

**PENENTUAN KADAR RESIDU PESTISIDA Klorpirifos DAN PENGARUH  
PENCUCIAN PADA CABAI, BUNCIS DAN SAWI PUTIH SERTA NILAI RISIKO  
KESEHATAN PADA MANUSIA**

***DETERMINATION OF CHLORPYRIFOS PESTICIDE RESIDUE CONTENT AND THE  
EFFECT OF WASHING ON CHILI, BEANS AND WHITE POOL AND THE VALUE OF  
HEALTH RISK IN HUMAN***

Zilfa\*, Yulizar Yusuf, Mitha Angreini Putri, Fheiza Heysa

Laboratorium Kimia Analisis Terapan  
Departemen Kimia FMIPA Universitas Andalas  
Kampus Limau Manis Padang 25163

\*e-mail korespondensi: [zilfa@sci.unand.ac.id](mailto:zilfa@sci.unand.ac.id)

**Abstrak**

Sayuran merupakan bahan pangan yang digemari masyarakat untuk dikonsumsi karena banyak mengandung nutrisi. Cabai (*Capsicum annum* L.), buncis (*Phaseolus vulgaris* L), sawi putih (*Brassica pekinensia* L) termasuk sayuran yang dapat diolah menjadi berbagai olahan sayuran yang lezat maupun dimakan sebagai lalapan. Untuk memperoleh tanaman sayuran yang subur diperlukan pestisida untuk membasmi hama yang dapat merusak sayuran. Salah satu pestisida yang banyak digunakan yaitu klorpirifos yang dapat meninggalkan residu sehingga menyebabkan risiko akut dan kronis pada kesehatan, oleh sebab itu perlu dilakukan analisis mengenai kadar residu pestisida klorpirifos pada sayuran. Kadar residu pestisida klorpirifos ditentukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 230 nm menggunakan pelarut diklorometana dan analisis kualitatif menggunakan HPLC dengan membandingkan waktu retensi larutan standar dan sampel sayuran. Pada penelitian ini dilakukan pencucian pada sayuran menggunakan diklorometana, akuades, air sumur dan air PDAM untuk melihat pengaruh pencucian terhadap kadar residu pestisida yang terkandung. Konsentrasi residu pestisida pada sayuran yang tidak dicuci yaitu cabai ( $2,6680 \pm 0,0214$  mg/kg), buncis ( $2,4658 \pm 0,0193$  mg/kg), dan sawi putih ( $2,7950 \pm 0,0379$  mg/kg). Proses pencucian pada sayuran dilakukan tiga kali untuk masing-masing pelarut. Pencucian tiga kali menggunakan diklorometana dan akuades, didapatkan bahwa residu pestisida sudah tidak terdeteksi, sedangkan pencucian menggunakan air PDAM dan air sumur masih menyisakan residu pada sayuran tetapi kadarnya sangat kecil dibandingkan nilai Batas Maksimum Residu (BMR). Pada perhitungan nilai resiko kesehatan diperoleh nilai aHQ dan cHQ <1 yang menunjukkan bahwa konsumsi batas yang dianjurkan dari sampel penelitian ini tidak menimbulkan risiko kesehatan baik jangka pendek maupun jangka panjang.. Penelitian ini memberikan informasi bahwa perlu pencucian berulang kali untuk menghilangkan kadar residu pestisida pada sayuran sebelum dikonsumsi.

**Kata kunci:** Residu pestisida, pencucian sayuran, cabai, buncis, sawi putih, risiko kesehatan manusia

**Abstract**

Vegetables are favored and consumed by people because they contain many nutrients. Chili (*Capsicum annum* L.), beans (*Phaseolus vulgaris* L.), chicory (*Brassica pekinensia* L.) are types of vegetables that can be processed into various dishes or eaten as fresh vegetables. In order to obtain a fertile vegetable crop, pesticides are needed to get rid of pests that can damage vegetables. One of the widely used pesticides is chlorpyrifos which can leave residues that cause acute and chronic health risks, Therefore, an analysis was carried out regarding the residual levels of chlorpyrifos pesticide in vegetables using a UV-Vis spectrophotometer at a wavelength of 230 nm with dichloromethane solvent and qualitative analysis using HPLC by comparing the retention time of standard solutions and samples. In this research, vegetables were washed using dichloromethane, distilled water, well water and PDAM water to see the effect of washing on the levels of pesticide residues contained. Pesticide residue concentrations in unwashed vegetables were chili ( $2.6680 \pm 0.0214$  mg/kg), beans ( $2.4658 \pm 0.0193$  mg/kg), and chicory ( $2.7950 \pm 0.0379$  mg/kg). The washing process on vegetables was carried out three times

for each solvent. Washing three times using dichloromethane and aquadest, it was found that pesticide residues were no longer detected, while washing using PDAM water and well water still left residues on vegetables but the levels were very small compared to the BMR value. For the determination of health risk values, the aHQ and cHQ values are smaller than 1, indicating that the samples in this study do not pose a short-term or long-term health risk if consumed within recommended limits.

