

PENGARUH LAMA PENCUCIAN BUAH TOMAT TERHADAP PENURUNAN KADAR AZOKSISTROBIN DAN DIFENOKONAZOL

Daniel Haganta¹, Raden Siti Nurlaela², Muhammad Rifqi³

¹Universitas Djuanda, 188dhaganta@gmail.com

²Universitas Djuanda, r.siti.nurlaela@unida.ac.id

³Universitas Djuanda, muhammad.rifqi@unida.ac.id

ABSTRAK

Tomat merupakan salah satu komoditas tanaman yang banyak dihasilkan di Indonesia, akan tetapi petani tomat sering sekali mengalami banyak tantangan, seperti adanya hama yang merusak tanaman, sehingga perlu menggunakan fungisida untuk membasmi hama tersebut. salah satu fungisida yang umum digunakan adalah fungisida yang memiliki bahan aktif azoksistrobin dan difenokonazol. Namun, fungisida yang digunakan untuk membasmi jamur padatanaman tomat dapat melekat pada buah tomat karena penggunaan yang melebihi aturan pakai dan dapat berbahaya jika dikonsumsi oleh manusia, sehingga perlu dilakukan perlakuan setelah panen, seperti pencucian yang dapat menurunkan kadar residu pestisida karena adanya residu yang larut pada proses pencucian. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama pencucian buah tomat dengan air mengalir terhadap penurunan kadar azoksistrobin dan difenokonazol. Pada penelitian ini, sampel tomat diekstraksi dan dianalisis dengan kromatografi gas, sehingga didapatkan hasil berupa kadar residu azoksistrobin dan difenokonazol. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor, yaitu lama pencucian (tanpa pencucian, pencucian selama 5, 10, dan 15 detik). Analisis data yang digunakan adalah *One Way ANOVA* dengan uji lanjut duncan pada selang kepercayaan 95%. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh kadar residu azoksistrobin dan difenokonazol masing – masing sebesar sebesar 0.7613 mg/Kg dan 0.0388 mg/Kg pada buah tomat yang tidak dicuci, 0.4043 mg/Kg dan 0.0131 mg/Kg setelah pencucian selama 5 detik, 0.0462 mg/Kg dan kadar difenokonazol yang negatif setelah pencucian selama 10 detik, serta hasil residu azoksistrobin dan difenokonazol yang negatif setelah pencucian selama 15 detik. Berdasarkan hasil penelitian, perlakuan terbaik untuk menurunkan residu pestisida adalah pencucian buah tomat selama 15 detik karena menunjukkan hasil negatif untuk kadar azoksistrobin dan difenokonazol.

Kata Kunci: buah tomat, azoksistrobin, difenokonazol, lama pencucian, kromatografi gas.

PENDAHULUAN

Dewasa ini, tomat menjadi salah satu komoditas tanaman yang banyak dihasilkan di Indonesia, khususnya Jawa Barat. Pada tahun 2021, produksi tomat di Indonesia mencapai 1,11 juta ton dan Jawa Barat menjadi provinsi yang paling banyak memproduksi tomat, yaitu sebanyak 292.309 ton. Jumlah ini mengalami kenaikan, di mana pada tahun 2020, jumlah produksi tomat di Indonesia hanya mencapai 1,08 juta ton (Badan Pusat Statistik, 2022).

Para petani tomat mengalami banyak tantangan, salah satunya adalah tantangan untuk mencegah gagal panen akibat adanya hama dan jamur yang menyebabkan gagal panen (Munarso dan Miskiyah, 2004). Hama dan jamur dapat mengakibatkan gagal panen melalui mekanisme pembusukan, seperti dengan menyerang bagian sisi daun ataupun dengan menginfeksi daun dan batang pada tanaman. Salah satu cara efektif yang petani lakukan untuk menangani hama dan jamur tersebut adalah dengan menggunakan pestisida, khususnya jenis fungisida (Januati, 2020). Namun dalam pengerjaannya, petani sering sekali melakukan penyemprotan melebihi dosis yang dianjurkan dengan tujuan mendapatkan hasil yang maksimal.

