

**SKRIPSI**

**ANALISIS RESIDU PESTISIDA PROFENOFOS PADA SAYUR  
KOL (*BRASSICA OLERACEA*) DAN SAYUR  
SAWI (*BRASSICA JUNCEA L.*)**

**NUR AFNI YUNAR  
K111 16 007**



*Skripsi ini Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Kesehatan Masyarakat*

**DEPARTEMEN KESEHATAN LINGKUNGAN  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2020**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nur Afni Yunar  
NIM : K11116007  
Program Studi : Kesehatan Masyarakat  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

**Analisis Residu Profenofos pada Sayur Kol (*Brassica Oleracea*)  
dan Sayur Sawi (*Brassica Juncea L.*)**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain, bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 19 Januari 2021  
Yang Menyatakan

  
Nur Afni Yunar

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**ANALISIS RESIDU PROFENOFOS PADA SAYUR KOL (*BRASSICA OLERACEA*) DAN SAYUR SAWI (*BRASSICA JUNCEA L.*)**

Disusun dan diajukan oleh

**NUR AFNI YUNAR**  
**K11116007**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin pada tanggal 13 Januari 2021 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping



**dr. Makmur Selomo, MS**  
**Nip. 196610121993031002**

**Dr. Syamsuar M, SKM, M.Kes., M.ScPH**  
**Nip. 198902112015041002**

Ketua Program Studi,



**Dr. Suzah, SKM, M.Kes**  
**Nip. 197405202002122001**

### PENGESAHAN TIM PENGUJI

Skripsi ini telah di pertahankan dihadapan Tim Penguji Ujian Skripsi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin Makassar pada hari Rabu Tanggal 13 Januari 2021.

Ketua : dr. Makmur Selomo, MS (.....)

Sekretaris : Dr. Syamsuar M, SKM.,M.Kes.,M.ScPH (.....)

Anggota :

1. Dr. Hasnawati Amqam, SKM.,M.Sc (.....)

2. Dr. Lalu Muhammad Saleh, SKM.,M.Kes (.....)

## RINGKASAN

Universitas Hasanuddin  
Fakultas Kesehatan Masyarakat  
Kesehatan Lingkungan

**Nur Afni Yunar**

**“Analisis Residu Pestisida Profenofos Pada Sayur Kol (*Brassica Oleracea*) Dan Sayur Sawi (*Brassica Juncea L.*) Dengan Menggunakan Metode Kromatografi Gas”**

(xi + 45 halaman + 1 tabel + 2 gambar + 5 lampiran)

Profenofos merupakan insektisida dan akarisisida nonsistemik yang bekerja sebagai racun kontak (kulit), racun inhalasi (masuk ke sistem pernafasan), dan racun lambung (jika termakan). Profenofos digunakan untuk mengontrol serangga (terutama Lepidoptera) dan tungau pada tanaman kapas, tebu, kacang hijau, kentang, tembakau, sayuran, dll. Penggunaan pestisida dapat meninggalkan residu yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dan gangguan pada kesehatan manusia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar residu profenofos pada sayur kol dan sayur sawi di Tombolo Pao, Lotte Mart, dan Pasar Tradisional Daya.

Jenis penelitian ini adalah observational dengan pendekatan deskriptif. Metode pengambilan sampel yaitu random sampling. Sampel yang diambil berasal dari tiga lokasi yaitu Tombolo Pao, Lotte Mart, dan Pasar Tradisional Daya. Pemeriksaan sampel dilakukan di laboratorium pengujian pestisida BTPPH.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat residu pestisida pada sayur kol dan sayur sawi di Tombolo Pao dengan nilai residu 0,955 mg/kg, 0,743 mg/kg, dan terdapat residu profenofos pada sayur kol dan sawi di Lotte Mart dengan nilai residu 0,804 mg/kg, 0,826 mg/kg, serta terdapat residu pestisida pada sayur sawi di Pasar Tradisional Daya dengan nilai residu 1,534 mg/kg. Sedangkan pada sayur kol di Pasar Tradisional Daya tidak terdeteksi bahan aktif profenofos. Menurut Standar Nasional Indonesia 2008, batas maksimum residu profenofos pada sayur kubis dan sayur sawi yaitu 1 mg/kg. Solusi yang dapat dilakukan untuk menurunkan kadar residu pestisida yaitu dengan melakukan pencucian sayur dengan air bersih yang mengalir.

**Kata Kunci : Profenofos, Sayur Kol, Sayur Sawi, Kromatografi Gas**

**Daftar Pustaka : 38 (1994-2020)**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat Rahmat, Hikmat dan Karunia-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan proposal skripsi dengan judul “Analisis Residu Pestisida Profenofos pada Sayur Kol (*Brassica Oleracea*) dan Sayur Sawi (*Brassica Juncea L.*) dengan Menggunakan Metode Kromatografi Gas”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat yang diajukan untuk menyelesaikan studi di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin.

Skripsi ini merupakan pengalaman yang sangat berharga bagi penulis yang dalam penyusunannya menemui banyak hambatan dan ditunjang dengan bantuan tenaga, pemikiran, baik moral maupun materil dari berbagai pihak. Penghargaan dan terima kasih yang tidak terhingga penulis ucapkan kepada kedua orangtua tercinta Bapak Muh. Yunar, Ibu Sapinah Rasyid (Almh), dan kakak-kakak saya serta seluruh keluarga. Terima kasih atas bantuan, motivasi dan doa yang tak berujung, pengertian, nasehat yang tiada henti dan pengorbanan tiada akhir sehingga penyusunan skripsi ini sampai pada tahap akhir.

Penulis pada kesempatan ini dengan kerendahan hati menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Aminuddin Syam, SKM, M.Kes, M.Med.ED sebagai Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin.
2. Ibu Dr. Erniwati Ibrahim, SKM., M.Kes selaku Ketua Departemen Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin.
3. Bapak dr. Makmur Selomo, MS selaku Pembimbing I dan Bapak Dr. Syamsuar M, SKM., M.Kes.,M.ScPH selaku Pembimbing II yang rela meluangkan waktunya dan dengan penuh kesabaran memeriksa dan memberikan saran agar penulisan skripsi ini lebih baik.
4. Ibu Dr. Hasnawati Amqam, SKM.,M.Sc dan Bapak Dr. Lalu Muhammad Saleh, SKM.,M.Kes selaku tim penguji yang telah banyak memberikan masukan guna penulisan skripsi yang lebih baik.