**Keywords:** Pesticide residues, vegetable leaching, human health risk, Chili, beans, chicory.

## PENDAHULUAN

Pestisida adalah zat yang digunakan untuk mengendalikan, mengusir atau memberantas organisme yang dapat merusak tanaman. Penggunaan pestisida di Indonesia terbilang tinggi karena Indonesia merupakan negara agraris yang bergantung pada sektor pertanian. Penggunaan pestisida selain menguntungkan petani, juga dapat merugikan. Penggunaan pestisida yang tidak sesuai dapat menimbulkan efek samping yang serius. Pestisida dapat masuk ke jaringan buah-buahan dan sayur-sayuran, kemudian tertinggal dalam bentuk residu sehingga dapat menyebabkan kontaminasi pada buah-buahan dan sayur-sayuran yang berpotensi membahayakan kesehatan manusia. Berdasarkan laporan tahunan Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia (BPOM RI), teridentifikasi 334 kasus keracunan pestisida secara nasional pada tahun 2019, yang 147 di antaranya disebabkan oleh pestisida yang digunakan di bidang pertanian (Rahmadani, 2023) (Ferrer et al., 2005).

Jenis pestisida yang umum digunakan Indonesia merupakan golongan organoklorin, organofosfat, dan karbamat. Beberapa pestisida organofosfat, seperti malation, metil paration, dan klorpirifos, dapat bereaksi dengan reagen pengoksidasi yang hasilnya lebih toksik dibandingkan pestisida induknya. Klorpirifos merupakan salah satu golongan pestisida organofosfat yang telah banyak digunakan untuk mengendalikan berbagai hama sayuran dan dalam banyak kasus telah menggantikan pestisida organoklorin. Klorpirifos bekerja dengan menghambat kolinesterase dan bertanggung jawab atas potensi toksisitasnya terhadap manusia (Stachniuk & Fornal, 2016).

Cabai merupakan salah satu hasil pertanian yang hampir setiap hari dikonsumsi masyarakat sebagai pelengkap masakan. buncis dan sawi putih juga merupakan sayuran yang dapat diolah menjadi berbagai macam masakan dan dapat dimakan sebagai lalapan maupun sebagai campuran dalam berbagai masakan. Namun salah satu kendala dalam peningkatan mutu dan hasil sayuran tersebut adalah serangan hama tanaman

atau penyakit pada daun dan batang tanaman, sehingga memerlukan penggunaan pestisida untuk membasmi hama tersebut (Stachniuk & Fornal, 2016).

Penggunaan pestisida yang tidak tepat dan tidak sesuai aturan dapat meninggalkan residu. Residu pestisida dapat menimbulkan dampak tidak langsung terhadap orang yang mengonsumsinya, namun dalam jangka panjang dapat menimbulkan gangguan kesehatan seperti gangguan saraf dan sistem metabolisme. Residu pestisida yang terbawa dalam makanan dapat menumpuk di jaringan tubuh yang mengandung lemak. Penumpukan residu pestisida dalam tubuh manusia dapat merusak fungsi hati, ginjal, dan sistem saraf, serta menurunkan imunitas tubuh. Menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), terpapar residu pestisida dapat terkena dampak yang sangat fatal seperti kanker, kecacatan, infertilitas dan penyakit hati. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis kadar residu pestisida pada sayuran cabai, buncis dan sawi putih untuk mengetahui apakah kadar residunya melewati batas maksimum residu (BMR) pestisida tersebut (Munarso et al., 2009). Metode penghilangan yang tepat harus digunakan untuk menghilangkan residu pestisida pada cabai, buncis, dan sawi putih yang merupakan ancaman serius bagi kesehatan manusia. Salah satu metode yang digunakan untuk penghilangan residu pestisida pada sayuran yaitu proses pencucian. Berdasarkan hal di atas maka dilakukan analisis mengenai penentuan kadar residu pestisida klorpirifos dan pengaruh pencucian terhadap kandungan residu pestisida pada cabai, buncis dan sawi menggunakan metoda spektrofotometer UV-Vis untuk analisis kuantitatif dan HPLC untuk analisis kualitatif serta menghitung nilai risiko kesehatan terhadap manusia.

## METODE PENELITIAN

### Bahan kimia

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sampel cabai, buncis dan sawi putih, pestisida klorpirifos 90,59%, metanol p.a (Merck), diklorometana p.a (Merck), n-heksana (Merck), asetonitril p.a (Merck), larutan buffer pH 7 (Merck), akuades, kertas saring Whatman no. 42, dan aluminium foil.

### Peralatan

Peralatan yang digunakan pada penelitian yaitu seperangkat alat spektrofotometer UV-Vis (Genesys 10S UV-Vis), HPLC (Shimadzu Corp17844), neraca analitik (Kern Alj 220-4M) lumpang dan alu, pisau, bola hisap, dan peralatan gelas(pyrex)

### Prosedur Penelitian

#### Pengambilan Sampel Sayuran

Sebelum pengambilan sampel, peneliti meminta informasi kepada petani terhadap jenis pestisida yang digunakan pada sayuran cabai, buncis dan sawi putih. Sampel diperoleh di Nagari Paninjauan, Kecamatan X Koto, Kabupaten Tanah Datar, Provinsi Sumatera Barat. Luas area kebun 50 m<sup>2</sup> untuk masing-masing sayuran. Sampel cabai, buncis dan sawi putih diambil secara acak dan dikumpulkan sampai jumlah yang dibutuhkan lalu sampel dibungkus menggunakan aluminium foil dan disimpan dalam wadah yang tertutup.

