text{L}$ , volume standar maupun sampel yang digunakan sebesar 3  $\mu\text{L}$ , dan konsentrasi reagen  $\text{FeSO}_4$  1% dan natrium kalium ttrat 0,5%, serta konsentrasi standar 100-1000 ppm.
2. Karakterisasi sensor meliputi :
  - a. Waktu respon sensor penentuan tanin yang menunjukkan reaksi dan respon yang relatif stabil yakni sekitar 12-20 menit.
  - b. Linieritas pada sensor ini dengan menggunakan standar asam tanat konsentrasi antara 100, 200, 300, 400, 500, 600, 800, dan 900 ppm, menghasilkan nilai koefisien korelasi ( $r$ ) sebesar 0,9983 dan menghasilkan persamaan regresi yakni  $y = 0,0644x + 8,9957$ .
  - c. Hasil nilai batas deteksi ( $LOD$ ) dan batas kuantitasi ( $LOQ$ ) pada sensor penentuan kadar tanin masing-masing sebesar 92,993 ppm dan 278,978 ppm.
  - d. Metode sensor penentuan tanin menghasilkan nilai presisi yang memenuhi rentang parameter, dengan nilai RSD-nya  $<5,3\%$  untuk standar asam tanat konsentrasi 550 ppm, menghasilkan nilai 0,371%, sedangkan nilai presisi pada salah satu sampel yakni ekstrak meniran 1% menghasilkan RSD sebesar 0,833%, dengan persyaratan RSD-nya  $<2,8\%$ .
  - e. Metode sensor penentuan tanin memberikan hasil akurasi yang memenuhi persyaratan, dengan nilai  $\%recovery$  rata-rata pada standar

asam tanat konsentrasi 550 ppm sebesar 99,169%, dan nilai %*recovery* rata-rata pada ekstrak meniran 1% sebesar 98,737%.

- f. Metode sensor penentuan tanin akan terganggu dengan adanya penambahan kuersetin dan sukrosa pada perbandingan 1 : 1 dan 1 : 10, sehingga sensor dengan reagen ferro tatrak kurang selektif.
  - g. Metode sensor penentuan tanin stabil dalam penyimpanan pada suhu kamar ( $\pm 25^{\circ}\text{C}$ ) selama 240 menit dan pada penyimpanan suhu lemari es ( $\pm 4^{\circ}\text{C}$ ) selama 6 hari.
3. Hasil nilai signifikansi pada uji T-test pada ekstrak tanaman obat yang meliputi ekstrak etanol daun meniran, daun jati belanda, daun jombang, daun tempuyung, daun pegagan, daun secang, biji jinten hitam, rimpang jahe, daun teh hijau, dan daun ungu, menunjukkan nilai yang tidak berbeda signifikan yang ditunjukkan dengan nilai signifikan  $> 0,05$  dari kedua metode, yaitu sensor kimia berbasis kertas dan spektrofotometri UV-Vis.

## 5.2 Saran

Pada penelitian “Pengembangan Sensor Berbasis Kertas (*Paper Microzone Plates*) Untuk Penentuan Tanin Pada Ekstrak Tanaman Obat” masih memiliki beberapa kekurangan, sehingga diperlukan pengembangan dan studi lebih lanjut, dan adapun beberapa saran, sebagai berikut :

- a. Waktu pakai yang dihasilkan masih memerlukan waktu lama, sehingga diharapkan dapat mengembangkan sensor berbasis kertas untuk penentuan kadar tanin yang lebih cepat lagi.
- b. Sensitivitas dalam penelitian ini masih kurang selektif, sehingga diperlukan pengembangan sensor dalam penentuan kadar tanin dengan sensitivitas yang tinggi.
- c. Waktu pakai (stabilitas) dalam penelitian ini masih kurang lama dalam mengaplikasikan metode sensor pada sampel untuk penentuan kadar tanin,



sehingga perlunya pengembangan sensor dengan waktu pakai yang lebih lama pada penyimpanan suhu kamar maupun suhu lemari es.





**DAFTAR PUSTAKA**

- Agfadila, T., P. A. S. W, dan N. N. Puspawati. 2017. Kemampuan daya hambat ekstrak daun pegagan (*Centella asiatica* ( L .) urban) terhadap pertumbuhan *Escherichia coli* atcc 8739. *Jurnal ITEPA*. 6(2):21–29.
- Ashok, P. K. dan K. Upadhyaya. 2012. Tannins are astringent. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 1(3):45–50.
- Azimah, A. dan H. Jusuf. 2015. Pengetahuan tumbuhan obat berbasis. *Jurnal Teknologi Technoscientia*. 8(1):10–15.
- Belwal, T., H. C. Andola, M. S. Atanassova, B. Joshi, R. Suyal, S. Thakur, A. Bisht, A. Jantwal, I. D. Bhatt, dan R. S. Rawal. 2019. *Gotu Kola (Centella asiatica)*. Elsevier Inc. *Nonvitamin and Nonmineral Nutritional Supplements*.
- Bhargava, S., K. Dhabhai, A. Batra, A. Sharma, dan B. Malhotra. 2012. *Zingiber officinale*: chemical and phytochemical screening and evaluation of its antimicrobial activities. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*. 4(1):360–364.
- Bizuayehu, D., M. Atlabachew, dan M. T. Ali. 2016. Determination of some selected secondary metabolites and their invitro antioxidant activity in commercially available ethiopian tea (*Camellia sinensis*). *SpringerPlus*. 5(1):1–9.
- Desmiaty, Y., F. Alatas, dan D. Devyana. 2007. Determination of total tannin in “ jati belanda ” (*Guazuma ulmifolia* Lamk. ) leaves by colorimetric method using 1 , 10 phenanthroline reagent. *Department of Pharmacy, Jenderal Achmad Yani University Cimahi-Indonesia*. 3–5.
- Dewangga, V. S. dan M. T. Qurrohman. 2019. Potensi antibakteri ekstrak etanol herba meniran hijau (*Phyllanthus niruri* Linn.) dalam menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Kesehatan Kusuma Husada*. 144–150.
- Dharmayanti, I. dan D. H. Tjandararini. 2013. Identifikasi indikator dalam indeks pembangunan kesehatan masyarakat ( ipkm ) untuk meningkatkan nilai sub-indeks penyakit menular identification of indicators on public health

development ( ipkm ) to increase sub index value of infectious disease.

- Díaz, K., L. Espinoza, A. Madrid, L. Pizarro, dan R. Chamy. 2018. Isolation and identification of compounds from bioactive extracts of *Taraxacum officinale* weber ex f . h . wigg . ( dandelion ) as a potential source of antibacterial agents. *Journal of Complementary and Alternative Medicine*. 2018:8.
- Drengson, A. R. 2002. The influence of hydrogen ion concentration on the colorimetric determination of pyrogallol and catechol derivatives. *The Society of Public Analysts And Other Analytical Chemists*. 19(3):259–275.
- Eggins, B. 2002. *Chemical Sensors and Biosensors*. Northern Ireland: John Wiley & Sons, LTD.
- Eldin, I., H. Elgailani, dan C. Y. Ishak. 2016. Methods for extraction and characterization of tannins from some acacia species of sudan. *Journal of Medicinal Chemistry*. 17(1):43–49.
- Ermer, J. 2005. *Method Validation in Pharmaceutical Analysis Edited by Related Titles from Wiley-VCH: LC / MS Applications in Drug Development Reference Materials for Chemical Analysis*. 7 (3): 201-202.
- Falcão, L. dan M. E. M. Araújo. 2011. Tannins characterisation in new and historic vegetable tanned leathers fibres by spot tests. *Journal of Cultural Heritage*. 12(2):149–156.
- Fathurrahman, N. R., I. Musfiroh, F. Farmasi, dan U. Padjadjaran. 2018. Teknik analisis instrumentasi senyawa tanin. *Jurnal Farmasi Padjajaran*. 16:449–456.
- Hagerman, A. E., C. T. Robbins, Y. Weerasuriya, T. C. Wilson, dan C. McArthur. 1992. Tannin chemistry in relation to digestion. *Journal of Range Management*. 45(1):57.
- Huber, L. 2007. *Validation and Qualification in Analytical Laboratories. Edisi Second Edi. New York: Informa Healthcare USA, Lnc*. 144-146.
- ITIS (*Integrated Taxonomic Information System*). 2010a. Taxonomic Hierarchy: *Zingiber officinale* Roscoe.  
[https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_value=42402#null](https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=42402#null) [diakses tanggal 25 Desember 2019]

ITIS (*Integrated Taxonomic Information System*). 2010b. Taxonomic Hierarchy:  
*Taraxacum officinale*.

[https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_val ue=36213#null](https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_val ue=36213#null) [diakses tanggal 25 Desember 2019]

ITIS (*Integrated Taxonomic Information System*). 2010c. Taxonomic Hierarchy:  
*Sonchus arvensis*.