5. Ibu Dr. Ida Leida Maria, SKM., MKM., M.Sc. PH selaku penasehat akademik atas segala motivasi dan bimbingannya selama ini sejak awal mulai menjadi mahasiswa di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin.
6. Seluruh dosen Universitas Hasanuddin yang telah bersedia mengajar dan membimbing penulis selama menjalani studi di kampus Universitas Hasanuddin Makassar.
7. Seluruh staf FKM Unhas yang banyak membantu selama ini, terkhusus staf Departemen Kesehatan Lingkungan (Kak Tika)
8. Pihak BPTPH yang telah memberikan banyak bantuan selama penulis melakukan penelitian.
9. Teman saya Muh. Agus yang selama ini banyak membantu dan selalu memberikan dukungan kepada penulis.
10. Teman-teman Sahabat Squad Nisa, Nadya, Risna, Sari, Wahyu, Dwi, Wulan, dan Nurul Hans yang selama ini selalu memberikan masukan dan dukungannya kepada penulis.
11. Teman-teman angkatan 2016 FKM UNHAS (Goblin) yang telah banyak membantu dan menjadi tempat berbagi informasi selama menyusun skripsi.
12. Teman-teman Kesehatan Lingkungan 2016 yang telah membantu dan berbagi informasi selama menyusun skripsi.
13. Teman-teman saya di PBL Manongkoki atas pengalaman dan pembelajaran selama PBL
14. Teman-teman Kuliah Kerja Nyata Reguler Bone Angkatan 102 atas pengalaman dan pembelajaran selama KKN.
15. Semua pihak yang ikut terlibat dalam proses pembuatan tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu di sini.

Akhir kata, penulis berharap agar tugas akhir ini bermanfaat bagi semuanya. Penulis juga menyadari masih adanya kekurangan dan ketidaksempurnaan sehingga tidak menutup adanya pengembangan lebih lanjut dari sistem yang dibuat dalam tugas

akhir ini. Oleh karenanya saran dan kritik yang membangun senantiasa penulis harapkan.

Makassar, 11 Januari 2021

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	
<b>PERNYATAAN KEASLIAN.....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN.....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	4
C. Tujuan Penelitian .....	4
D. Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>7</b>
A. Tinjauan Umum tentang Profenofos .....	7
B. Tinjauan Umum tentang Sayur Kol .....	10
C. Tinjauan Umum tentang Sayur Sawi .....	13
D. Tinjauan Umum tentang Kromatografi Gas.....	16

E. Kerangka Teori.....	23
<b>BAB III KERANGKA KONSEP.....</b>	<b>24</b>
A. Dasar Pemikiran Variabel yang Diteliti .....	24
B. Kerangka Konsep.....	24
C. Definisi Operasional dan Kriteria Objektif.....	25
<b>BAB IV METODE PENELITIAN .....</b>	<b>26</b>
A. Jenis Penelitian.....	26
B. Lokasi dan Waktu Penelitian .....	26
C. Populasi dan Sampel .....	26
D. Cara Pengambilan Sampel .....	27
E. Metode Pemeriksaan Sampel .....	27
F. Pengumpulan Data .....	29
G. Analisis Data.....	29
H. Pengolahan dan Penyajian Data.....	29
<b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>30</b>
A. Gambaran Umum Lokasi .....	30
B. Hasil .....	32
C. Pembahasan.....	34
D. Keterbatasan Penelitian.....	40
<b>BAB VI PENUTUP.....</b>	<b>41</b>
A. Kesimpulan .....	41
B. Saran.....	42

**DAFTAR PUSTAKA .....**

## DAFTAR TABEL

Tabel 1 Hasil Analisis Residu Profenofos pada Sayur Kol dan Sayur Sawi di Kecamatan Tombolo Pao, Lotte Mart, dan Pasar Tradisional Daya Tahun 2020 .....	33
---	----

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Sayur Kol .....	11
Gambar 2 Sawi Hijau .....	14
Gambar 3 Sawi Putih .....	15
Gambar 4 kerangka Teori .....	22

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Standar Nasional Indonesia .....
Lampiran 2 Hasil Analisis .....
Lampiran 3 Surat Izin Penelitian .....
Lampiran 4 Dokumentasi Kegiatan .....
Lampiran 5 Daftar Riwayat Hidup.....

## DAFTAR SINGKATAN

AChE	: Asetilkolinesterasi
BMR	: Batas Maksimum Residu
EPA	: Environmental Protection Agency
FID	: Flame Ionization Detector
HETP	: Height Equivalent of Theoretical Plate
PPB	: Part Per Billion
PPM	: Part Per Million
PSA	: Primary Secondary Amine
SNI	: Standar Nasional Indonesia
WHO	: World Health Organization

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Saat ini, dalam dunia pertanian tidak terlepas dengan penggunaan bahan kimia, baik untuk pemupukan, pemacu pertumbuhan, perekat, perata, serta pengendalian hama, penyakit, dan gulma (Pracaya, 2007). Keberadaan pestisida sintetik dilahan pertanian juga dapat mengakibatkan efek samping yang serius seperti terjadinya pencemaran udara, tanah dan air, matinya non organisme non sasaran (musuh alami), dan terjadinya resurgensi hama (Tampubolon, 2018). Menurut *World Health Organization* (WHO) tahun 2012, diperkirakan bahwa rata-rata 4429 ton bahan aktif organoklorin, 1375 ton organofosfat, 30 ton karbamat dan 414 piretroid digunakan setiap tahun untuk pengendalian vector global selama periode 2000 – 2009 di enam wilayah WHO. Pestisida golongan organofosfat merupakan salah satu bahan aktif yang sering digunakan pada sayur-sayuran.