#### Pembuatan larutan standar pestisida klorpirifos

Larutan induk klorpirifos 100 mg/L dibuat dengan cara memipet 1,1 mL klorpirifos 90,59% dan diencerkan dalam labu ukur 10 mL menggunakan diklorometana hingga tanda batas. Variasi larutan standar pestisida klorpirifos (0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0 mg/L) dibuat dengan memipet larutan induk 100 mg/L sebanyak 0 mL; 0,2 mL; 0,4 mL; 0,6 mL; 0,8mL; 1 mL kedalam labu ukur 100 mL dan diencerkan sampai tanda batas menggunakan diklorometana.

#### Penentuan Serapan Maksimum Klorpirifos

Larutan Standar pestisida klorpirifos dengan berbagai variasi konsentrasi dimasukkan kedalam kuvet dan ditentukan panjang gelombang maksimumnya rentang 200-400 nm.

#### Penentuan Pengaruh Pelarut Terhadap Kelarutan Klorpirifos

Klorpirifos 90,59% dipipet 1,1 mL dilarutkan menggunakan diklorometana dalam labu ukur 10 mL. Larutan klorpirifos 100 mg/L dibuat menjadi 1 mg/L dengan memipet 1 mL larutan klorpirifos 100 mg/L ke dalam labu ukur 100 mL dan diencerkan dengan diklorometana, kemudian diukur absorban pada panjang gelombang maksimum dengan spektrofotometer UV-Vis. Perlakuan yang sama dilakukan pada pelarut akuades, metanol, n-Heksana dan asetonitril.

### Perlakuan Sampel

#### Sampel Sayuran Tanpa Pencucian

Sampel cabai ditimbang 15,0000 g lalu dihaluskan menggunakan lumpang dan alu, kemudian dimasukkan kedalam gelas piala, setelah itu ditambahkan 50 mL diklorometana. Sampel cabai yang telah diekstrak disaring menggunakan kertas saring whatman no.42 dan ditampung dengan labu ukur 50 mL kemudian dicukupkan hingga tanda batas. Perlakuan serupa dilakukan pada buncis dan sawi putih dengan masing-masing perlakuan dilakukan tiga kali pengulangan (triplo).

#### Sampel Sayuran Dengan Pencucian

##### Air Cucian Sampel

Sampel cabai ditimbang 15,0000 g dimasukkan kedalam gelas piala, kemudian dilakukan pencucian dengan penambahan 50 mL akuades lalu diaduk selama 1 menit, setelah itu disaring dan air cucian ditandai sebagai air cucian pertama. Sayuran cabai tersebut dicuci kembali dengan perlakuan yang sama hingga diperoleh air cucian kedua dan ketiga. Perlakuan serupa dilakukan pada buncis dan sawi putih dengan variasi pencucian menggunakan diklorometana, air PDAM dan air sumur yang dilakukan dengan tiga kali pengulangan (triplo).

#### Sampel Sayuran Setelah Pencucian

Sampel cabai, buncis, dan sawi putih yang telah dicuci tiga kali menggunakan akuades masing-masing dihaluskan menggunakan lumpang dan alu kemudian dimasukkan kedalam gelas piala lalu dilarutkan menggunakan diklorometana sebanyak 50 mL. Ekstrak disaring dan filtrat ditampung pada labu ukur 50 mL dan dicukupkan hingga tanda batas. Perlakuan serupa dilakukan pada sampel cabai, buncis dan sawi putih yang telah dicuci tiga kali sebelumnya menggunakan pelarut air PDAM, air sumur dan diklorometana.

#### Analisis kualitatif Pestisida Klorpirifos Pada Sayuran menggunakan HPLC

Larutan ekstrak dari masing-masing sayuran dan larutan standar klorpirifos 1 mg/L diinjeksikan kedalam alat HPLC dengan fase diam kolom ODS-C18 dengan fase gerak air:metanol (70:30) dengan pH 7. Volume injeksi yang digunakan yaitu 10 µL dengan laju alir 0,5 mL/menit.