[https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_val ue=38421#null](https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_val ue=38421#null) [diakses tanggal 25 Desember 2019]

ITIS (*Integrated Taxonomic Information System*). 2011a. Taxonomic Hierarchy:  
*Phyllanthus niruri* L.

[https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_val ue=504353#null](https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_val ue=504353#null) [diakses tanggal 25 Desember 2019]

ITIS (*Integrated Taxonomic Information System*). 2011b. Taxonomic Hierarchy:  
*Camellia sinensis* L.

[https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_val ue=506801#null](https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_val ue=506801#null) [diakses tanggal 25 Desember 2019]

ITIS (*Integrated Taxonomic Information System*). 2011c. Taxonomic Hierarchy:  
*Caesalpinia sappan* L.

[https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_val ue=506349#null](https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_val ue=506349#null) [diakses tanggal 25 Desember 2019]

ITIS (*Integrated Taxonomic Information System*). 2011d. Taxonomic Hierarchy:  
*Graptophyllum pictum* L.

[https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_val ue=182359#null](https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_val ue=182359#null) [diakses tanggal 27 Desember 2019]

ITIS (*Integrated Taxonomic Information System*). 2011e. Taxonomic Hierarchy:  
*Centella asiatica* L.

[https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_val ue=29612#null](https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_val ue=29612#null) [diakses tanggal 27 Desember 2019]

ITIS (*Integrated Taxonomic Information System*). 2011g. Taxonomic Hierarchy:  
*Nigella sativa* Linn.

[https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_val ue=29612#null](https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_val ue=29612#null)

[ue=506592#null](#) [diakses tanggal 27 Desember 2019]

- Kao, L. S. dan C. E. Green. 2008. Analysis of variance: is there a difference in means and what does it mean? *Journal of Surgical Research*. 144(1):158–170.
- Khan, A. S., K. Arif, B. Munir, S. Kiran, F. Jalal, N. Qureshi, S. M. Hassan, G. A. Soomro, A. Nazir, A. Ghaffar, M. A. Tahir, dan M. Iqbal. 2019. Estimating total phenolics in *Taraxacum officinale* (L.) extracts. *Polish Journal of Environmental Studies*. 28(1):497–501.
- Khanbabaee, K. dan T. Van Ree. 2001. Tannins : classification and difinition. *Journal The Royal Society of Chemistry*. 641–649.
- Kimestri, A. B., Indratiningsih, dan Widodo. 2018. Microbiological and physicochemical quality of pasteurized milk supplemented with sappan wood extract (*Caesalpinia sappan* L.). *International Food Research Journal*. 25(1):392–398.
- Krzyzowska, M., E. Tomaszewska, dan K. Ranoszek-soliwoda. 2017. *Chapter 12 - Tannic Acid Modification of Metal Nanoparticles: Possibility for New Antiviral Applications*. Elsevier Inc. *Nanostructures for Oral Medicine*. 335–340.
- Kumar, N. S. dan S. G. Gurunani. 2019. *Guazuma ulmifolia* Lam : a review for future view. 7(2):205–210.
- Kusumawati, I. G. A. W., I. P. Darmawijaya, dan I. B. A. Yogeswara. 2013. Potensi antioksidan loloh tempuyung (*Sonchus arvensis* L.) sebagai minuman fungsional. *Prosiding Seminar Nasional Prodi Biologi F. MIPA UNHI*. 169–174.
- Kuswandi, B. 2010. *Sensor Kimia Teori*. Jember: Jember University Press.
- Lima, M. B., S. I. E. Andrade, I. S. Barreto, L. F. Almeida, E. C. Silva, dan M. C. U. Araújo. 2012. Quantitative spot test analysis of soluble tannin in green tea using a portable diffuse reflectometer. *Analytical Methods*. 4(8):2329–2333.
- Malangngi, L. P., M. S. Sangi, dan J. J. E. Paendong. 2012. Penentuan kandungan tanin dan uji aktivitas antioksidan ekstrak biji buah alpukat (*Persea americana* mill ). *Journal Penelitian Kimia*. 1(1):5–10.



- Manoi, F., B. Penelitian, dan T. Obat. 2011. Analisa fitokimia dan kandungan bahan aktif dari lima aksesori tanaman handeuleum (*Graptophyllum pictum* (L.) griff) analysis phytochemical and active component compound from five accession *graptophyllum pictum* (L.) griff). *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 11(1):15–24.
- Minh, N. P., V. T. Pham, N. K. Yen, N. Thi, H. Phuong, dan T. Van Tan. 2019. Investigation of herbal tea production from *Centella asiatica* leaf. 11(3):755–758.
- Motta, S., M. Guaita, C. Cassino, dan A. Bosso. 2020. Relationship between polyphenolic content, antioxidant properties and oxygen consumption rate of different tannins in a model wine solution. *Food Chemistry*. 313:126045.
- Muchtar, H., I. T. Anova, dan A. Ardinal. 2014. Pengaruh penggunaan senyawa pengomplek dan bahan tambahan terhadap mutu tinta pemilu dari ekstrak gambir (*Uncaria gambir* Roxb). *Jurnal Litbang Industri*. 4(2):89.
- Mukhriani, F. Y. Nonci, dan Mumang. 2014. Penetapan kadar tanin total ekstrak biji jintan hitam (*Nigella sativa*) secara Spektrofotometri UV-Vis. *Jf Fik Uinam*. 2(4):154–158.
- Noh, D. H., O. H. Lee, J. H. Cho, H. Do Hong, dan K. J. Kim. 2013. A new approach to the analysis of tannin concentration using a microelectronic biosensor. *Food Science and Biotechnology*. 22(1):201–205.
- Noriko, N. 2013. Potensi daun teh (*Camellia sinensis*) dan daun anting - anting *Acalypha indica* L. dalam menghambat pertumbuhan salmonella typhi. *Al-Azhar Indonesia Seri Sains Dan Teknologi*. Vol. 2 No.(2):104–110.
- Novisa, E., Tarsim, dan E. Harpen. 2015. Pengaruh jintan hitam (*Nigella sativa*) terhadap histopatologi organ kakap putih (lates calcarife) yang terinfeksi viral nervous necrosis secara buatan. *E-Journal Rekayasa Dan Teknologi Budidaya Perairan*. 3(2):383–388.
- Okuda, T. dan H. Ito. 2011. Tannins of constant structure in medicinal and food plants-hydrolyzable tannins and polyphenols related to tannins. *Journal of Molecules*. 16(3):2191–2217.
- Permana, R. J., C. Azaria, F. Kedokteran, dan U. Kristen. 2016. The effect of jati

- belanda leaves ( *Guazuma ulmifolia* Lamk .) ethanol extract on microscopic features of atherosclerotic animal model ' s aorta *Faculty of Medicine Maranatha Christian University*. 1(4):305–318.
- Pizzi, A. 2019. Tannins: prospectives and actual industrial applications. *Journal of Biomolecules*. 9(8).
- Prasetyo, S. A., Y. Wisnu, E. A. Nugroho, E. Dharmana, N. Susilaningsih, dan I. Riwanto. 2019. Role of micronize purified flavonoid fraction and ethanol *Graptophyllum pictum* extract on experimental anal ulcer healing. study on wistar rat. *Journal of Coloproctology* :1–7.
- Chen, R. L. C., C. H. Lin, C. Y. Chung, dan T. J. Cheng. 2005. Determination of tannin in green tea infusion by flow-injection analysis based on quenching the fluorescence of 3-aminophthalate. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 53(22):8443–8446.
- Roy M, A., L. Krishnan, dan A. Roy Roy. 2018. Qualitative and quantitative phytochemical analysis of *Centella asiatica*. *Natural Products Chemistry & Research*. 6(4):4–7.
- Rumampuk, I. M. A., L. Tendean, dan G. L. A. Turalaki. 2016. Pengaruh pemberian ekstrak jintan hitam (*Nigella sativa*) terhadap kualitas spermatozoa tikus wistar (*rattus norvegicus*) yang terpapar asap rokok. *Jurnal E-Biomedik*. 4(1).
- Savithramma, N., M. L. Rao, dan D. Suhrulatha. 2011. Screening of medicinal plants for secondary metabolites. *Journal the Pharmacological Actions of Medicinal Plants*. 8(3):579–584.
- Sembiring, B. B. dan S. Suhirman. 2014. Pengaruh cara pengeringan dan teknik ekstraksi terhadap kualitas simplisia dan ekstrak meniran. *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian*. 509–513.
- Settharaksa, S., C. Monton, dan L. Charoenchai. 2019. Optimization of *Caesalpinia sappan* L. heartwood extraction procedure to obtain the highest content of brazilin and greatest antibacterial activity. *Journal of Integrative Medicine*. 17(5):351–358.
- Shareef, H. K., H. J. Muhammed, H. M. Hussein, dan I. H. Hameed. 2016. Antibacterial effect of ginger (*Zingiber officinale*) roscoe and bioactive