Salah satu bahan aktif dari golongan organofosfat yang paling banyak digunakan oleh petani adalah profenofos. Profenofos ini termasuk dalam kategori racun kontak lambung dan berspektrum luas, yang mampu bereaksi cepat untuk mengendalikan serangan beragam hama. Penggunaan pestisida dapat meninggalkan residu yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dan gangguan pada kesehatan manusia (Alen dkk, 2015).

Residu insektisida profenofos yang terdapat pada sayuran masuk kedalam tubuh manusia melalui mulut, maka dapat memberikan pengaruh



terhadap kesehatan manusia. Keracunan organofosfat dapat terjadi melalui mulut, inhalasi, dan kulit. Didalam tubuh organofosfat berikatan dengan enzim *Asetilkolinesterase* (AChE) yang mengakibatkan penumpukan asetikolin pada syaraf. Dampak terhadap konsumen umumnya berbentuk keracunan kronis yang tidak langsung dirasakan. Namun dalam waktu lama bisa menimbulkan gangguan kesehatan seperti gangguan terhadap syaraf, hati (*liver*), perut, sistem kekebalan dan hormon. Gejala keracunan ini baru kelihatan setelah beberapa bulan atau beberapa tahun kemudian (Hidayat, 2013).

Berdasarkan percobaan yang dilakukan oleh EPA (*Environmental Protection Agency*) pada tahun 2006 pada tikus mengindikasikan bahwa paparan pestisida golongan organofosfat zat aktif profenofos melalui oral dengan konsentrasi 0,5 mg/kg/hari selama satu hari dapat mengganggu kerja enzim *kholinesterase*. Sedangkan penelitian yang dilakukan pada anjing mengindikasikan bahwa paparan pestisida golongan organofosfat zat aktif profenofos melalui oral dengan konsentrasi 0,005 mg/kg/hari selama enam bulan dapat mengganggu kerja enzim kholinesterase (EPA, 2006).

Salah satu sayuran yang sering dikonsumsi oleh masyarakat saat ini adalah kubis (*Brassica oleracea*) yang biasa dikenal dengan sebutan kol. Kol memiliki kandungan gizi yang tinggi seperti vitamin, serat dan kalsium. Selain itu kol juga mempunyai kandungan antioksidan yang tinggi yang dapat mengurangi resiko terkena penyakit (Agustina dkk, 2016). Menurut Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura tahun 2018, produksi kubis pada tahun 2014 yaitu sebesar 47.675, pada tahun 2015 sebesar 39.616, pada

tahun 2016 sebanyak 57.919, dan pada tahun 2017 sebanyak 58.449, serta pada tahun 2018 produksi kubis di Sulawesi Selatan naik sebanyak 66.519. Disimpulkan bahwa produksi kubis di Sulawesi Selatan dari tahun 2014 sampai dengan 2018 semakin meningkat.

Selain kol, salah satu tanaman yang sering disemprotkan pestisida adalah tanaman sayuran khususnya tanaman sawi. Hal ini terjadi karena bentuk dan struktur tanaman sawi yang memungkinkan ulat untuk bersarang di sela-sela daunnya (Wahyudi, 2010). Menurut Badan Pusat Statistik tahun 2018, produksi sayur sawi pada tahun 2009 sebanyak 562.838, pada tahun 2010 produksi sayur sawi sebanyak 583.770, pada tahun 2011 sebanyak 580.969, dan pada tahun 2012 sebanyak 594.934, serta pada tahun 2013 sayur sawi meningkat menjadi 635.728. disimpulkan bahwa produksi sayur sawi di Indonesia semakin meningkat.

Kecamatan Tombolo Pao Kabupaten Gowa merupakan salah satu tempat mayoritas penduduknya adalah petani sayur-sayuran sehingga sangat berisiko terpapar pestisida. Dosis dan durasi tertentu paparan pestisida dapat menyebabkan penyakit baik akut maupun kronik. Pasar tradisional dan modern merupakan tempat penjualan sayur-sayuran hal ini juga perlu dilakukan penelitian lanjutan karena mayoritas penduduk membeli sayur-sayuran di Pasar Tradisional maupun Pasar Modern.

Dari hasil pemaparan diatas, menunjukkan bahwa di Indonesia, khususnya di Kota Makassar. Penyakit akibat pestisida timbul karena adanya pencemaran yang terjadi pada sayuran yang dikonsumsi oleh masyarakat. Oleh

karena itu, dilakukan analisis residu pestisida profenofos untuk mengetahui adanya bahan aktif profenofos pada sayur kol dan sayur sawi di Tombolo Pao Gowa, Pasar Tradisional Daya, dan Lotte Mart.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian dari latar belakang diatas maka dapat dirumuskan bahwa:

1. Berapa kadar residu pestisida profenofos dalam sayur kol (*Brassica Oleracea*) dan sayur sawi (*Brassica Juncea L.*) di Tombolo Pao Gowa?
2. Berapa kadar residu pestisida profenofos dalam sayur kol (*Brassica Oleracea*) dan sayur sawi (*Brassica Juncea L.*) di Pasar Tradisional Daya?
3. Berapa kadar residu pestisida profenofos dalam sayur kol (*Brassica Oleracea*) dan sayur sawi (*Brassica Juncea L.*) di Lotte Mart?

## **C. Tujuan Penelitian**

1. Tujuan Umum

Untuk mengidentifikasi keberadaan pestisida profenofos dalam sayur kol (*Brassica Oleracea*) dan sayur sawi (*Brassica Juncea L.*).

2. Tujuan Khusus

- a. Untuk mengetahui keberadaan residu pestisida profenofos dalam sayur kol (*Brassica Oleracea*) dan sayur sawi (*Brassica Juncea L.*) di Tombolo Pao Gowa.
- b. Untuk mengetahui keberadaan residu pestisida profenofos dalam sayur kol (*Brassica Oleracea*) dan sayur sawi (*Brassica Juncea L.*) di Pasar Tradisional Daya.

- c. Untuk mengetahui keberadaan residu pestisida profenofos dalam sayur kol (*Brassica Oleracea*) dan sayur sawi (*Brassica Juncea L.*) di Lotte Mart.

#### **D. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan akan memberi manfaat:

1. Bagi Masyarakat

Menambah informasi tentang kandungan residu pestisida profenofos pada sayur kol dan sayur sawi sehingga masyarakat dapat lebih berhati-hati dalam mengkonsumsi sayur.