#### Analisis Data

Berdasarkan data absorban yang diperoleh dari larutan standar, dibuat kurva kalibrasi dan

dihitung persamaan regresi linear dengan persamaan sebagai berikut:

$$Y = a + bx$$

Keterangan:

b = Kemiringan (slope)

a = Konstanta (intersep)

x = variabel bebas

y = variabel terikat

Perhitungan LoD dan LoQ dapat dilakukan

dengan rumus dibawah ini:

$$SD \frac{x}{y} = SE \text{ intercept} \times \sqrt{N}$$

$$LoD = \frac{3 \times SD \frac{y}{x}}{\text{slope}}$$

$$LoQ = \frac{10 \times SD \frac{y}{x}}{\text{slope}}$$

Keterangan :

SE intercept = Standard error of intercept

N = Jumlah data

### Penentuan Nilai Risiko Kesehatan Manusia

#### Acute/short-term HQ assessment (aHQ)

$$aHQ = \frac{ESTI}{ARfD} \times 100\%$$

$$ESTI = \frac{\text{tingkat residu tertinggi} \times \text{konsumsi makanan}}{\text{berat badan}}$$

Keterangan:

ESTI = perkiraan asupan jangka pendek

ARfD = dosis referensi akut

#### Chronic/long-term HQ assessment (cHQ)

$$cHQ = \frac{EDI}{ADI} \times 100\%$$

$$EDI = \frac{\text{Rata-rata tingkat residu} \times \text{konsumsi makanan}}{\text{berat badan}}$$

Keterangan:

EDI = Perkiraan asupan harian

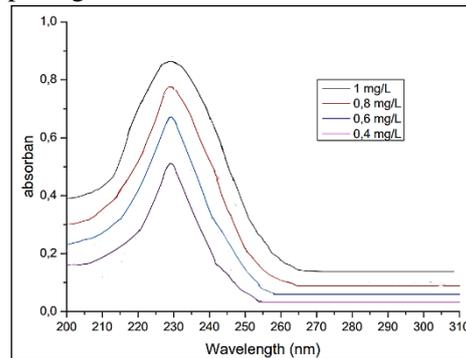
ADI = asupan harian yang dapat diterima

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengukuran Serapan Maksimum

Pengukuran serapan klorpirifos dilakukan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis untuk memperoleh spektrum serapan. Penentuan spektrum serapan ini dilakukan pada daerah UV yaitu rentang panjang gelombang 200-400 nm.

Spektrum serapan klorpirifos ini dapat dilihat pada gambar 3.1

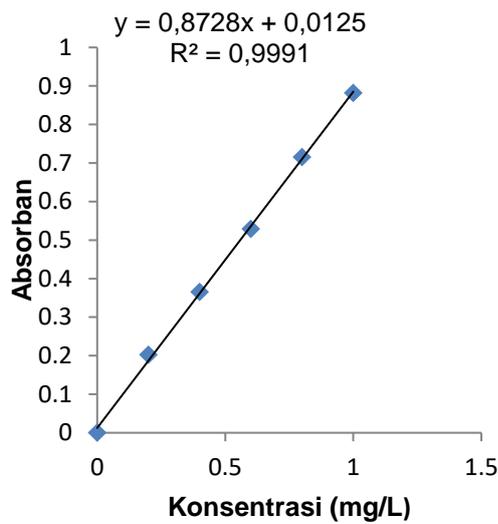


**Gambar 3.1** Spektra serapan maksimum Klorpirifos

Larutan standar klorpirifos yang digunakan untuk menentukan spektrum serapan yaitu larutan dengan konsentrasi 0,4; 0,6; 0,8; dan 1 mg/L. Berdasarkan gambar 4.1 dapat dilihat bahwa hanya satu spektrum serapan yang muncul yaitu berada pada panjang gelombang 230 nm. Pada penelitian panggabean, S.A (2016) mengenai penentuan kadar residu pestisida klorpirifos, analisis residu pestisida dilakukan pada panjang gelombang maksimum klorpirifos yaitu 230 nm(Panggabean et al., 2019).

### 3.1 Pembuatan Kurva Kalibrasi standar Klorpirifos

Sebelum analisis sampel dilakukan, analisis terlebih dahulu dilakukan pada standar untuk menguji linearitasnya. Uji linearitas diperlukan untuk mengevaluasi kemampuan standar, sehingga dapat membuktikan adanya hubungan linear antara konsentrasi analit dengan respons detektor sebelum dilakukan analisis pada sampel. Linearitas standar dicapai melalui pembuatan kurva standar, yang dilakukan dengan menganalisis deret standar pestisida menggunakan spektrofotometer UV-Vis(Damaiyanti et al., 2020).



**Gambar 3.2** Kurva kalibrasi klorpirifos  
 Pada kurva kalibrasi yang terdapat pada gambar 3.2 dapat dilihat hubungan kelinearan antara konsentrasi dan absorban yang akan menghasilkan persamaan regresi dan nilai koefisien determinasi. Hukum lambert beer yang menyatakan bahwa konsentrasi dan absorban berbanding lurus. Linearitas kurva kalibrasi yang baik berarti hubungan antara absorban dan konsentrasi adalah linier artinya absorban meningkat sebanding dengan meningkatnya konsentrasi analit(Ahriani et al., 2021). Kurva kalibrasi yang baik akan memberikan nilai koefisien korelasi yang mendekati 1. Kurva kalibrasi yang terdapat pada gambar 4.2 menghasilkan persamaan regresi  $y = 0,8728x + 0,0125$  dengan nilai  $R^2 = 0,9991$ , sehingga berdasarkan nilai ini dapat diketahui bahwa kurva kalibrasi memiliki linearitas yang baik.