- chemical analysis using gas chromatography mass spectrum. *Oriental Journal of Chemistry*. 32(2):817–837.
- Shirin Adel, P. R. dan J. Prakash. 2010. Chemical composition and antioxidant properties of ginger root (*Zingiber officinale*). *Journal of Medicinal Plants Research*. 4(24):2674–2679
- Sri Kosnayani, A., L. Badriah, R. R. El Akbar, dan A. Kurnia Hidayat. 2019. A qualitative analysis of tannin type and tannin content in meniran tea (*Phyllanthus niruri* Linn.) with permanganometry method. 13(Ichs 2018):15–19.
- Sudewi, S. dan J. Pontoh. 2018. Optimasi dan validasi metode analisis dalam penentuan kandungan total flavonoid pada ekstrak daun geddi hijau (*Abelmoschus manihot* L.) yang diukur menggunakan Spektrofotometer UV-Vis. *Pharmakon*. 7(3):32–41.
- Wilson, H. 2014. Analysis of the current research into the chemistry of Iron Gall Ink and its implications for Paper Conservation. *Honour school of chemistry*. 10-12.
- Yemirta, Y. 2010. Identifikasi kandungan senyawa antioksidan dalam kayu secang (*Caesalpinia sappan*). *Jurnal Kimia Dan Kemasan*. 32(2):41.
- Yuwono, M. dan G. Indrayanto. 2005. Validation of chromatographic methods of analysis. *Profiles of Drug Substances, Excipients and Related Methodology*. 32(5):241–260.

## LAMPIRAN

## LAMPIRAN A. OPTIMASI KONSENTRASI REAGEN DAN PENENTUAN INTENSITAS WARNA

## A. Tabel Optimasi Konsentrasi Reagen

a. Nilai konsentrasi  $\text{FeSO}_4$  0,1% dan natrium kalium tatraat 0,5%

Konsentrasi (ppm)	<i>Mean Green</i>			Rata-rata	$\Delta$ <i>mean Green</i>	SD
	R1	R2	R3			
Blanko	216,410	216,463	215,777	216,217	-	0,382
100 ppm	214,892	211,008	212,299	212,733	3,484	1,978
200 ppm	205,127	204,627	204,982	204,912	11,305	0,257
300 ppm	200,420	201,573	203,029	201,674	14,543	1,307
400 ppm	194,106	195,074	194,425	194,535	21,682	0,493
500 ppm	190,154	196,644	192,661	193,153	23,064	3,273
600 ppm	193,934	189,877	188,245	190,685	25,532	2,929
800 ppm	181,345	182,191	181,914	181,817	34,400	0,431
900 ppm	177,706	176,488	179,031	177,742	38,475	1,272
10000 ppm	180,012	181,727	181,158	180,966	35,251	0,874

b. Nilai konsentrasi  $\text{FeSO}_4$  0,5% dan natrium kalium tatraat 0,5%

Konsentrasi (ppm)	<i>Mean Green</i>			Rata-rata	$\Delta$ <i>mean Green</i>	SD
	R1	R2	R3			
Blanko	213,392	212,041	212,894	212,776	-	0,683
100 ppm	205,645	205,324	203,352	204,774	8,002	1,242
200 ppm	194,843	195,089	195,314	195,082	17,694	0,236
300 ppm	188,300	188,683	189,137	188,707	24,069	0,419
400 ppm	185,150	186,388	189,068	186,852	25,924	2,009
500 ppm	178,017	178,703	178,997	178,572	34,204	0,503
600 ppm	174,495	174,173	175,576	174,748	38,028	0,735
800 ppm	173,163	172,333	173,637	173,044	39,732	0,660

900 ppm	171,676	169,986	171,287	170,983	41,793	0,885
10000 ppm	175,416	172,106	175,239	174,254	38,522	1,862

**c. Nilai konsentrasi FeSO<sub>4</sub> 1% dan natrium kalium tatrak 0,5%**

Konsentrasi (ppm)	<i>Mean Green</i>			Rata-rata	$\Delta$ <i>mean Green</i>	SD
	R1	R2	R3			
Blanko	218,866	218,827	219,838	219,177	-	0,573
100 ppm	204,182	203,874	204,564	204,207	14,970	0,346
200 ppm	200,544	202,127	200,613	201,095	18,082	0,895
300 ppm	195,731	196,263	195,524	195,839	23,338	0,381
400 ppm	186,901	187,645	189,018	187,855	31,322	1,074
500 ppm	184,708	183,603	184,183	184,165	35,012	0,553
600 ppm	178,537	178,629	177,462	178,209	40,968	0,649
800 ppm	174,246	172,095	171,315	172,552	46,625	1,518
900 ppm	167,891	166,759	166,165	166,938	52,239	0,877
10000 ppm	164,208	164,410	163,730	164,116	55,061	0,349

**B. Penentuan Intensitas Warna**

**B.1 Tabel Penentuan Intensitas Warna**

**a. Nilai penentuan warna Red**

Konsentrasi (ppm)	<i>Mean Green</i>			Rata-rata	$\Delta$ <i>mean Green</i>	SD
	R1	R2	R3			
Blanko	229,364	227,487	228,843	228,565	-	0,969
100 ppm	218,956	220,275	219,036	219,422	9,143	0,740
200 ppm	216,195	215,540	215,019	215,585	12,980	0,589
400 ppm	206,353	201,765	203,013	203,710	24,864	2,372
600 ppm	198,741	200,130	197,898	198,923	29,642	1,127
800 ppm	193,192	193,941	191,949	193,027	35,538	1,006
1000 ppm	192,970	193,410	193,970	193,450	35,115	0,501

**b. Nilai penentuan warna *Green***

Konsentrasi (ppm)	<i>Mean Green</i>			Rata-rata	$\Delta$ <i>mean Green</i>	SD
	R1	R2	R3			
Blanko	224,381	222,368	223,966	223,572	-	1,063
100 ppm	212,359	214,101	212,284	212,915	10,657	1,028
200 ppm	207,479	207,283	206,627	207,130	16,442	0,446
400 ppm	198,894	197,567	197,479	197,980	25,592	0,793
600 ppm	192,239	193,013	191,294	192,182	31,390	0,861
800 ppm	185,539	186,429	184,599	185,522	38,050	0,915
1000 ppm	185,503	184,692	183,476	184,557	39,015	1,020

**c. Nilai penentuan warna *Blue***

Konsentrasi (ppm)	<i>Mean Green</i>			Rata-rata	$\Delta$ <i>mean Green</i>	SD
	R1	R2	R3			
Blanko	219,140	218,515	219,786	219,147	-	0,636
100 ppm	213,968	214,282	215,629	214,626	4,521	0,882
200 ppm	211,613	211,873	212,265	211,917	7,230	0,328
400 ppm	205,389	201,511	203,558	203,486	15,661	1,940
600 ppm	201,360	202,617	202,130	202,036	17,111	0,634
800 ppm	194,061	195,072	193,573	194,235	24,912	0,765
1000 ppm	195,675	195,180	194,702	195,186	23,961	0,487

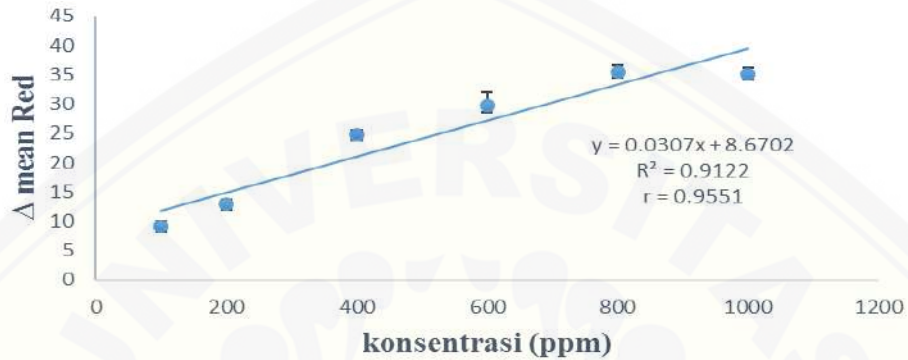
**d. Nilai penentuan warna *RGB***

Konsentrasi (ppm)	<i>Mean Green</i>			Rata-rata	$\Delta$ <i>mean Green</i>	SD
	R1	R2	R3			
Blanko	224,251	222,758	223,966	223,658	-	0,793
100 ppm	215,556	216,296	215,629	215,827	7,831	0,408
200 ppm	213,225	212,005	213,094	212,775	10,883	0,670
400 ppm	203,563	199,276	201,052	201,297	22,361	2,154
600 ppm	197,157	197,940	196,436	197,178	26,480	0,752