2. Bagi Instansi Terkait

Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai salah satu sumber informasi bagi instansi terkait dibidang pertanian, dan dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam menentukan kebijakan penggunaan pestisida untuk mencegah keracunan pestisida bagi petani maupun masyarakat.

3. Bagi Dunia Pendidikan

Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan oleh peneliti lain untuk mengembangkan peneliti lain yang berhubungan dengan masalah dampak dan risiko penggunaan pestisida terhadap kesehatan masyarakat sebagai konsumen.

#### 4. Bagi Peneliti

Penelitian ini dapat menambah wawasan ilmu pengetahuan tentang hal-hal yang berhubungan dengan pestisida, bahayanya terhadap lingkungan dan kesehatan.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Tinjauan Umum tentang Profenofos**

Profenofos merupakan insektisida sintetik organik golongan organofosfat. Profenofos digunakan untuk membasmi serangga didalam tanah serta ulat dengan dosis 1 – 1,5 kg/ha. Senyawa ini dapat mempengaruhi sistem saraf dan menghambat fungsi asetil kolinesterase. Hal tersebut menyebabkan gangguan pengaliran sinyal-sinyal keserabut saraf sehingga menyebabkan serangga menjadi hiperaktif, lumpuh, dan kemudian mati (Andresima, 2005).

Toksikokinetik merupakan pergerakan sebuah zat kimia yang dimulai dari masuknya zat kimia kedalam tubuh sampai dengan keluarnya zat kimia. Organofosfat masuk kedalam kulit jika tidak menggunakan APD (Alat Pelindung Diri) atau pakaian yang terkontaminasi, setelah diserap melalui kulit, lalu diangkut dalam darah ke ginjal atau tetap dalam darah. Masuk melalui pernapasan jika terhirup saat penyemprotan, setelah terhirup lalu menyerap kedalam darah melalui jaringan paru-paru lalu kejantung sebelum diangkut keginjal. Masuk melalui mulut jika tertelan, setelah tertelan kemudian menyerap dilambung atau diusus. Kemudian diserap kedalam darah yang mengalir melalui hati. Kemudian dihati terjadi biotransformasi. Metabolit inaktif dibawa keginjal untuk diekskresi, metabolit aktif masuk ke darah Kembali. Setelah dari usus kecil ke usus besar dikeluarkan melalui feses. Sedangkan toksikodinamik yaitu proses interaksi antar molekul zat racun dengan tempat kerja yang spesifik. Contohnya untuk golongan organofosfat

yaitu interaksi antara zat racun dengan system enzim yang menyebabkan terhambatnya enzim *asetilkholinesterase*.

Profenofos ditemukan pada tahun 1975. Insektisida dan akarisida non-sistemik ini memiliki aktivitas translaminar dan ovisida. Profenofos digunakan untuk mengendalikan berbagai serangan hama (terutama Lepidoptera) dan tungau. LD<sub>50</sub> (tikus) sekitar 358 mg/kg; LD<sub>50</sub> dermal (kelinci) 472 mg/kg tidak menyebabkan iritasi kulit dan mata (kelinci); LC<sub>50</sub> inhalasi (4 jam, tikus) 3 mg/liter udara; NOEL (2 tahun, tikus) 0,3 mg/kg bb; dan ADI 0,01. Profenofos bersifat toksik pada *Crustaceae* (bangsa udang) dan lebah, tetapi tidak toksik bagi cacing tanah (Djojsumarto, 2008).

Profenofos secara biokimia dapat menghambat kerja enzim *cholinesterase*. Isomernya mampu menghambat kerja enzim *acetylcholinesterase*. Profenofos merupakan insektisida dan akarisida nonsistematik yang bekerja sebagai racun kontak (kulit), racun inhalasi (masuk ke sistem pernafasan), dan racun lambung (jika termakan). Profenofos digunakan untuk mengontrol serangga (terutama Lepidoptera) dan tungau pada tanaman kapas, tebu, kacang hijau, kentang, tembakau, sayuran, dan lain-lain. Profenofos merupakan insektisida yang bersifat mudah terdegradasi. Profenofos dalam tanah akan hilang pada kondisi netral sampai basa dengan waktu paruh beberapa hari. Proses degradasi profenofos terjadi karena reaksi-reaksi hidrolisis, fotolisis, dan aktivitas mikroorganisme (Wahyuni dkk, 2019).

Residu profenofos masuk kedalam tubuh manusia melalui kulit, mulut, saluran pencernaan, pernafasan. Di dalam darah manusia bahan aktif ini

akan berikatan dengan enzim *cholirenesterase* yang berfungsi untuk mengatur kerja syaraf karena adanya profenofos dalam darah maka *acetilcholirenesterse* (AChE) akan di ikat oleh profenofos, sehingga enzim tidak dapat melaksanakan tugasnya dalam tubuh terutama meneruskan untuk mengirim perintah kepada otot-otot. Akibatnya otot-otot bergerak tanpa dapat dikendalikan (Dalimunthe, 2012).

Menurut Djojsumarto (2008), tujuan dari penggunaan pestisida yaitu

1. memberantas atau mencegah hama dan penyakit yang merusak tanaman, bagian tanaman, atau hasil-hasil pertanian.
2. Memberantas rerumputan.
3. Mematikan daun dan mencegah pertumbuhan yang tidak diinginkan.
4. Mengatur atau merangsang pertumbuhan tanaman atau bagian-bagian tanaman.

Dampak negatif dari residu pestisida profenofos yaitu:

1. Bagi lingkungan

Penggunaan pestisida profenofos berlebih pada akhirnya akan menjadi limbah yang mencemari lingkungan. Limbah tersebut akan terbawa aliran air dan terdistribusi meluas ke perairan yang lebih rendah seperti sungai atau kolam budidaya ikan. Penggunaan pestisida berdampak terhadap kelestarian lingkungan hidup, selain itu pembuangan bahan sisa pestisida ke dalam air ataupun pencucian alat-alat aplikasi didalam saluran irigasi atau badan air lainnya merupakan ancaman terhadap biota air (Tarwotjo, 2014). Pestisida tersebut bersifat non selektif, ada pula yang



bersifat persisten yang mengakibatkan terjadi bioakumulasi dalam rantai makanan yang akhirnya berdampak pada kehidupan ikan (Singh, 2013). Menurut Rumampuk dkk. (2010), faktor-faktor yang mempengaruhi toksisitas pestisida terhadap ikan dan organisme air adalah suhu, umur dan lama organisme terpapar, serta konsentrasi bahan toksik yang terlarut.