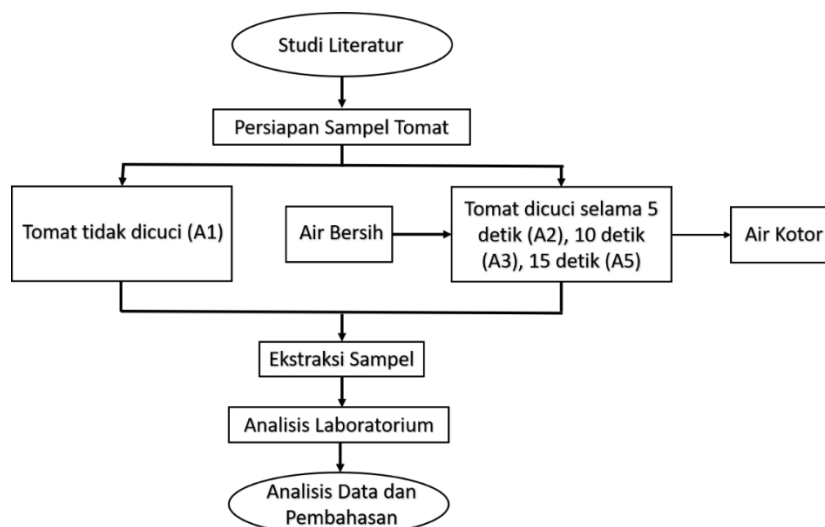
Pestisida yang masuk ke tubuh manusia dapat mengakibatkan dampak negative bagi manusia. Jenni dan Nurjazuli (2014) memaparkan bahwa pestisida dapat mengakibatkan keracunan kronis seperti mengakibatkan kelainan syaraf dan perilaku. Terdapat juga dampak kronis lainnya, seperti merusak hati, paru – paru, usus, dan merusak sistem kerja organ. Individu yang terpapar pestisida mempunyai kemungkinan lebih besar untuk mengidap kanker. Namun, menurut Jumbriah (2006), proses pencucian dapat menurunkan kadar pestisida karena adanya residu pestisida yang larut pada proses pencucian. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan mempelajari pengaruh lama pencucian buah tomat dengan air mengalir yang paling efektif terhadap penurunan kadar azoksistobin dan difenokonazol dengan menggunakan kromatografi gas.

Secara umum, penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan tentang bahaya residu pestisida pada buah tomat dan cara untuk menurunkannya

METODE PENELITIAN (PALATINO LINOTYPE, 12, BOLD, SPASI 1.5)

Penelitian dilaksanakan di bulan Mei hingga Agustus 2023 di Laboratorium Pestisida yang berlokasi di Gunung Putri). Bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi tomat sayur varietas permata, asetonitril, akuades, air keran, $MgSO_4$, CH_3COONa , aseton, Primer Sekunder Amine (PSA), standar analitik azoksistrobin dan difenokonazol. Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi kromatografi gas Agilent 7890B FID, sentrifus, labu takar, gelas ukur, tabung sentrifus 50 ml, tabung *disque* 2 mL, botol kecil, tabung reaksi, batang pengaduk, spatula, pipet tetes, *syringe*, mikropipet, timbangan analitik, dan blender.

Alur Penelitian



Gambar 5. Alur Penelitian
Modifikasi dari Nazmatullaila, 2015

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan uji anova satu arah untuk mengetahui pengaruh lama pencucian buah tomat terhadap penurunan kadar azoksistrobin dan difenokonazol dengan taraf kepercayaan 0.05 %. Rancangan percobaan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor dengan 4 taraf perlakuan (tanpa pencucian, pencucian

selama 5 detik, 10 detik, dan 15 detik) dan ulangan sebanyak dua kali, yaitu A1 = tomat tidak dicuci, A2 = tomat dicuci dengan air mengalir selama 5 detik, A3 = tomat dicuci dengan air mengalir selama 10 detik, dan A4 = tomat dicuci dengan air mengalir selama 15 detik.

Persiapan Sampel

Sampel tomat yang didapatkan dari pedagang buah dipisahkan sesuai dengan jenis perlakuan yang diberikan, diantaranya tomat tanpa dicuci, tomat yang dicuci dengan air mengalir selama 5 detik, tomat yang dicuci dengan air mengalir selama 10 detik, tomat yang dicuci dengan air mengalir selama 15 detik. Tomat yang sudah diberikan perlakuan kemudian dipotong – potong dan diblender, kemudian ditimbang sebanyak ± 10 g.