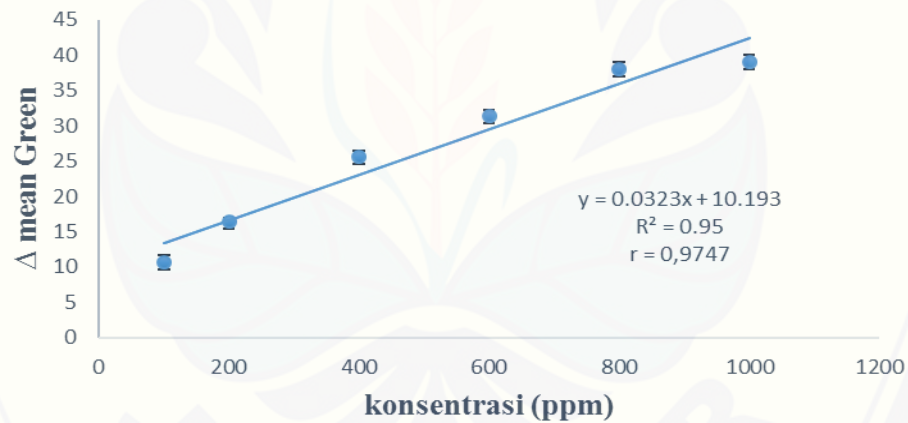
800 ppm	190,936	191,852	190,040	190,943	32,715	0,906
1000 ppm	191,388	190,782	189,436	190,535	33,123	0,999

## B.2 Kurva Penentuan Intensitas Warna

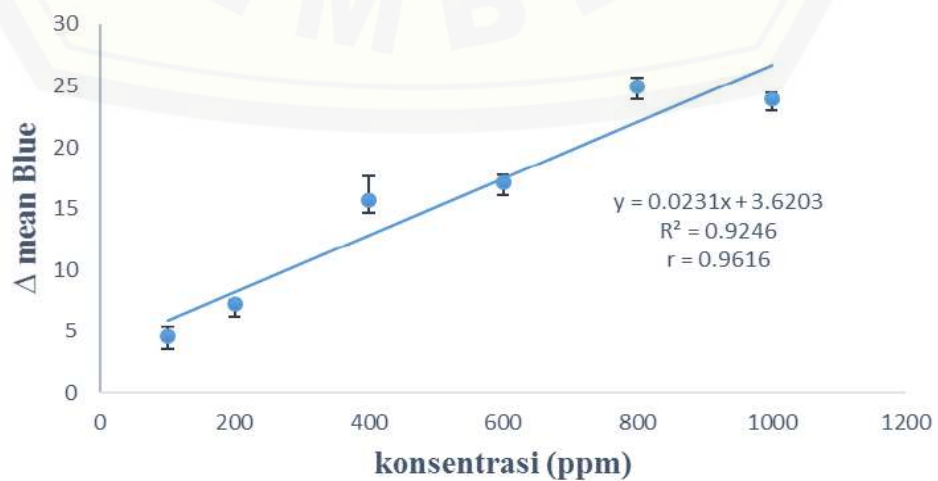
### a. Nilai penentuan warna *Red*



### b. Nilai penentuan warna *Green*

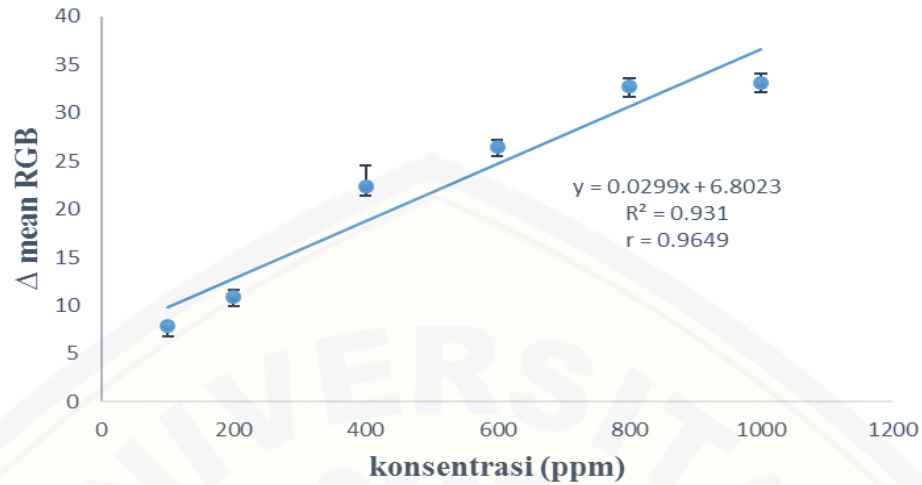


### c. Nilai penentuan warna *Blue*





**d. Nilai penentuan warna RGB**



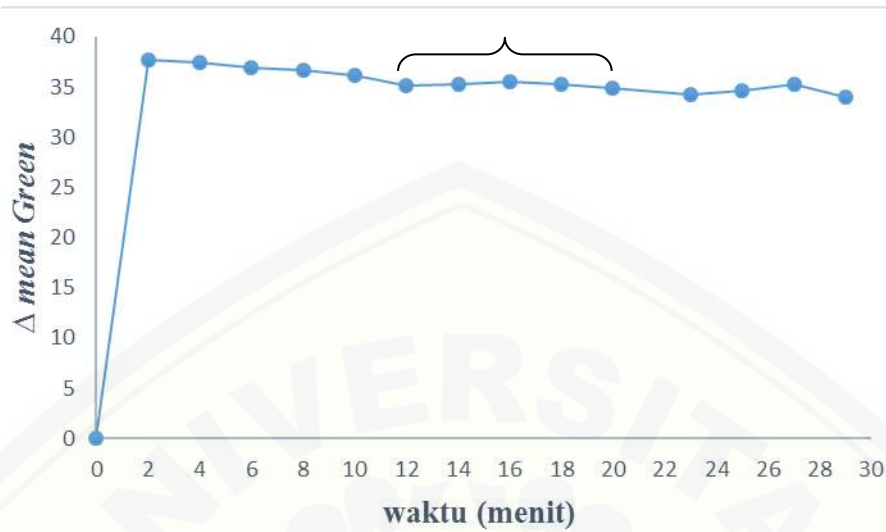
**LAMPIRAN B. WAKTU RESPON**

**B.1 Tabel Waktu Respon**

Waktu (menit)	$\Delta$ Mean Green			Rata-rata	SD
	R1	R2	R3		
0	37,277	37,186	38,524	37,662	0,912
2	37,526	36,621	38,155	37,434	1,335
4	37,389	35,892	37,426	36,902	1,664
6	36,689	36,554	36,855	36,699	1,205
8	36,160	36,059	36,346	36,188	1,191
10	34,941	34,503	36,077	35,174	1,078
12	35,328	35,395	36,181	35,635	0,929
14	35,497	35,213	36,037	35,582	1,121
16	35,131	34,978	35,593	35,234	1,107
18	35,212	34,579	34,887	34,893	1,486
20	34,352	34,089	34,357	34,266	1,290
23	34,467	34,458	34,845	34,590	1,102
25	33,851	35,964	35,943	37,662	0,379
27	33,656	34,165	34,197	34,006	0,958
29	34,050	33,827	32,740	33,539	1,873



**B.2 Kurva Waktu Respon**



**LAMPIRAN C. LINIERITAS**

**C.1 Tabel Linieritas**

Konsentrasi (ppm)	<i>Mean Green</i>			<i>Mean Green</i>	$\Delta mean\ Green$	SD
	R1	R2	R3			
Blanko	222,295	222,714	223,759	222,923	-	0,754
100 ppm	207,559	207,110	206,698	207,122	15,801	0,431
200 ppm	202,808	201,967	201,964	202,246	20,677	0,486
300 ppm	193,491	193,756	195,054	194,100	28,823	0,836
400 ppm	185,369	186,519	185,795	185,894	36,029	0,581
500 ppm	181,693	182,462	181,565	181,907	41,016	0,485
600 ppm	175,016	174,993	174,732	174,914	48,009	0,158
800 ppm	161,045	160,512	160,755	160,771	62,152	0,267
900 ppm	157,912	158,278	156,683	157,624	65,299	0,836

## C.2 Hasil Analisis Dengan Program Validasi

```
Method          : Linearity
Probability      : 95%
Number of data   : 8
Line equation    : Y = 8.99416300 + 0.06434684X
Corelation coefficient : 0.99837860
Sy value        : 1.21534700
Vx0 value       : 3.88790300%
Xp value        : 92.99250000

The Corelation coefficient is fullfilled the requirement ( > 0.99 )
The Vx0 value is fullfilled the requirement ( 0% to 5% )
The Xp value is OK ( < 100.03000000 )
```