**Pengaruh Pelarut terhadap Kelarutan Pestisida Klorpirifos**

Dalam penentuan kadar residu pestisida klorpirifos pada sampel cabai, buncis, dan sawi putih, terlebih dahulu dilakukan penentuan pelarut yang dapat melarutkan pestisida klorpirifos dengan maksimal. Dalam penentuan pelarut terbaik ini, terlebih dahulu dibuat larutan standar pestisida klorpirifos 1 mg/L didalam 5 pelarut berbeda yaitu akuades, metanol, asetonitril, diklorometana, dan n-Heksana. Untuk menentukan pelarut yang dapat melarutkan pestisida klorpirifos secara maksimal dapat dilihat dari konsentrasi pestisida klorpirifos dari masing-masing pelarut. Konsentrasi klorpirifos didalam masing-masing jenis pelarut yang diukur

menggunakan spektrofotometer UV-Vis dapat dilihat pada tabel 3.1

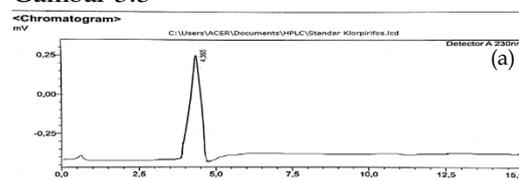
**Tabel 3.1** Konsentrasi klorpirifos berdasarkan jenis pelarut (n=3)

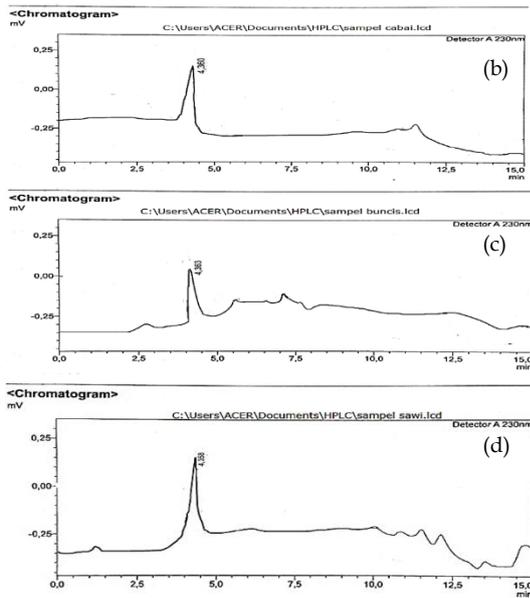
Jenis Pelarut	Absorban Rata-rata	Konsentrasi Rata-rata
Asetonitril	0,5367	0,6006 ± 0,0632
Metanol	0,6220	0,6983 ± 0,0751
Akuades	0,6943	0,7812 ± 0,1840
n-Heksana	0,7297	0,8217 ± 0,0926
<b>Diklorometana</b>	<b>0,8760</b>	<b>0,9966 ± 0,0749</b>

Klorpirifos merupakan pestisida yang larut dalam pelarut organik dibandingkan dalam air. Untuk menentukan pelarut organik yang baik dalam melarutkan klorpirifos maka dipilih pelarut organik yang berbeda sifat kepolarannya. Berdasarkan tabel 4.1 diatas jenis pelarut yang dapat melarutkan klorpirifos dengan baik yaitu diklorometana. Hal ini dapat dilihat dari nilai absorban dan konsentrasi yang lebih tinggi pada pelarut diklorometana dibandingkan dengan pelarut organik lainnya. Menurut Panggabean, S.A (2016) berdasarkan penelitian yang telah dilakukannya bahwa diklorometana dapat melarutkan klorpirifos dengan baik dikarenakan tingkat kepolaran klorpirifos yang hampir sama dengan dengan diklorometana(Panggabean et al., 2019).

**Analisa Kualitatif Pestisida Klorpirifos**

Analisa kualitatif untuk penentuan residu pestisida klorpirifos dilakukan dengan metode HPLC. Kolom yang digunakan pada HPLC yaitu kolom ODS-C18 yang berfungsi sebagai fasa diam yang bersifat nonpolar. Fasa gerak yang digunakan yaitu air : metanol (70:30) pada pH 7. Analisis dilakukan pada λmaks 230 nm dengan laju alir 10 µL. Kromatogram dapat dilihat pada Gambar 3.3





**Gambar 3.3** Kromatogram HPLC (a)larutan standar 1 mg/L, (b)sampel cabai, (c) sampel buncis; (d)sampel sawi putih

Pada gambar 4.3 terdapat 4 kromatogram yaitu kromatogram larutan standar dan kromatogram sampel sayuran. Standar klorpirifos 1 mg/L memiliki waktu retensi 4,365 menit, semua sampel positif mengandung pestisida klorpirifos hal ini dikarenakan waktu retensi yang dimiliki cabai, buncis, dan sawi putih sama dengan waktu retensi larutan standar. Berdasarkan kromatogram pada sampel sayuran dapat dilihat masih terdapat puncak lain yang merupakan senyawa lain yang terdapat pada sampel.