## 2. Bagi Manusia

Residu pestisida profenofos berdampak negatif kepada manusia dan dapat mengakibatkan keracunan. Keracunan residu pestisida profenofos bisa dikelompokkan menjadi 3 kelompok, yaitu keracunan akut ringan, keracunan akut berat, dan kronis. Keracunan akut ringan menimbulkan pusing, sakit kepala, iritasi kulit ringan, badan terasa sakit, dan diare. Keracunan akut berat menimbulkan gejala mual, menggigil, kejang perut, sulit bernapas, keluar air liur, pupil mata mengecil dan denyut nadi meningkat. Keracunan kronis lebih sulit dideteksi karena tidak segera terasa dan tidak menimbulkan gejala serta tanda yang spesifik. Namun, keracunan kronis dalam jangka waktu yang lama bisa menimbulkan gangguan kesehatan. Beberapa gangguan kesehatan yang sering dihubungkan dengan penggunaan pestisida diantaranya iritasi mata dan kulit, kanker, keguguran, cacat pada bayi, gangguan saraf, hati, ginjal dan pernapasan (Alen dkk, 2015).

## **B. Tinjauan Umum tentang Sayur Kol (*Brassica Oleracea*)**

Kol (*Brassica olearacea*) adalah kubis yang dalam pertumbuhannya dapat membentuk bulatan seperti kepala atau telur. Bentuk kepala atau telur ini

juga lazim disebut krop. Daun kol bagian luar tertutup lapisan lilin dan tidak berbulu. Daun- daunan bawah tumbuhnya tidak membengkok, dapat mencapai panjang sekitar 30 cm. Daun-daun muda yang tumbuh berikutnya mulai membengkok menutupi daun-daun muda yang ada di atasnya. Makin lama daun muda yang terbentuk semakin banyak sehingga seakan-akan membentuk telur atau kepala (Panjaitan, 2017).

Taksonomi kol secara umum diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*

Divisio : *Spermatophyta*

Sub-divisio : *Angiospermae*

Classis : *Dicotyledonae*

Familia : *Cruciferae*

Genus : *Brassica*

Species : *Brassica oleracea var. botrytis L.*



Gambar 1. Sayur kol  
Sumber: Rukmana, 1994

Kubis dapat tumbuh pada dataran rendah sampai dataran tinggi. Pada dataran rendah kubis merupakan salah satu tanaman sayuran yang berpotensi

untuk dikembangkan, karena peluang pasar yang terbuka lebar. Pertumbuhan optimum didapatkan pada tanah yang banyak mengandung humus, gembur, porus, pH tanah antara 6 - 7. Kubis dapat ditanam sepanjang tahun dengan pemeliharaan lebih intensif (Edi & Bobihoe, 2010).

Di Indonesia kubis termasuk tanaman annual (tanaman semusim), sedangkan di daerah sub-tropis termasuk tanaman biennial (tanaman tahunan). Tergolong biennial karena pertumbuhan awalnya secara vegetatif, selanjutnya bila musim dingin tiba pertumbuhannya masuk ke masa generatif. Pembentukan bunga tergantung temperatur, bukan panjangnya hari. Kubis akan tumbuh baik bila ditanam didaerah berhawa dingin seperti Dieng dan Pegalengan. Temperatur optimum yang dikehendaki antara 15 - 20°C. Sedangkan kelembapan yang baik pada kisaran antara 60 - 90%. Kalau temperatur melebihi 25% pertumbuhan akan terhambat (Pracaya, 2001).

Kepala kubis paling tepat digambarkan sebagai tunas akhir tunggal yang besar, yang terdiri atas daun yang saling tumpang tindih secara ketat, yang menempel dan melengkapi batang pendek tidak bercabang. Tinggi tanaman umumnya berkisar 40 - 60 cm. Pertumbuhan daun memanjang dan tiarap. Daun berikutnya secara progresif lebih pendek, lebih lebar, lebih tegak, dan mulai menindih daun yang lebih muda. Bersamaan dengan pertumbuhan daun, batang juga semakin lama juga akan memanjang dan membesar pertumbuhan kepala bagian dalam yang terus berlangsung hingga melewati fase matang (keras) dapat menyebabkan pecahnya kepala. Variabel komoditas yang penting adalah ukuran kepala, kerapatan, bentuk, warna, dan periode kematangan. Bentuk kepala

berkisar elips meruncing hingga gepeng, dengan bentuk yang paling disukai adalah bundar atau hampir bundar, warna daun beragam mulai dari hijau muda hingga hijau-biru tua dan juga ungu kemerahan tekstur daun licin atau kusut (Rubatzky & Yamaguchi, 1998).

Menurut Sunarjono (2011), kubis atau kol sebenarnya merupakan tanaman semusim. Tanaman kubis berbentuk batang pendek dan beruas-ruas, sebagai bekas tempat duduk daun. Tanaman ini berakar tunggang dengan akar sampingnya sedikit ketepi dangkal. Daunnya lebar berbentuk bulat telur. Bunga tersusun dalam tandan dengan mahkota bunga berwarna kuning spesifik, buahnya bulat panjang menyerupai polong, polong muda berwarna hijau, setelah tua warnanya kecoklatan dan mudah pecah bijinya berbentuk bulat kecil dan berwarna kecoklatan. Biji yang banyak tersebut menempel pada dinding bilik tengah polong.