## LAMPIRAN D. PRESISI

### D.1 Hasil Analisis Dengan Program Validasi

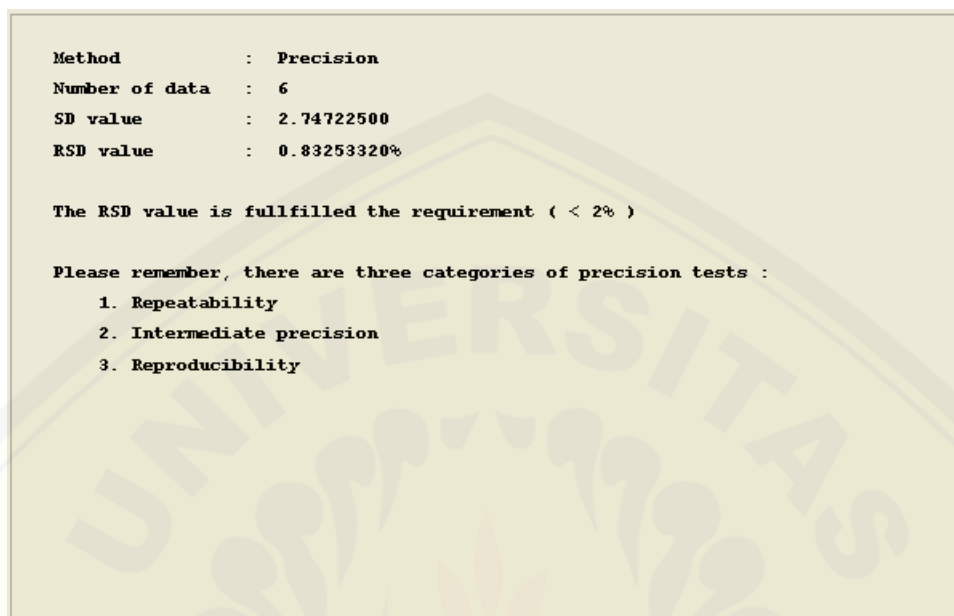
#### a. Hasil presisi standar asam tanat konsentrasi 550 ppm

```
Method          : Precision
Number of data   : 6
SD value        : 2.12285300
RSD value       : 0.37218920%

The RSD value is fullfilled the requirement ( < 2% )

Please remember, there are three categories of precision tests :
1. Repeatability
2. Intermediate precision
3. Reproducibility
```

**b. Hasil presisi sampel ekstrak meniran 1%**



**LAMPIRAN E. AKURASI**

Persamaan regresi  $y = 0.0644x + 8.9957$

**a. Akurasi standar asam tanat konsentrasi 550 ppm**

**Perhitungan teoritis**

Konsentrasi Standar (ppm)	Adisi	Konsentrasi Adisi (ppm)	Konsentrasi Teoritis (ppm)
570,370	30 %	171,111	741,481
	45 %	256,667	827,037
	60 %	342,222	912,592

**Perhitungan pembuatan standar adisi**

- Konsentrasi rata-rata hasil penentuan konsentrasi standar adalah 570,370 ppm
- Adisi 30 % = 30 % x 570,370 ppm = 171,111 ppm (1,711 mg)

5,5 mg standar ditimbang kemudian ditambahkan dengan 1,711 mg, dilarutkan dengan etanol 96% ad 10 mL.

Konsentrasi teoritis =  $570,370 \text{ ppm} + 171,111 \text{ ppm} = 741,481 \text{ ppm}$

- Adisi 45 % =  $45 \% \times 570,370 \text{ ppm} = 256,667 \text{ ppm}$  (2,566 mg)

5,5 mg standar ditimbang kemudian ditambahkan dengan 2,566 mg, dilarutkan dengan etanol 96% ad 10 mL.

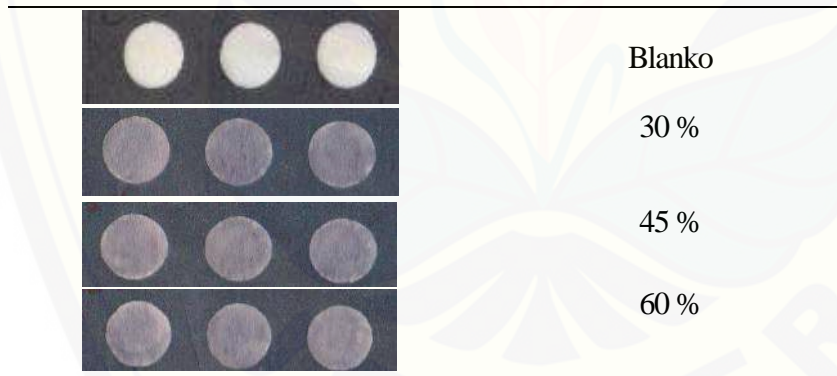
Konsentrasi teoritis =  $570,370 \text{ ppm} + 256,667 \text{ ppm} = 827,037 \text{ ppm}$

- Adisi 60 % =  $60 \% \times 570,370 \text{ ppm} = 342,222 \text{ ppm}$  (3,422 mg)

5,5 mg standar ditimbang kemudian ditambahkan dengan 3,422 mg, dilarutkan dengan etanol 96% ad 10 mL.

Konsentrasi teoritis =  $570,370 \text{ ppm} + 342,222 \text{ ppm} = 912,592 \text{ ppm}$

## Gambar pengukuran akurasi



## Hasil percobaan pada sensor

Adisi	Blanko ( <i>mean Green</i> )	Standar ( <i>mean Green</i> )	$\Delta$ <i>mean green</i>	Konsentrasi (ppm)
30 %	223,055	167,491	55,564	723,110
		167,428	55,627	724,089
		166,142	56,913	744,057
45 %	223,055	161,638	61,417	813,995

		162,264	60,791	804,275
		161,736	69,229	812,474
60 %	223,055	153,826	69,229	935,210
		155,106	67,949	915,424
		155,111	67,944	915,346

**Hasil pengukuran akurasi**

Adisi	Konsentrasi teoritis (ppm)	Konsentrasi sampel (ppm)	% Recovery	Rata-rata	SD
30 %	741,481	723,110	97,522		
		724,089	97,654	98,508	1,594
		744,057	100,347		
45 %	827,037	813,995	98,423		
		804,275	97,248	97,970	0,632
		812,474	98,239		
60 %	912,592	935,210	102,478		
		915,424	100,310	101,030	1,254
		915,346	100,303		

**Hasil analisis akurasi dengan program validasi**

```

Method      : Accuracy
Probability : 95%
Number of data : 9
Line equation : Xf = -105.05770000 + 1.11959300Xc
VBaf value  : -105.05770000 ? 117.70930000
VBbf value  : 1.11959300 ? 0.14182150
Average %R  : 99.16941000% ? 1.76927200

The average %R value is fulfilled the requirement ( 98% to 102% )
The VBaf value is fulfilled the requirement ( -222.76690000 to 12.65158000 )
The VBbf value is fulfilled the requirement ( 0.97777140 to 1.26141400 )
    
```

**b. akurasi sampel ekstrak meniran 1%**

**Perhitungan teoritis**

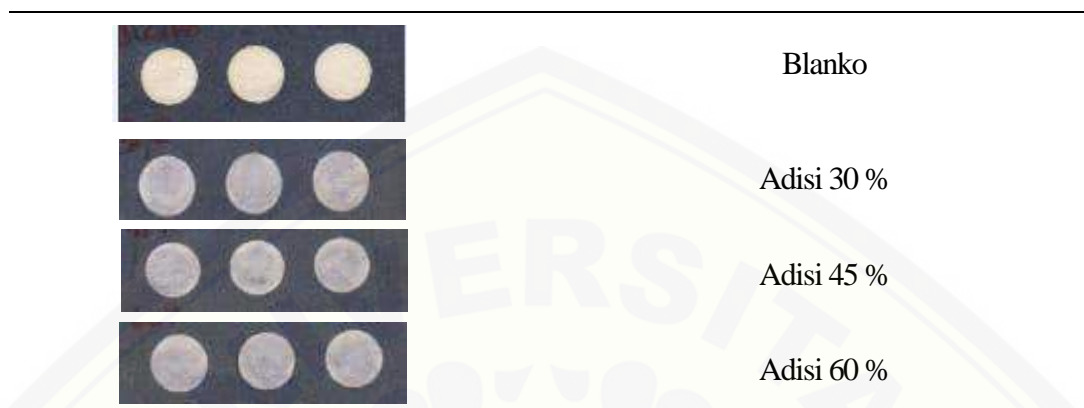
Konsentrasi Standar (ppm)	Adisi	Konsentrasi Adisi (ppm)	Konsentrasi Teoritis (ppm)
329,984	30 %	98,995	428,979
	45%	148,493	478,477
	60%	197,990	527,974