**Kadar Residu Pestisida Klorpirifos Pada Sayuran Tanpa Pencucian**

Penentuan kandungan residu pestisida klorpirifos dalam sampel sayuran cabai, buncis dan sawi dilakukan dengan variasi yaitu sampel tidak dicuci dan sampel yang telah dicuci menggunakan diklorometana, akuades, air PDAM dan air sumur. Kadar residu pestisida klorpirifos tanpa pencucian dapat dilihat pada tabel 3.2

**Tabel 3.1** Konsentrasi pestisida klorpirifos pada sayuran tanpa pencucian (n=3)

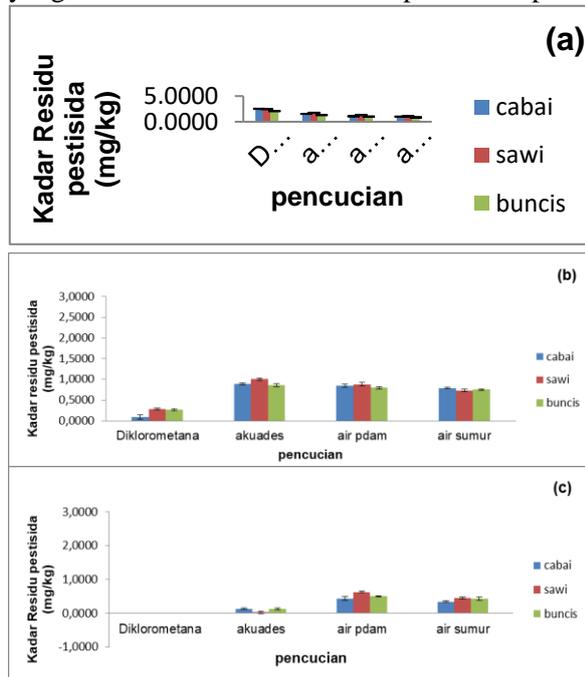
Sayuran	Konsentrasi residu pestisida (mg/kg)	Batas Maksimum Residu (BMR) (mg/kg)
Cabai	2,6680±0,0214	0,5
Buncis	2,4658±0,0193	1
Sawi putih	2,7950±0,0379	1

Analisis total residu pestisida pada sampel sayuran dilarutkan menggunakan pelarut diklorometana karena diklorometana merupakan pelarut terbaik dalam melarutkan pestisida klorpirifos. Berdasarkan tabel 4.2 dapat dilihat bahwa rata-rata konsentrasi residu pestisida pada sayuran cabai, buncis, dan sawi melebihi nilai batas maksimum residu pestisida yang ditetapkan SNI 7313:2008. Hal ini menunjukkan bahwa petani menggunakan dosis pestisida yang cukup tinggi yang dibuktikan dengan berlebihnya kadar residu pestisida klorpirifos dalam sampel, sehingga harus dipertimbangkan lagi dalam mengonsumsinya karena akan berisiko bagi kesehatan apabila terakumulasi didalam tubuh. Kumari (2019) menyatakan bahwa konsentrasi residu pestisida klorpirifos lebih tinggi pada sayuran yang langsung diambil dari pertanian dibandingkan dengan yang berada di pasar dan supermarket, hal ini disebabkan karena pemrosesan seperti pencucian dan pembuangan bagian sayuran yang tidak diinginkan(Kumari & John, 2019).

**Kadar Residu Pestisida Klorpirifos Pada Sayuran Setelah Pencucian**

Bhanti (2005) melakukan penelitian bahwa sayuran yang terkena air hujan selama musim hujan memiliki kontaminasi residu pestisida yang sangat rendah(Bhanti & Taneja, 2005). Menurut Saiya, A (2017) berdasarkan penelitian yang telah dilakukannya, mencuci sayuran dapat mengurangi residu pestida klorpirifos pada sayuran. Pencucian merupakan metode yang paling umum digunakan untuk menghilangkan residu pestisida pada sayuran sebelum dikonsumsi(Abdon Saiya, Dokri Gumolung, 2017). Pada penelitian ini dilakukan pencucian menggunakan akuades, air sumur dan air PDAM yang ditujukan karena masyarakat menggunakan air PDAM dan air sumur untuk pencucian sayur serta dilakukan juga pencucian menggunakan diklorometana sebagai pembanding karena

merupakan pelarut terbaik dalam melarutkan pestisida klorpirifos. Untuk kadar residu pestisida yang terlarut dalam air cucian dapat dilihat pada



**Gambar 3.4** Diagram kadar residu pestisida terlarut pada air cucian sayuran (a)air cucian pertama, (b)air cucian kedua, (c)air cucian ketiga Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Al-taher (2013) bahwa mencuci sayuran dengan menggunakan air dapat mengurangi tingkat kontaminasi residu pestisida sebesar 40-90%(Al-Taher et al., 2013). Pada penelitian ini proses pencucian pada masing-masing sampel sayuran dilakukan tiga kali untuk melihat pengurangan residu pestisida pada sayuran setelah proses pencucian dikarenakan menurut saiya, A. (2017), proses pencucian yang dilakukan sekali pada sayuran tidak dapat menghilangkan residu pestisida secara sempurna(Abdon Saiya, Dokri Gumolung, 2017). Berdasarkan gambar 4.4 tersebut dapat dilihat bahwa air PDAM dapat melarutkan pestisida lebih baik dibandingkan dengan air sumur. Kemampuan air dalam melarutkan pestisida seperti klorpirifos dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk pH, kandungan mineral, dan bahan organik dalam air. Residu pestisida yang tertinggal pada sayuran setelah mengalami proses pencucian tiga kali untuk masing–masing pelarut dapat dilihat pada tabel 3.3