### **C. Tinjauan Umum tentang Sayur Sawi (*Brassica Juncea L.*)**

Menurut klasifikasi dalam tanaman (sistematika) tumbuhan, petsai atau sawi termasuk kedalam:

Divisi : *Spermatophyta*

Kelas : *Angiospermae*

Sub Kelas : *Dicotyledonae*

Ordo : *Papavorales*

Famili : *Cruciferae* atau *Brassicaceae*

Genus : *Brassica*

Spesies : *Brassica chinensis L.* atau *B. campestris var. chinensis L.* dan *B. Juncea L.*

Sistem perakaran sawi memiliki akar tunggang dan cabang-cabang akar yang bentuknya bulat panjang (silindris) menyebar kesemua arah pada kedalaman antara 30 – 50 cm. Akar-akar ini berfungsi antara lain mengisap air dan zat makanan dari dalam tanah, serta menguatkan berdirinya batang tanaman. Batang sawi pendek sekali dan beruas-ruas, sehingga hampir tidak kelihatan. Batang ini berfungsi sebagai alat pembentuk dan penopang daun (Rukmana, 1994).

Menurut Haryanto & Rahayu (2007), jenis-jenis sawi yaitu:

1. Sawi hijau

Sawi hijau banyak dikonsumsi sebagai bahan sayur segar karena rasanya agak pahit. Namun, rasa pahit pada daun sawi hijau dapat dihilangkan dengan cara pengasinan. Masyarakat umum mengolahnya terlebih dahulu menjadi sawi asin sebelum digunakan untuk campuran aneka masakan. Sawi asin yang sudah jadi biasanya berwarna hijau coklat kebasahan.



Gambar 2. Sawi Hijau  
Sumber: Hiola, 2018

Sawi hijau berukuran lebih kecil dibandingkan sawi putih. Daun ini juga lebar seperti daun sawi putih, tetapi warnanya lebih hijau tua. Batangnya sangat pendek, tetapi tegap. Tangkai daunnya agak pipih, sedikit berlikuh, tetapi kuat. Varietas sawi hijau banyak dibudidayakan di lahan yang kering, tetapi cukup pengairannya.

## 2. Sawi putih

Sawi putih merupakan jenis sawi yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat karena memiliki rasa yang paling enak diantara sawi jenis lainnya. Tanaman ini dapat dibudidayakan ditempat yang kering. Bila sudah dewasa jenis sawi ini memiliki daun yang lebar dan berwarna hijau tua. Tangkainya panjang, tetapi lemas dan halus. Batangnya pendek, tetapi tegap dan bersayap.



Gambar 3. Sawi Putih  
Sumber: Izwani dkk, 2018

Sawi dapat ditanam pada berbagai jenis tanah, namun paling baik adalah jenis tanah, namun paling baik adalah jenis tanah lempur berpasir seperti tanah andosol. Pada tanah-tanah yang mengandung liat perlu pengelolaan lahan

secara sempurna, antara lain pengolahan tanah yang cukup dalam, penambahan pasir dan pupuk organik dalam jumlah (dosis) tinggi. Syarat tanah yang ideal untuk tanaman sawi adalah subur, gembur, banyak mengandung bahan organik (humus), tidak menggenang (becek), tata udara dalam tanah berjalan dengan baik, dan pH tanah antara 6 – 7. Penelitian dan pengembangan tanaman sawi di dataran rendah. Umumnya ditanam pada jenis tanah Latosol dengan pH 6 serta dosis pupuk kandang minimum 20 ton/hektar. Berbagai literature ditemukan, sawi toleran terhadap kisaran pH 5,9 – 8,2 (Rekhina, 2012).

Sawi kaya akan sumber vitamin A, sehingga berdaya guna dalam upaya mengatasi masalah kekurangan vitamin A atau penyakit rabun ayam (*Xerophthalmia*) yang sampai kini menjadi masalah di kalangan anak balita. Kegunaan sawi untuk memperbaiki daya kerja buah pinggang. Kegunaan sawi sudah umum diawetkan dalam bentuk asinan. Sebagai sayuran daun, petsai, dan sawi kaya akan sumber vitamin dan mineral (Rekhina, 2012).

#### **D. Tinjauan Umum tentang Kromatografi Gas**

Kromatografi adalah suatu metode pemisahan campuran yang didasarkan pada perbedaan distribusi dari komponen-komponen campuran tersebut diantara dua fase yaitu fase diam dan fase gerak. Berdasarkan fase gerak yang digunakan, kromatografi dibedakan menjadi dua golongan besar yaitu kromatografi gas dan kromatografi cair (Mc. Nair & Miller, 1998 dalam Lie, 2011).

Kromatografi gas memegang peranan yang spesifik karena adanya detector yang selektif dan peka untuk senyawa halogen organik dan senyawa

organofosfat. Prinsip pemisahan kromatografi gas yaitu pemisahan senyawa yang mudah menguap dan stabil terhadap panas, bermigrasi melalui kolom yang mengandung fase diam dengan suatu kecepatan yang tergantung pada rasio distribusinya (Marzuki dkk, 2014).

Kromatografi gas merupakan metode yang dinamis untuk pemisahan senyawa-senyawa organik yang mudah menguap dan senyawa-senyawa gas anorganik dalam suatu campuran. Sampel yang mudah menguap akan bermigrasi melalui kolom yang mengandung fase diam dengan suatu kecepatan yang tergantung pada rasio distribusinya. Pada umumnya solute akan terelusi berdasarkan pada peningkatan titik didihnya dan afinitasnya terhadap fase diam. Fase gerak yang berupa gas akan mengelusi solute dari ujung kolom lalu menghantarkannya ke detector (Gandjar & Rohman, 2007 dalam Lie, 2011). Keefisienan kolom dapat diukur dari jumlah theoretical plate (N) atau HETP (*Height Equivalent of Theoretical Plate*), HETP yaitu panjang kolom yang diperlukan untuk tercapainya kesetimbangan komponen cuplikan (linarut) antara fase gerak dan fase diamnya. Efisiensi kolom semakin meningkat jika nilai HETP semakin kecil dan nilai N (jumlah lempengan teoritis) semakin besar (Gandjar & Rohman, 2007 dalam Lie, 2011).