**Perhitungan pembuatan adisi ekstrak meniran**

- Konsentrasi rata-rata hasil penentuan konsentrasi sampel ekstrak meniran adalah 329, 984 ppm
- Adisi 30 % = 30 % x 329, 984 ppm = 98,995 ppm (0,989 mg)  
0,1 gram sampel ditimbang kemudian ditambahkan dengan 0,989 mg, dilarutkan dengan etanol 96% ad 10 mL.  
Konsentrasi teoritis = 329, 984 ppm + 98,995 ppm = 428,979 ppm
- Adisi 45 % = 45 % x 329, 984 ppm = 148,493 ppm (1,484 mg)  
0,1 gram sampel ditimbang kemudian ditambahkan dengan 1,484 mg, dilarutkan dengan etanol 96% ad 10 mL.  
Konsentrasi teoritis = 329, 984 ppm + 148,493 ppm = 478,477 ppm
- Adisi 60 % = 60 % x 329, 984 ppm = 197,990 ppm (1,979 mg)  
0,1 gram sampel ditimbang kemudian ditambahkan dengan 1,979 mg, dilarutkan dengan etanol 96% ad 10 mL.  
Konsentrasi teoritis = 329, 984 ppm + 197,990 ppm = 527,974 ppm



**Gambar pengukuran akurasi**



**Hasil percobaan pada sensor**

Adisi	Blanko ( <i>mean Green</i> )	Sampel ( <i>mean Green</i> )	$\Delta$ <i>mean Green</i>	Konsentrasi (ppm)
30 %	218,529	183,106	34,423	410,362
		181,966	36,563	428,064
		181,401	37,128	436,837
45 %	218,529	179,695	38,834	463,328
		179,076	39,453	472,939
		178,904	39,625	475,610
60 %	218,529	175,969	42,560	521,185
		176,081	42,448	519,446
		175,812	42,717	523,623

**Hasil pengukuran akurasi**

Adisi	Konsentrasi teoritis (ppm)	Konsentrasi sampel (ppm)	% Recovery	Rata-rata	SD
30 %	428,979	410,362	95,660		

		428,064	99,787	99,093	2,029
		436,837	101,832		
45 %	478,477	463,328	96,835		
		472,939	98,843	98,360	1,350
		475,610	99,401		
60 %	527,974	521,185	98,714		
		519,446	98,385	98,758	0,397
		523,623	99,176		

### Hasil analisis akurasi dengan program validasi

Method	: Accuracy
Probability	: 95%
Number of data	: 9
Line equation	: $X_f = -19.92637000 + 1.03321600X_c$
VBaf value	: $-19.92637000 \pm 85.62744000$
VBbf value	: $1.03321600 \pm 0.17914110$
Average %R	: $99.11516000\% \pm 1.84566600$
The average %R value is fulfilled the requirement ( 98% to 102% )	
The VBaf value is fulfilled the requirement ( -105.55380000 to 65.70107000 )	
The VBbf value is fulfilled the requirement ( 0.85407520 to 1.21235700 )	

## LAMPIRAN F. INTERFERENSI

### F.1 Tabel Interferensi Kuarsetin terhadap Standar Asam Tanat 500 ppm

Bahan	Perbandingan	mean Green	$\Delta$ mean Green	Rata- rata	Selisih	Interferensi (%)	SD
Blanko	-	216,647	-	-	-	-	-
Standar asam tanat		181,567	35,080				
	-	180,854	35,793	35,704	-	-	0,585
		180,407	36,240				
Standar : Kuarsetin	1 : 0,1	182,404	34,243				

		178,000	38,647	36,937	1,233	3,453	2,361
		178,725	37,786				
Standar : Kuersetin	1 : 1	178,861	41,132				
		175,515	39,224	39,381	3,677	10,299	1,678
		177,423	42,100				
Standar : Kuersetin	1 : 10	174,547	41,961				
		174,686	42,702	42,254	6,550	18,245	0,394
		173,945	42,012				

**F.2 Tabel Interferensi Sukrosa terhadap Standar Asam Tanat 500 ppm**

Bahan	Perbandingan	Mean Green	$\Delta$ Mean Green	Rata-rata	Selisih	Interferensi (%)	SD
Blanko	-	209,941	-	-	-	-	-
Standar asam tanat		175,594	34,347				
	-	176,687	33,254	33,558	-	-	0,689
		176,867	33,074				
Standar : Sukrosa	1 : 0,1	174,443	35,498				
		174,076	35,865	34,544	0,986	2,938	1,921
		177,572	32,269				
Standar : Sukrosa	1 : 1	174,480	34,461				
		174,133	35,808	35,218	1,660	4,947	0,800
		175,555	34,386				
Standar : Sukrosa	1 : 10	176,135	33,806				
		170,230	39,711	37,206	3,648	10,871	1,053
		171,840	38,101				

LAMPIRAN G. WAKTU PAKAI (STABILITAS)

G.1 Tabel Stabilitas Sensor Penentuan Tanin pada Suhu Kamar ( $\pm 25^{\circ}\text{C}$ )

Waktu (menit)	Intensitas warna ( <i>mean Green</i> )			Rata-rata	% Penurunan
	R1	R2	R3		
0	218,779	219,210	218,646	218,878	
30	217,069	216,457	217,843	217,123	0,802
60	214,205	212,844	213,914	213,654	2,387
90	207,169	205,467	207,062	206,566	5,625
120	202,365	201,062	202,339	201,922	7,747
150	199,443	200,016	198,343	199,267	8,960
180	196,461	195,948	196,425	196,278	10,325
210	193,668	190,909	193,508	192,695	11,962
240	186,851	183,030	187,153	185,678	15,168
270	179,852	180,523	180,668	180,348	17,603












G.2 Tabel Stabilitas Sensor Penentuan Tanin pada Suhu Lemari Es ( $\pm 4^{\circ}\text{C}$ )

Waktu (hari)	Intensitas warna ( <i>mean Green</i> )			Rata-rata	% penurunan
	R1	R2	R3		
0	221,146	220,575	221,004	220,908	
1	215,902	216,440	212,534	214,959	2,693
2	207,020	205,876	205,550	206,149	6,681
3	202,348	201,633	202,908	202,296	8,425
4	199,369	199,466	195,434	198,090	10,329
5	192,006	190,961	192,309	191,759	13,195
6	188,075	188,202	186,693	187,657	15,052
7	180,596	179,912	180,290	180,290	18,387

**LAMPIRAN H. APLIKASI PADA SAMPEL**

**H.1 APLIKASI SENSOR PADA SAMPEL**

- **Gambar Pengukuran Aplikasi Sensor Pada Sampel**

Sampel	Gambar
Blanko	
Meniran	
Jati belanda	
Teh hijau	
Tempuyung	
Jahe	
Jinten hitam	
Jombang	
Ungu	
Pegagan	
Secang	

• **Perhitungan Penentuan Kadar Tanin Pada Ekstrak Tanaman**

1. Perhitungan konsentrasi ekstrak etanol daun meniran 1 %

- Penimbangan ekstrak 0,1 gram ad 10 mL

- Konsentrasi sampel =  $331,692 \mu\text{g/L} \longrightarrow 331,692 \text{ ng}/\mu\text{L}$

- Dalam volume  $3 \mu\text{L}$  pada sensor =  $331,692 \text{ ng}/\mu\text{L} \times 3 \mu\text{L} = 995,076 \text{ ng}$

- Perhitungan dalam massa di 10 ml =

$$10.000 \mu\text{L} / 3 \mu\text{L} (\text{volume penetes}) \times 995,076 \text{ ng} = 3.316.920 \text{ ng} \longrightarrow 3,317 \text{ mg}$$

- Massa dalam 0,1 gram =

$$3,317 \text{ mg} / 0,1 \text{ gram} = 33,170 \text{ mg TAE/g ekstrak}$$

2. Perhitungan konsentrasi ekstrak etanol daun jati belanda 10 %

- Penimbangan ekstrak 1 gram ad 10 mL

- Konsentrasi sampel =  $518,079 \mu\text{g/L} \longrightarrow 518,079 \text{ ng}/\mu\text{L}$

- Dalam volume  $3 \mu\text{L}$  pada sensor =  $518,079 \text{ ng}/\mu\text{L} \times 3 \mu\text{L} = 1554,237 \text{ ng}$

- Perhitungan dalam massa di 10 ml =

$$10.000 \mu\text{L} / 3 \mu\text{L} (\text{volume penetes}) \times 1554,237 \text{ ng} = 5.187.899 \text{ ng} \longrightarrow 5,188 \text{ mg}$$