Ekstraksi Tomat

Ekstraksi tomat dilakukan dengan menggunakan prosedur QuEChERS. Prosedur ini didasarkan pada ekstraksi salting-out dengan pelarut asetonitril (Anastassiades et al. 2003). Sampel sebanyak ± 10 g dimasukkan ke dalam tabung sentrifus 50 ml, kemudian ditambahkan dengan 10 ml asetonitril dan tabung ditutup. Setelah itu dikocok kuat selama 45 detik dan ditambahkan 6 gram $MgSO_4$ dan 1.5 gram CH_3COONa , kemudian dikocok kembali selama 45 detik. Selanjutnya disentrifugasi selama 2 menit dengan kecepatan 4000 rpm dan diambil bagian supernatan dan dimasukkan ke tabung sentrifus. Kemudian ditambahkan 50 gram PSA dan 150 gram $MgSO_4$. Selanjutnya tabung ditutup dan dikocok selama 20 detik lalu disentrifugasi selama 2 menit dengan kecepatan 4000 rpm. Setelah itu 0.5 ml supernatan dimasukan ke botol kecil.

Analisis Produk

Hasil analisis deret standar yang dianalisis dengan kromatografi gas ditampilkan dalam bentuk luas area. Luas area kemudian dimasukkan ke rumus $y = ax + b$ untuk mengetahui slop dan intersep. Slop dan intersep yang diperoleh dari

deret standar digunakan untuk mengetahui konsentrasi residu azoksistrobin pada sampel, dengan persamaan sebagai berikut.

$$y - b x = a$$

Keterangan :

y = Luas area sampel

a = Intersep kurva kalibrasi

b = Slop kurva kalibrasi

x = Konsetrasi residu sampel

Penepatan kadar residu masing – masing pestisida pada buah tomat dapat ditetapkan dengan menggunakan rumus berikut

$$\text{Kadar Residu (mg/Kg)} = C \text{ Residu (mg/L)} \times \text{Volume Ekstraksi (L)} / \text{Bobot Sampel (Kg)}$$

Analisis Data

Data diolah menggunakan aplikasi SPSS menggunakan *One way ANOVA*. Jika hasil menunjukkan perbedaan yang signifikan maka uji dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) dengan taraf siginifikansi 0. Metodologi menjelaskan tentang metode penelitian apa yang digunakan, bagaimana data dikumpulkan dan dilanjutkan secara kuantitatif atau kualitatif untuk mendapatkan penjelasan lebih dalam hasil dan pembahasan. Metode penelitian terdiri dari partisipan, jumlah sampel, atau informan yang terlibat. Teknik cara pengumpulan data. Selain itu teknik analisis data yang digunakan untuk mendapatkan hasil penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Linearitas dan Kurva Kalibrasi

Berdasarkan uji linearitas, diperoleh nilai koefisien korelasi untuk azoksistrobin dan difenokonazol sebesar 0.9997. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa kedua kurva tersebut mendekati satu dan dapat digunakan untuk menghitung konsentrasi azoksistrobin dan difenokonazol pada sampel tomat. Suatu kurva kalibrasi yang baik akan menghasilkan nilai koefisien relasi (r) mendekati 1, yang

artinya peningkatan luas area kurva analit berbanding lurus dengan meningkatnya konsentrasi analit. Semakin nilai koefisien relasi mendekati 1, maka semakin kuat juga hubungan antara dua variable tersebut. Berdasarkan kurva kalibrasi, diperoleh persamaan linear untuk standar azoksistrobin yaitu $y = 20.268x + 2.1257$ dan untuk standar difenokonazol yaitu $y = 168,37x + 2,0215$. Persamaan regresi ini digunakan untuk menentukan konsentrasi residu pestisida.

Hasil Analisis Kuantitatif Residu Pestisida Azoksistrobin dan Difenokonazol pada Tomat Sebelum dan Sesudah Dicuci

Tomat (*Solanum lycopersicum*) adalah tanaman dari keluarga Solanaceae yang menghasilkan buah yang biasanya digunakan sebagai sayuran dalam masakan. Tomat memiliki serangkaian manfaat, tetapi dalam praktiknya, tanaman tomat sering sekali diserang oleh penyakit yang disebabkan hama dan jamur. Oleh karena itu, petani tomat memerlukan zat perlindungan tanaman atau pestisida untuk membasmi hama dan jamur. Azoksistrobin dan difenokonazol merupakan bahan aktif pada fungisida yang umumnya diaplikasikan pada tomat yang dapat membunuh jamur pada tomat, yaitu *Alternaria Solani* dan *Phytophthora Infestans* yang dapat menyebabkan penyakit busuk daun pada 17 tomat (Subandi, 2010). Akan tetapi penggunaan pestisida pada tomat sering sekali melebihi aturan pakai karena ingin mendapatkan hasil yang maksimal. Tanpa disadari, peningkatan ini dapat menyebabkan adanya residu pestisida yang masih melekat pada buah tomat.