**Tabel 3.3** Sisa residu pestisida pada sayuran setelah mengalami pencucian 3 kali dengan 4 jenis pelarut

pencucia n	Rata-rata Konsentrasi (mg/kg)
------------	-------------------------------

	Cabai	Buncis	Sawi putih
Tanpa pencucian	2,6680± 0,0214	2,4658± 0,0193	2,7950± 0,0379
DCM	ND	ND	ND
Akuades	ND	ND	ND
Air PDAM	0,0572± 0,0111	0,0347± 0,0210	0,0668± 0,0326
Air Sumur	0,2367± 0,0168	0,1904± 0,01537	0,2390± 0,0210
<b>SNI 7313:200 8 (BSN 2008)</b>	<b>0,5 mg/kg</b>	<b>1 mg/kg</b>	<b>1 mg/kg</b>

Pencucian menggunakan air sumur dan air PDAM dapat mengurangi residu pestisida klorpirifos yang terkandung pada sayuran, hal ini dikarenakan klorpirifos merupakan pestisida nonsistemik dimana hanya bekerja pada permukaan tanaman dan pestisida ini tidak dapat masuk kedalam jaringan tanaman, tetapi hanya menempel pada permukaan tanaman, selain itu proses pencucian dapat membuat senyawa klorpirifos terhidrolisis menjadi senyawa yang lebih sederhana dan juga menghilangkan butiran debu atau tanah yang sebelumnya mengikat residu pestisida(Kasim, 2016). Berdasarkan tabel 4.3 dapat dilihat bahwa sayuran cabai, buncis dan sawi putih yang telah dicuci tiga kali menggunakan diklorometana dan akuades sudah tidak terdeteksi kadar residu pestisida klorpirifos. Sisa residu pestisida yang tersisa pada sayuran setelah pencucian menggunakan air PDAM lebih sedikit dibandingkan dengan kadar residu pestisida yang tertinggal pada sayuran setelah dicuci dengan air sumur. Secara umum, Air sumur lebih banyak mengandung mineral-mineral dibandingkan air PDAM, Hal ini disebabkan oleh proses pengolahan air PDAM yang menghilangkan mineral-mineral pada air(Kencanawati & Mustakim, 2017).

**3.2 Nilai Risiko Kesehatan Manusia**

Konsumsi sayuran yang terkontaminasi pestisida memiliki nilai resiko kesehatan akut yang dapat ditentukan dengan acute/short-term Hazard Quotient assessment (aHQ), dan risiko kesehatan kronis yang dapat ditentukan dengan nilai chronic/long-term Hazard Quotient (cHQ) yang merupakan ketentuan dari EFSA (The European Food Safety Authority). Untuk nilai aHQ dan cHQ dapat dilihat pada tabel

3.4 dan tabel 3.5

**Tabel 3.2** Nilai aHQ pada sampel cabai, buncis, dan sawi

Berat Badan	Nilai aHQ		
	Cabai	Buncis	Sawi
35-40	0,00370	0,00178	0,00236
41-46	0,00319	0,00153	0,00203
47-52	0,00280	0,00134	0,00178
53-58	0,00250	0,00120	0,00159
59-64	0,00225	0,00108	0,00143
65-70	0,00205	0,00098	0,00131

**Tabel 3.3** Nilai cHQ pada sampel cabai, buncis, dan sawi

Berat Badan	Nilai cHQ		
	Cabai	Buncis	Sawi
35-40	0,0370	0,0178	0,0236
41-46	0,0319	0,0153	0,0203
47-52	0,0280	0,0134	0,0178
53-58	0,0250	0,0120	0,0159
59-64	0,0225	0,0108	0,0143
65-70	0,0205	0,0098	0,0131

Berdasarkan tabel 4.3 dan 4.4 juga dapat dilihat bahwa semakin berat badan manusia maka resiko kesehatan terhadap paparan residu pestisida akan semakin kecil. Pada penelitian ini dapat dilihat bahwa konsentrasi residu pestisida yang terkandung dalam sayuran melebihi ambang batas tetapi tidak menimbulkan resiko kesehatan jangka pendek maupun jangka panjang, hal ini dikarenakan HQ tidak hanya bergantung pada konsentrasi pestisida saja tetapi juga pada berat badan rata-rata dan jumlah makanan yang dikonsumsi (Bhandari et al., 2019).