- Massa dalam 1 gram =

$$5,188 \text{ mg} / 1 \text{ gram} = 5,188 \text{ mg TAE/g ekstrak}$$

3. Perhitungan konsentrasi ekstrak etanol daun teh 10 %

- Penimbangan ekstrak 1 gram ad 10 mL

- Konsentrasi sampel =  $659,973 \mu\text{g/L} \longrightarrow 659,973 \text{ ng}/\mu\text{L}$

- Dalam volume  $3 \mu\text{L}$  pada sensor =  $659,973 \text{ ng}/\mu\text{L} \times 3 \mu\text{L} = 1979,919 \text{ ng}$

- Perhitungan dalam massa di 10 ml =

$$10.000 \mu\text{L} / 3 \mu\text{L} (\text{volume penetes}) \times 1979,919 \text{ ng} = 6.599.730 \text{ ng} \longrightarrow 6,600 \text{ mg}$$

- Massa dalam 1 gram =

$$6,600 \text{ mg} / 1 \text{ gram} = 6,600 \text{ mg TAE/g ekstrak}$$



4. Perhitungan konsentrasi ekstrak etanol daun tempuyung 10 %

- Penimbangan ekstrak 1 gram ad 10 mL

- Konsentrasi sampel =  $270,967 \mu\text{g/L} \longrightarrow 270,967 \text{ ng}/\mu\text{L}$

- Dalam volume 3  $\mu\text{L}$  pada sensor =  $270,967 \text{ ng}/\mu\text{L} \times 3 \mu\text{L} = 812,901 \text{ ng}$

- Perhitungan dalam massa di 10 ml =

$10.000 \mu\text{L} / 3 \mu\text{L} (\text{volume penetesan}) \times 812,901 \text{ ng} = 2.709.670 \text{ ng} \longrightarrow 2,710 \text{ mg}$

- Massa dalam 1 gram =

$2,710 \text{ g} / 1 \text{ gram} = 2,710 \text{ mg TAE/g ekstrak}$

5. Perhitungan konsentrasi ekstrak etanol rimpang jahe 10 %

- Penimbangan ekstrak 1 gram ad 10 mL

- Konsentrasi sampel =  $255,905 \mu\text{g/L} \longrightarrow 255,905 \text{ ng}/\mu\text{L}$

- Dalam volume 3  $\mu\text{L}$  pada sensor =  $255,905 \text{ ng}/\mu\text{L} \times 3 \mu\text{L} = 767,715 \text{ ng}$

- Perhitungan dalam massa di 10 ml =

$10.000 \mu\text{L} / 3 \mu\text{L} (\text{volume penetesan}) \times 767,715 \text{ ng} = 2.559.050 \text{ ng} \longrightarrow 2,559 \text{ mg}$

- Massa dalam 1 gram =

$2,559 \text{ mg} / 1 \text{ gram} = 2,559 \text{ mg TAE/g ekstrak}$

6. Perhitungan konsentrasi ekstrak etanol daun jinten hitam 10 %

- Penimbangan ekstrak 1 gram ad 10 mL

- Konsentrasi sampel =  $557,256 \mu\text{g/L} \longrightarrow 557,256 \text{ ng}/\mu\text{L}$

- Dalam volume 3  $\mu\text{L}$  pada sensor =  $557,256 \text{ ng}/\mu\text{L} \times 3 \mu\text{L} = 1671,768 \text{ ng}$

- Perhitungan dalam massa di 10 ml =

$10.000 \mu\text{L} / 3 \mu\text{L} (\text{volume penetesan}) \times 1671,768 \text{ ng} = 5.572.560 \text{ ng} \longrightarrow 5,573 \text{ mg}$

- Massa dalam 1 gram =

$5,573 \text{ mg} / 1 \text{ gram} = 5,573 \text{ mg TAE/g ekstrak}$

7. Perhitungan konsentrasi ekstrak etanol daun jombang 10 %

- Penimbangan ekstrak 1 gram ad 10 mL

- Konsentrasi sampel =  $407,194 \mu\text{g/L} \longrightarrow 407,194 \text{ ng}/\mu\text{L}$

- Dalam volume 3  $\mu\text{L}$  pada sensor =  $407,194 \text{ ng}/\mu\text{L} \times 3 \mu\text{L} = 1221,582 \text{ ng}$

- Perhitungan dalam massa di 10 ml =

$$10.000 \mu\text{L} / 3 \mu\text{L} (\text{volume penetesan}) \times 1221,582 \text{ ng} = 4.071.940 \text{ ng} \longrightarrow 4,072 \text{ mg}$$

- Massa dalam 1 gram =

$$4,072 \text{ mg} / 1 \text{ gram} = 4,072 \text{ mg TAE/g ekstrak}$$

8. Perhitungan konsentrasi ekstrak etanol daun ungu 10 %

- Penimbangan ekstrak 1 gram ad 10 mL

- Konsentrasi sampel =  $449,767 \mu\text{g}/\text{L} \longrightarrow 449,767 \text{ ng}/\mu\text{L}$

- Dalam volume 3  $\mu\text{L}$  pada sensor =  $449,767 \text{ ng}/\mu\text{L} \times 3 \mu\text{L} = 1349,301 \text{ ng}$

- Perhitungan dalam massa di 10 ml =

$$10.000 \mu\text{L} / 3 \mu\text{L} (\text{volume penetesan}) \times 1349,301 \text{ ng} = 4.497.670 \text{ ng} \longrightarrow 4,498 \text{ mg}$$

- Massa dalam 1 gram =

$$4,498 \text{ mg} / 1 \text{ gram} = 4,498 \text{ mg TAE/g ekstrak}$$

9. Perhitungan konsentrasi ekstrak etanol daun pegagan 10 %

- Penimbangan ekstrak 1 gram ad 10 mL

- Konsentrasi sampel =  $401,387 \mu\text{g}/\text{L} \longrightarrow 401,387 \text{ ng}/\mu\text{L}$

- Dalam volume 3  $\mu\text{L}$  pada sensor =  $401,387 \text{ ng}/\mu\text{L} \times 3 \mu\text{L} = 1204,161 \text{ ng}$

- Perhitungan dalam massa di 10 ml =

$$10.000 \mu\text{L} / 3 \mu\text{L} (\text{volume penetesan}) \times 1204,161 \text{ ng} = 4.013.870 \text{ ng} \longrightarrow 4,014 \text{ mg}$$

- Massa dalam 1 gram =

$$4,014 \text{ mg} / 1 \text{ gram} = 4,014 \text{ mg TAE/g ekstrak}$$

10. Perhitungan konsentrasi ekstrak etanol daun secang 10 %

- Penimbangan ekstrak 1 gram ad 10 mL

- Konsentrasi sampel =  $125,056 \mu\text{g}/\text{L} \longrightarrow 125,056 \text{ ng}/\mu\text{L}$

- Dalam volume 3  $\mu\text{L}$  pada sensor =  $125,056 \text{ ng}/\mu\text{L} \times 3 \mu\text{L} = 375,168 \text{ ng}$

- Perhitungan dalam massa di 10 ml =

$$10.000 \mu\text{L} / 3 \mu\text{L} (\text{volume penetesan}) \times 375,168 \text{ ng} = 1.250.560 \text{ ng} \longrightarrow 1,251 \text{ mg}$$

- Massa dalam 1 gram =

1,251 mg/ 1 gram = 1,251 mg *TAE*/g ekstrak



- **Data Hasil Aplikasi Pada Sampel**

Sampel	Intensitas warna ( <i>mean Green</i> )			$\Delta$ <i>mean Green</i>			Konsentrasi (mg/L TAE)			Konsentrasi (mg TAE/g sampel)			Rata-Rata	SD
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3		
Blanko	221,467	222,383	222,609	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,605
Meniran	192,706	193,120	189,563	28,761	29,263	33,357	306,915	314,710	373,452	30,691	31,471	37,345	33,170	1,945
Jati belanda	176,092	179,539	181,890	45,375	42,844	42,360	564,896	525,595	463,747	5,649	5,256	4,637	5,188	2,708
Teh hijau	172,604	169,279	170,082	48,863	53,104	51,498	619,057	684,911	675,952	6,191	6,849	6,760	6,600	1,735
Tempuyung	195,992	195,531	195,843	25,720	26,852	26,446	259,694	277,272	275,936	2,597	2,773	2,759	2,710	0,160
Jahe	195,992	196,086	197,953	25,475	26,297	25,476	255,890	268,654	243,172	2,559	2,687	2,432	2,559	1,106
Jinten hitam	179,104	176,014	176,692	42,363	46,369	44,883	518,126	580,331	573,312	5,181	5,803	5,733	5,573	1,624
Jombang	189,817	184,807	186,178	31,650	37,576	35,219	351,775	443,793	426,014	3,518	4,438	4,260	4,072	2,589
Ungu	186,442	182,605	183,530	35,025	39,778	37,961	404,182	477,986	467,132	4,042	4,780	4,671	4,498	2,002
Pegagan	189,022	187,525	187,377	35,445	34,858	35,178	395,175	401,589	407,396	3,952	4,016	4,074	4,014	0,910
Secang	205,001	204,965	205,345	16,466	17,418	17,049	115,998	130,781	128,390	1,160	1,308	1,284	1,251	0,210