Kadar residu azoksistrobin dan difenokonazol dianalisis dengan menggunakan kromatografi gas. Hal ini dikarenakan bahan aktif azoksistrobin dan difenokonazol pada fungisida merupakan zat yang mudah menguap. Pada kromatogram terdapat waktu retensi yang menunjukkan waktu yang dibutuhkan suatu zat, mulai dari proses injeksi sampai terdeteksi oleh detektor. Waktu retensi menunjukkan interaksi kuat atau tidaknya fase diam dengan fase gerak. Waktu retensi dinyatakan sebagai lamanya waktu analisis sampel, dimana pada fase diam yang bersifat polar, zat yang lebih non polar akan terelusi lebih dulu dan memiliki waktu retensi yang lebih cepat

dibanding zat polar (Khopkar, 1990). Setiap zat memiliki waktu retensi yang spesifik, dengan catatan kondisinya sama. Waktu retensi untuk bahan aktif difenokonazol berada disekitar menit ke-20, sedangkan waktu retensi untuk bahan aktif azoksistrobin berada disekitar menit ke-22. Pada kromatogram juga terdapat luas area yang menunjukkan besarnya area suatu zat yang digunakan untuk menghitung kadar dari zat tersebut. Hasil analisis kuantitatif residu pestisida azoksistrobin dan difenokonazol dengan menggunakan kromatografi gas dalam sampel tomat sebelum dan sesudah dicuci dapat dilihat pada Tabel 1.

TABEL 1. Kadar Residu Pestisida Azoksistrobin

No.	Perlakuan	Kadar Azoksistrobin(mg/Kg)		Rata - Rata Kadar Azoksistrobin (mg/Kg)	Efektifitas Penurunan
		Pengulangan 1	Pengulangan 2		
1	Tanpa Pencucian (A1)	0.7618	0.7608	0.7613 ^a	0%
2	Dicuci 5 detik (A2)	0.4042	0.4044	0.4043 ^b	46.89%
3	Dicuci 10 detik (A3)	0.4563	0.5040	0.0462 ^c	93.93%
4	Dicuci 15 detik (A4)	Negatif	Negatif	Negatif ^d	100%

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%

Berdasarkan Tabel 1, diperoleh hasil kadar residu pestisida azoksistrobin pada tomat yang tidak dicuci sebesar 0.7618 mg/Kg, pada tomat yang dicuci dengan air mengalir selama 5 detik 0.4043 mg/Kg dan efektifitas penurunan sebesar 64.92%, pada tomat yang dicuci dengan air mengalir selama 10 detik sebesar 0.0443 mg/Kg dengan efektifitas penurunan sebesar 71.56%, serta pada tomat yang dicuci dengan air mengalir selama 15 detik, residu azoksistrobin tidak lagi terdeteksi yang artinya memiliki efektifitas penurunan sebesar 100%. Pada tomat yang tidak dicuci dan tomat yang dicuci dengan air mengalir selama 5 detik, kadar residu azoksistrobin yang terdeteksi masih berada di atas batas harian yang dapat dikonsumsi, yaitu sebesar 0.2 mg/Kg.

TABEL 2. Kadar Residu Pestisida Difenokonazol

No.	Perlakuan	Kadar Azoksistrobin(mg/Kg)		Rata - Rata Kadar	Efektifitas Penurunan
		Pengulangan 1	Pengulangan 2	Azoksistrobin (mg/Kg)	
1	Tanpa Pencucian (A1)	0.0388	0.0388	0.0388 ^a	0%
2	Dicuci 5 detik (A2)	0.0129	0.0133	0.0131 ^b	66.24%
3	Dicuci 10 detik (A3)	Negatif	Negatif	Negatif ^c	100%
4	Dicuci 15 detik (A4)	Negatif	Negatif	Negatif ^c	100%