Kromatografi gas jauh lebih unggul dibandingkan dengan teknik kromatografi lainnya dalam hal kecepatan, sensitivitas, dan spesifitas (misalnya penggunaan Mass Spectrometer pada teknik GC-MS sebagai detektor). Serta dapat digunakan dalam analisis kualitatif maupun kuantitatif terhadap mikrosampel yang berupa gas, zat padat atau zat cair, dan dalam hal tertentu



menghasilkan resolusi atau pemisahan yang lebih sempurna. Hal ini disebabkan karena metode kromatografi gas dapat memisahkan komponen-komponen dengan titik didih yang hampir sama. Banyaknya fase cair yang dapat digunakan sampai suhu 400°C menyebabkan kromatografi gas cair merupakan bentuk kromatografi gas yang paling serba guna, selektif dan lebih populer dibanding kromatografi gas padat. Kelemahan kromatografi gas adalah teknik ini terbatas pada zat yang mudah menguap dan harga instrumennya yang relatif lebih mahal (Gandjar & Rohman, 2007).

Kromatografi gas dapat digunakan untuk analisa kualitatif dan kuantitatif. Analisis kuantitatif dengan cara membandingkan waktu retensi dari komponen yang akan dianalisis dengan waktu retensi zat baku pembanding (standar) pada kondisi analisis yang sama, dan untuk analisis kuantitatif dilakukan dengan cara perhitungan relatif dan tinggi atau luas puncak kromatogram komponen yang dianalisis terhadap zat baku pembanding (standar) yang dianalisis (Johnson & Stevenson, 2001 dalam Lie, 2011).

Keuntungan dari kromatografi gas yaitu:

1. Proses analisisnya cepat, biasanya dalam hitungan menit
2. Efisien, resolusinya tinggi
3. Sensitive, dapat mendeteksi ppm (*part per million*) bahkan ppb (*part per billion*).
4. Analisis kuantitatif dengan akurasi yang tinggi.
5. Memerlukan sampel dalam jumlah kecil, umumnya dalam  $\mu$  l.
6. Handal dan relatif sederhana.

7. Tidak mahal.

Kerugian dari kromatografi gas yaitu:

1. Terbatas pada sampel-sampel yang mudah menguap.
2. Tidak sesuai untuk sampel yang termolabil.
3. Cukup sulit untuk preparasi sampel dalam jumlah besar.

Instrumentasi pada kromatografi gas memerlukan sistem tertutup sempurna kecuali pada tempat keluarnya gas, temperatur harus konstan dan dapat diatur dengan tepat, serta diperlukan perlengkapan pendeteksi dan perekam yang terpadu. Berikut ini bagian dari instrumen kromatografi gas cair (Gholib & Rahman, 2008):

1. Tangki gas pembawa

Tangki gas bertekanan tinggi berlaku sebagai sumber gas pembawa. Berbagai jenis gas yang dapat digunakan adalah nitrogen, helium, hidrogen, argon, dan karbondioksida. Kecepatan linear dari gas pembawa menentukan efisiensi kolom. Persyaratan untuk gas pembawa yaitu:

- a. *Inert* (lebam), untuk mencegah interaksi dengan cuplikan atau pelarut (fase diam) serta tidak beracun. Karena gas tersebut *inert* maka interaksi antara molekul gas dapat diabaikan, kecuali pada tekanan tinggi.
- b. Koefisien difusi sampel pada gas tersebut rendah.
- c. Kemurnian tinggi.
- d. Murah dan mudah diperoleh.

- e. Gas pembawa harus cocok dengan detektor yang digunakan. Misalnya detector pengantar panas TCD (*Thermal Conductivity Detector*) bekerja baik dengan gas pembawa ringan yaitu hydrogen atau helium. Detektor pengionan nyala FID (*Flame Ionization Detector*), biasanya menggunakan nitrogen, walaupun gas lain juga dapat dipakai.

## 2. Kolom

Aliran gas selanjutnya menemui kolom yang diletakkan dalam oven bertemperatur konstan. Di dalam kolom berlangsung pemisahan komponen campuran. Kolom bervariasi dalam hal ukuran dan bahan isian. Kolom dapat terbuat dari logam (tembaga, baja anti karat, aluminium) atau gelas. Gelas lebih disukai karena inert. Kolom dapat berbentuk lurus, bentuk U atau spiral (Ibnu Gholib & Abdul Rahman, 2008).

Fase diam dalam kromatografi gas cair adalah cairan, tetapi tidak dimasukkan begitu saja kedalam tabung. Cairan ini harus dimobilisasi sedapat mungkin dalam bentuk lapisan tipis diatas permukaan yang luas . temperatur maksimum yang dapat diberlakukan terhadap suatu kolom ditentukan oleh penguapan fase diamnya. Kolom pada kromatografi gas dikelompokkan kedalam dua kelompok utama, yaitu kolom yang terkemas (*packed column*) dan kolom kapiler (*capillary column*) atau kolom tabung terbuka (Darmono, 2008).

- a. Kolom yang terkemas mempunyai panjang antara 1 – 10 meter dengan diameter antara 3 – 10 mm atau sampai lebih dari 10 cm bagi kolom preparative. Kolom diisi dengan suatu material pendukung pada inert

yang dilapisi dengan suatu fase diam cair atau padat. Kolom ini mudah dibuat, tidak begitu mahal, awet, mempunyai kapasitas yang tinggi dan memadai untuk hampir segala macam pemisahan yang sangat sulit.

- b. Kolom kapiler (*capillary column*) atau kolom tabung terbuka panjangnya dapat mencapai 10 – 50 meter dengan diameter dalam sangat kecil yaitu 0,2 – 1,2 mm.

### 3. Detektor

Detektor berfungsi mendeteksi dan mengukur jumlah komponen yang terpisah yang terdapat dalam aliran gas pembawa yang meninggalkan kolom. Detektor akan mencetak hasil percobaan pada lembaran kertas berupa kumpulan puncak yang disebut kromatogram. Pemilihan detektor tergantung pada sifat dan konsentrasi komponen-komponen yang telah terpisah.

Detektor yang dikelompokkan sebagai detektor diferensiasi dan detektor integrasi. Detektor diferensiasi menghasilkan tanggapan yang berbanding lurus dengan konsentrasi senyawa atau kecepatan aliran seketika itu juga, biasanya digunakan untuk analisis kualitatif (Darmono, 2008).