## H.2 APLIKASI SAMPEL PADA SPEKTROFOTOMETER

- Penentuan Panjang Gelombang Maksimum ( $\lambda_{\max}$ )

$\lambda_{\max}$  yang digunakan dalam pengukuran absorbansi adalah 450 nm

Panjang gelombang ( $\lambda$ )	Absorbansi
552,0	0,746
551,0	0,746
550,0	0,746
549,0	0,747
548,0	0,747
547,0	0,746
546,0	0,746
545,0	0,746
544,0	0,748
543,0	0,749
542,0	0,749
541,0	0,749
540,0	0,750
539,0	0,750
538,0	0,750
537,0	0,748



- **Data Hasil Aplikasi Spektrofotometri Pada Sampel**

Sampel	Absorbansi			Konsentrasi (mg/L TAE)			Konsentrasi (mg TAE/g sampel)			Rata- Rata	SD
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3		
Meniran	0,512	0,510	0,504	334,857	333,429	329,143	33,486	33,343	32,914	33,248	0,004
Jati belanda	0,764	0,772	0,769	514,857	520,571	518,429	5,149	5,206	5,184	5,180	0,004
Teh hijau	0,959	0,961	0,952	654,143	655,571	649,143	6,541	6,551	6,491	6,528	0,005
Tempuyung	0,435	0,447	0,433	279,857	288,249	278,429	2,799	2,882	2,784	2,822	0,008
Jahe	0,409	0,397	0,401	261,286	252,714	255,571	2,613	2,527	2,556	2,565	0,006
Jinten hitam	0,827	0,831	0,821	559,857	562,714	555,571	5,599	5,627	5,556	5,594	0,005
Jombang	0,627	0,609	0,615	417,000	404,143	408,429	4,170	4,041	4,084	4,098	0,009
Ungu	0,672	0,678	0,669	449,143	453,429	447,000	4,491	4,534	4,470	4,498	0,005
Pegagan	0,580	0,613	0,632	383,429	407,000	420,571	3,834	4,070	4,206	4,037	0,026
Secang	0,224	0,229	0,217	129,143	132,714	124,143	1,291	1,327	1,241	1,286	0,006

**H.3 SIGNIFIKASI PERBANDINGAN PENGUKURAN METODE SENSOR BERBASIS KERTAS DENGAN SPEKTROFOTOMETRI UV-Vis**

1. Ekstrak Etanol Daun Meniran (*Phyllanthus niruri*)

**Group Statistics**

metode	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Konsentrasi meniran Sensor	3	3.3169	3.637490	2.100106
Spektro	3	3.3247	.297678	.171865

**Independent Samples Test**

	Levene's Test for Equality of Variances	t-test for Equality of Means								
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Konsentrasi meniran	Equal variances assumed	12.153	.026	-.037	4	.972	-.078667	2.107126	-.5.928987	5.771654
	Equal variances not assumed			-.037	2.027	.974	-.078667	2.107126	-9.031034	8.873701

## 2. Ekstrak Etanol Daun Jati Belanda (*Guazuma ulmifolia*)

### Group Statistics

metode		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Konsentrasi jati belanda	Sensor	3	5.18067	.510189	.294557
	Spektro	3	5.17967	.028746	.016597

### Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means							
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference		
								Lower	Upper	
Konsentrasi jati belanda	Equal variances assumed	5.531	.078	.003	4	.997	.001000	.0295025	-.0818120	.0820120
	Equal variances not assumed			.003	2.013	.998	.001000	.0295025	-1.260745	1.262745

### 3. Ekstrak Etanol Daun Teh Hijau (*Centella asiatica*)

#### Group Statistics

metode	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Sensor	3	6.60000	.356989	.206108
Spektro	3	6.52767	.032146	.018559

#### Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Konsentrasi teh	Equal variances assumed	11.511	.027	.350	4	.744	.072333	.020694	-.502228	.646895
	Equal variances not assumed			.350	2.032	.760	.072333	.020696	-.804586	.949253

## 4. Ekstrak Etanol Daun Tempuyung (*Sonchus arvensis*)

### Group Statistics

metode	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Sensor	3	2.70967	.097823	.056478
Spektro	3	2.82167	.052786	.030476

### Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Konsentrasi tempuyung	Equal variances assumed	2.490	.190	-1.745	4	.158	-.112000	.064176	-.290181	.066181
	Equal variances not assumed			-1.745	3.074	.177	-.112000	.064176	-.313495	.089495

5. Ekstrak Etanol Rimpang Jahe (*Zingiber officinale* Roscoe)

**Group Statistics**

metode		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Konsentrasi jahe	Sensor	3	2.55933	.127500	.073612
	Spektro	3	2.56533	.043753	.025261

**Independent Samples Test**

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Konsentrasi jahe	Equal variances assumed	1.474	.292	-.077	4	.942	-.006000	.077826	-.222080	.210080
	Equal variances not assumed			-.077	2.465	.944	-.006000	.077826	-.287081	.0275081



## 6. Ekstrak Etanol Biji Jinten Hitam (*Nigella sativa*)

### Group Statistics

	metode	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Konsentrasi	Sensor	3	5.57233	.340707	.196707
jinten hitam	Spektro	3	5.59400	.035763	.020648

### Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Konsentrasi jinten hitam	Equal variances assumed	11.638	.027	-.110	4	.918	-.021667	.197788	-.570814	.527481
	Equal variances not assumed			-.110	2.044	.923	-.021667	.197788	-.85538	.812005

## 7. Ekstrak Etanol Daun Jombang (*Taraxacum officinale*)

### Group Statistics

	metode	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Konsentrasi jombang	Sensor	3	4.07200	.487963	.281726
	Spektro	3	4.09833	.065684	.037922

### Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Konsentrasi jombang	Equal variances assumed	9.021	.040	-.093	4	.931	-.026333	.284267	-.815584	.762917
	Equal variances not assumed			-.093	2.072	.934	-.026333	.284267	-1.209357	1.156691

## 8. Ekstrak Etanol Daun Ungu (*Graphophyllum pictum*)

### Group Statistics

	metode	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Konsentrasi ungu	Sensor	3	4.49767	.398365	.229996
	Spektro	3	4.49833	.032624	.018836

### Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Konsentrasi ungu	Equal variances assumed	11.479	.028	.003	4	.998	-.000667	.230766	-.641375	.640042
	Equal variances not assumed			.003	2.027	.998	-.000667	.230766	-.981084	.097975

## 9. Ekstrak Etanol Daun Pegagan (*Centella asiatica*)

### Group Statistics

	metode	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Konsentrasi pegagan	Sensor	3	4.01400	.061025	.035233
	Spektro	3	4.02567	.186259	.107537

### Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Konsentrasi pegagan	Equal variances assumed	1.973	.233	-.103	4	.923	-.011667	.113161	-.325852	.302519
	Equal variances not assumed			-.103	2.424	.926	-.011667	.113161	-.425337	.402004

10. Ekstrak Etanol Daun Secang (*Caesalpinia sappan*)

**Group Statistics**

	metode	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Konsentrasi secang	Sensor	3	1.25067	.079431	.045860
	Spektro	3	1.28633	.043190	.024935

**Independent Samples Test**

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Konsentrasi secang	Equal variances assumed	2.069	.224	-.683	4	.532	-.035667	.052200	-.180598	.109265
	Equal variances not assumed			-.683	3.088	.542	-.035667	.052200	-.199159	.127826


LAMPIRAN I. KEMASAN PRODUK

I. A DESAIN PRODUK





## I. B Brosur Produk














### **SEFORTAN**

#### **Sensor For Tannin**

SEFORTAN merupakan alat sensor dengan reagen ferro tatrast yang digunakan untuk mendeteksi kadar tanin dalam sampel ekstrak tanaman obat dengan cepat dan mudah.

**Aturan Pakai :**  
Tambahkan  $\pm 3$  tetes larutan sampel ke dalam reagen ferro tatrast sehingga memenuhi semua area lingkaran deteksi.  
Amati perubahan warna setelah 12-20 menit.

**Cara Pembacaan Hasil Tes:**

No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Perubahan Warna											
Kadar Tanin (mg/L TAE)	0	100	200	300	400	500	600	800	900	1000	

**Peringatan dan Perhatian :**  
Jangan membuka bungkus sensor kertas apabila tidak segera digunakan.

**Cara Penyimpanan :**  
Simpan dalam lemari es (suhu  $\pm 4^{\circ}\text{C}$ ) dan hindari dari sinar matahari langsung.