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%

Berdasarkan Tabel 2, diperoleh hasil kadar residu pestisida difenokonazol pada tomat yang tidak dicuci sebesar 0.0388 mg/Kg, pada tomat yang dicuci dengan air mengalir selama 5 detik sebesar 0.0131 dengan efektifitas penurunan sebesar 66%, serta pada tomat yang dicuci dengan air mengalir selama 10 detik dan selama 15 detik, residu difenokonazol tidak lagi terdeteksi yang menandakan bahwa efektifitas penurunannya sebesar 100%. Pada tomat yang tidak dicuci dan tomat yang dicuci dengan air mengalir selama 5 detik, kadar residu difenokonazol yang terdeteksi masih berada di atas batas harian yang dapat dikonsumsi, yaitu sebesar 0.01 mg/Kg.

Residu pestisida azoksistrobin dan difenokonazol pada buah tomat dapat mengalami penurunan kadar dengan proses pencucian dengan air karena azoksistrobin dan difenokonazol merupakan senyawa polar. Senyawa polar memiliki karakteristik yaitu dapat larut dengan senyawa polar lainnya. Air sendiri merupakan senyawa polar, sehingga pada saat proses pencucian, residu pestisida azoksistrobin dan difenokonazol pada buah tomat dapat terlarut dalam air dan ikut terbuang. Terdapat beberapa faktor yang dapat memengaruhi kepolaran suatu senyawa, diantaranya perbedaan momen dipol, bentuk molekul, pasangan elektron bebas, serta keelektronegatifan suatu senyawa. Susunan ion memberikan suatu molekul muatan positif dan negatif yang berbeda yang memiliki kemampuan untuk bereaksi atau berinteraksi dengan molekul zat terlarut polar secara elektrostatik. Molekul air tertarik pada molekul zat terlarut yang bermuatan listrik dan jika gaya tarik menarik kuat untuk memecah molekul zat terlarut dan mendistribusikan molekul tersebut secara merata dengan pelarut, maka zat terlarut tersebut akan larut (Tarumingkeng, 1992). Hal

ini menunjukkan, ketika gaya tarik menarik dari air dapat memecah molekul zat azoksistrobin maupun difenokonazol dan mendistribusikannya secara merata, maka azoksistrobin dan difenokonazol dapat larut dalam air. Hal ini didukung oleh penelitian Nazmatullaila (2015), yang memaparkan bahwa pencucian buah tomat dengan air dapat menurunkan kadar pestisida deltametrin dan profenofos pada buah tomat sebesar 62% dan 27%.

Berdasarkan uji anova dengan menggunakan SPSS, terdapat pengaruh pencucian terhadap parameter uji pada taraf kepercayaan 95%. Residu pestisida azoksistrobin pada buah tomat memberikan hasil yang berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95% untuk setiap taraf perlakuan. Selanjutnya dikarenakan hasil ujianova menunjukkan hasil yang berbeda nyata, dilakukan uji duncan untuk setiap taraf perlakuan. Berdasarkan uji duncan, buah tomat yang tidak dicuci menunjukkan hasil kadar residu azoksistrobin yang berbeda nyata dengan pencucian buah tomat selama 5 detik. Pencucian buah tomat selama 5 detik menunjukkan hasil kadar residu azoksistrobin yang berbeda nyata dengan pencucian buah tomat selama 10 detik. Pencucian buah tomat selama 10 detik menunjukkan hasil kadar residu azoksistrobin yang berbeda nyata dengan pencucian buah tomat selama 15 detik. Pada residu pestisida difenokonazol, kadar residu pestisida difenokonazol pada buah tomat memberikan hasil yang berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95% untuk setiap taraf perlakuan. Selanjutnya, dikarenakan hasil uji anova menunjukkan hasil yang berbeda nyata, dilakukan uji duncan untuk setiap taraf perlakuan. Berdasarkan uji duncan, buah tomat yang tidak dicuci menunjukkan hasil kadar residu difenokonazol yang berbeda nyata dengan pencucian buah tomat selama 5 detik. Pencucian buah tomat selama 5 detik menunjukkan hasil kadar residu difenokonazol yang berbeda nyata dengan pencucian buah tomat selama 10 detik. Pencucian buah tomat selama 10 detik menunjukkan hasil kadar residu difenokonazol yang tidak berbeda nyata dengan pencucian buah tomat selama 15 detik.