### 4. Pengatur tekanan dan pengatur aliran

Pengatur tekanan digunakan untuk mengatur tekanan gas pembawa dan menjaga agar tekanan gas tersebut konstan. Sedangkan pengatur aliran digunakan untuk menjaga aliran gas pembawa konstan.

Aliran gas yang konstan sangat diperlukan pada kromatografi gas agar diperoleh hasil analisis yang memuaskan.

#### 5. Sistem injeksi sampel

Sampel harus dimasukkan kedalam kolom sekaligus, secepat mungkin dalam volume sekecil mungkin, berkisar 0,5 – 10  $\mu$ l. sampel diinjeksikan dengan suatu semprit (*syringe*) ke dalam gas, melalui suatu septum karet silikon kedalam kotak logam yang dipanaskan dengan pemanas listrik. Suhu tempat injeksi menentukan kecepatan cuplikan diuapkan. Tempat injeksi diatur pada suhu agak tinggi, untuk cuplikan yang tidak terurai kena panas, biasanya sekitar 50°C diatas suhu kolom, dimana sampel seketika menjadi uap dan segera masuk kedalam kolom untuk dibawa gas pembawa (*carier gas*).

#### 6. *Recorder* (perekam)

Kromatografi gas modern menggunakan komputer yang dilengkapi dengan perangkat lunaknya (*software*) untuk digitalisasi signal detektor; memfasilitasi pengaturan parameter instrumen; menampilkan kromatogram; merekam data kalibrasi, retensi, serta perhitungan-perhitungan dengan statistik; dan menyimpan data parameter analisis untuk analisis senyawa tertentu (Nazmatullaila, 2015)

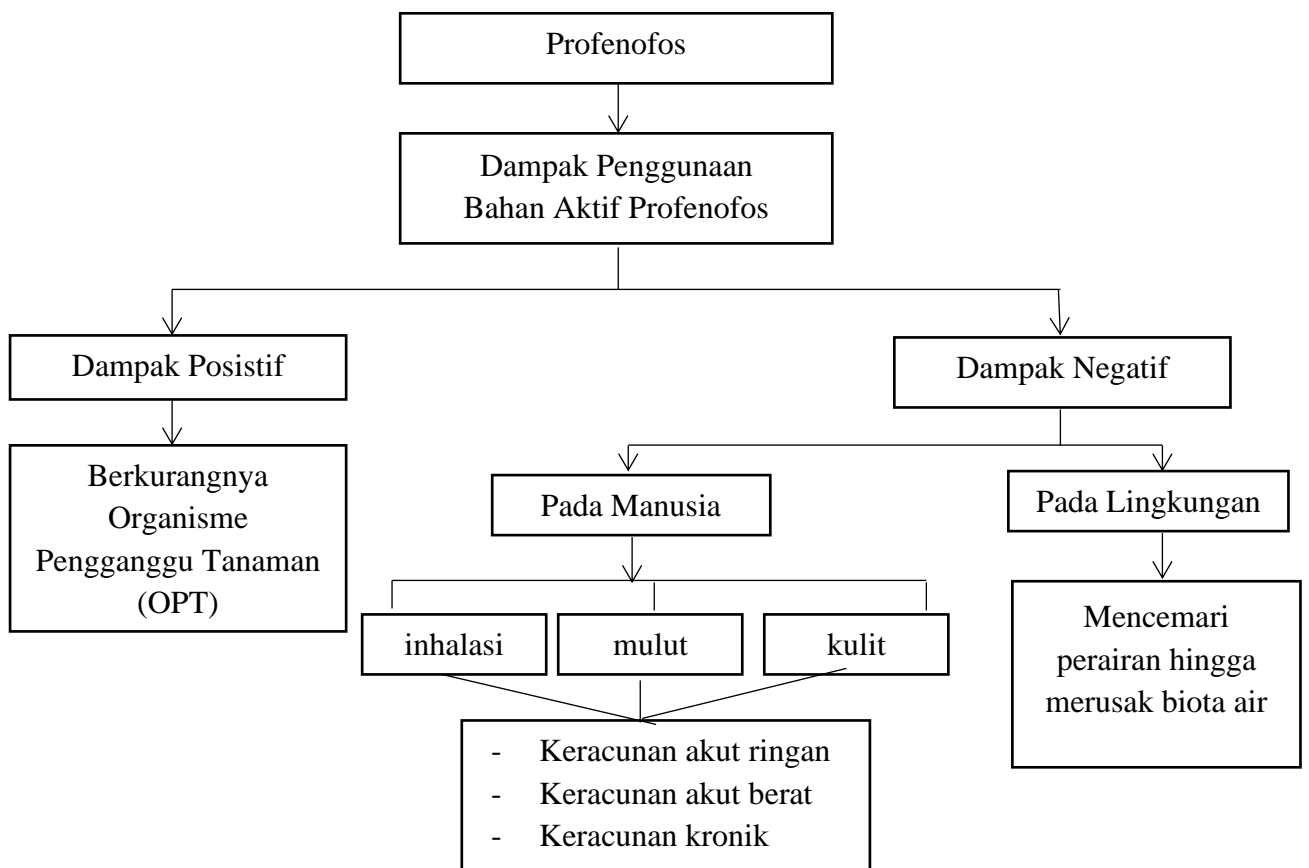
Perekam yang dihubungkan dengan bagian luar detektor berfungsi menghasilkan gambaran yang disebut kromatogram. Kromatogram yang dihasilkan dapat digunakan untuk analisis kualitatif dan analisis kuantitatif. Akurasi kromatogram pada suatu daerah pembaca

ditentukan oleh pemilihan pencatat sinyal (*recorder*). Kadang mutlak diperlukan penguatan sinyal. Kepekaan perekam adalah 10 mV dengan range 1 – 10 mV.

#### 7. Sistem pengolah data.

Peran pengolah data dilakukan oleh alat pengolah data (*data processor*) atau computer. Informasi yang diperoleh dapat dimanfaatkan untuk analisis kualitatif dan analisis kuantitatif.

### E. Kerangka Teori



Gambar 4. Kerangka Teori