Unsur	Kadar (%)	
	Sebelum Adsorpsi	Setelah Adsorpsi
Fe	2,463	2,983
Zn	0,132	5,124
Pb	-	0,463

### KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa sampel cabai, buncis, dan sawi putih mengandung residu pestisida klorpirifos. Konsentrasi residu pestisida yang terkandung melebihi batas maksimum residu pestisida pada sampel cabai, buncis dan sawi putih yang tidak dicuci terlebih dahulu. Konsentrasi residu pestisida yang terkandung setelah mengalami proses pencucian tiga kali sangat kecil dibandingkan nilai Batas Maksimum Residu Pestisida sehingga dapat disimpulkan bahwa dalam mengonsumsi sayuran perlu dicuci berulang kali terlebih dahulu untuk menghilangkan residu pestisida yang terkandung. Penilaian resiko kesehatan manusia diperoleh nilai aHQ dan cHQ untuk sampel cabai, buncis, dan sawi kecil dari satu yang menunjukkan bahwa sampel pada penelitian ini tidak menimbulkan resiko kesehatan jangka pendek maupun jangka panjang.

### DAFTAR RUJUKAN

- Abdon Saiya, Dokri Gumolung, D. H. (2017). *ANALISIS RESIDU KLORPIRIFOS DALAM SAYURAN KUBIS DENGAN METODE HPLC DI BEBERAPA PASAR TRADISIONAL DI SULAWESI UTARA*. 18(2).
- Ahriani, Zelviani, S., Hernawati, & Fitriyanti. (2021). Analisis nilai untuk menentukan kadar flavonoid daun jarak merah (*Jatropha gossypifolia* L.) menggunakan spektrofotometer UV-Vis. *Jurnal Fisika Dan Terapannya*, 8(2), 56–64. <https://doi.org/10.24252/jft.v8i2.23379>
- Al-Taher, F., Banaszewski, K., Jackson, L., Zweigenbaum, J., Ryu, D., & Cappozzo, J. (2013). Rapid method for the determination of multiple mycotoxins in wines and beers by LC-MS/MS using a stable isotope dilution assay. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(10), 2378–2384. <https://doi.org/10.1021/jf304729f>
- Bhandari, G., Zomer, P., Atreya, K., Mol, H. G. J., Yang, X., & Geissen, V. (2019). Pesticide residues in Nepalese vegetables and potential health risks. *Environmental Research*, 172(December 2018), 511–521. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.03.002>
- Bhanti, M., & Taneja, A. (2005). Monitoring of

- organochlorine pesticide residues in summer and winter vegetables from Agra, India - A case study. *Environmental Monitoring and Assessment*, 110(1-3), 341-346. <https://doi.org/10.1007/s10661-005-8043-6>
- Damaiyanti, D., Yulianty, R., Marzuki, A., Kasim, S., & Rante, H. (2020). ANALISIS RESIDU PESTISIDA KLORPIRIFOS PADA CABAI (*Capsicum* sp.) DARI DESA BUNGIN KECAMATAN BUNGIN KABUPATEN ENREKANG. *Majalah Farmasi Dan Farmakologi*, 23(3), 106-108. <https://doi.org/10.20956/mff.v23i3.9401>
- Ferrer, I., García-Reyes, J. F., Mezcua, M., Thurman, E. M., & Fernández-Alba, A. R. (2005). Multi-residue pesticide analysis in fruits and vegetables by liquid chromatography-time-of-flight mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1082(1 SPEC. ISS.), 81-90. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2005.03.040>
- Kasim, K. P. (2016). Analisis Kadar Residu Pestisida klorpirifos. *Media Kesehatan Politeknik Kesehatan Makassar*, XI(2), 21-29.
- Kencanawati, M., & Mustakim. (2017). Analisis Pengolahan Air Bersih Pada WTP PDAM Prapatan Kota Balikpapan. *Jurnal TRANSUKMA*, 02(02), 2502-1028.
- Kumari, D., & John, S. (2019). Health risk assessment of pesticide residues in fruits and vegetables from farms and markets of Western Indian Himalayan region. *Chemosphere*, 224, 162-167. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.02.091>
- Munarso, Broto, Wisnu, & Miskiyah. (2009). Studi kandungan residu pestisida pada kubis, tomat, dan wortel di Malang dan Cianjur. *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian*, 5, 27-32.
- Panggabean, A. S., Klorpirifos, A. R., & Panggabean, A. S. (2019). ANALYSIS OF CHLORPYRIFOS RESIDUE IN VEGETABLES BY USING HIGH PERFORMANCE LIQUID CHROMATOGRAPHY (HPLC) TECHNIQUE. 13(2), 57-63.
- Rahmadani, Y. melda. (2023). FAKTOR-FAKTOR YANG BERHUBUNGAN DENGAN KESEHATAN PADA PEKERJA DI TOKO PERTANIAN KECAMATAN PASAR KOTA JAMBI TAHUN 2022 Oleh: *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, 2(februari), 1-23.
- Stachniuk, A., & Fornal, E. (2016). Liquid Chromatography-Mass Spectrometry in the Analysis of Pesticide Residues in Food. *Food Analytical Methods*, 9(6), 1654-1665. <https://doi.org/10.1007/s12161-015-0342-0>