Berdasarkan hasil penelitian, waktu pencucian yang paling efektif adalah pencucian selama 15 detik karena dapat menghilangkan kadar residu pestisida azoksistrobin dan difenokonazol pada buah tomat sebanyak 100%. Pada taraf perlakuan pencucian tomat selama 10 detik, sebenarnya sudah diperoleh hasil kadar residu pestisida azoksistrobin yang berada di bawah ambang batas harian yang dapat dikonsumsi. Namun hal tersebut tidak disarankan dikarenakan meskipun sudah berada pada batas aman, tetapi pestisida yang masuk ke dalam tubuh manusia dapat mengakibatkan dampak jangka panjang dan dampak jangka pendek. Residu pestisida azoksistrobin dan difenokonazol yang terdapat pada buah dan sayur dapat berbahaya bagi kesehatan manusia, terutama dapat mengakibatkan keracunan (Murphy, 1997). Pestisida dapat mengakibatkan keracunan melalui mekanisme kerja, seperti memengaruhi kerja enzim dan hormone karena bahan racun yang masuk ke dalam tubuh manusia dapat menonaktifkan aktivator sehingga enzim atau hormone tidak dapat bekerja dan juga dengan merusak jaringan karena masuknya pestisida menginduksi produksi serotonin dan histamin yang memicu alergi dan dapat menciptakan senyawa baru yang lebih beracun (Bolognesi, 2003). Residu pestisida yang menumpuk pada tubuh manusia sedikit demi sedikit, sehingga dikemudian hari dapat menyebabkan gangguan kesehatan seperti gangguan syaraf, gangguan reproduksi, pubertas dini, dan penyakit kanker (Murphy, 1997). Oleh sebab itu, perlu dilakukan serangkaian tahapan untuk menurunkan maupun menghilangkan kadar residu pestisida sehingga tidak dikonsumsi oleh manusia dan perlu diberikan edukasi kepada petani untuk selalu menggunakan pestisida sesuai aturan pakai.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pencucian buah tomat dengan air mengalir memberikan pengaruh terhadap penurunan residu pestisida difenokonazol serta azoksistrobin dan waktu pencucian yang paling efektif

adalah setelah dicuci dengan air mengalir selama 15 detik karena dapat menghilangkan kadar residu pestisida azoksistrobin dan difenokonazol sebesar 100%.

REFERENSI

- Anastassiade, M., Lehotay, S. J., Stajnbaher, D. (2003). Fast and Easy Multiresidue Method Employing Acetonitrile Extraction/Partitioning and Dispersive Solid-Phase Extraction for the Determination of Pesticide Residues in Produce. *Jurnal AOAC*, vol. 86, no. 2, pp. 412-431.
- Badan Pusat Statistika. (2022). Produksi Tanaman Sayuran 2021. [Internet]. Tersedia pada <https://www.bps.go.id/indicator/55/61/1/produksi-tanaman-sayuran.html>. [03 April 2023].
- Bolognesi, Claudia. (2003). Genotoxicity of Pesticides: A Review of Human Biomonitoring Studies. *Mutation Research*, vol. 543, pp. 251-272.
- Januati. (2020). Analisis Residu Pestisida pada Buah Tomat di Sulawesi Selatan. *Jurnal Agrotek*, vol. 4, no. 1.
- Jenni, S. dan Nurjazuli. (2014). Hubungan Riwayat Paparan Pestisida dengan Kejadian Gangguan Fungsi Hati (Studi Pada Wanita Usia Subur di Daerah Pertanian Kota Batu). *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, vol. 13, no.2, pp. 62- 65.
- Jumbriah. (2006). Bioremediasi Tanah Tercemar Diazinon secara Ex Situ dengan Menggunakan Kompos Limbah Media Jamur (*Spent Mushroom Compost*). Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Khopkar, S. M. (1990). Konsep Dasar Kimia Analitik. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Munarso dan Miskiyah. (2004). Studi Kandungan Residu Pestisida Pada Kubis, Tomat, dan Wortel Di Malang Dan Cianjur. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian.
- Murphy, K. (1997). Innovative Cropping System Can Replace Hazardous Pesticides. *Journal of Pesticide Reform*, vol. 17, no. 4, pp. 2-7.
- Nazmatullaila, S. (2015). Analisis Residu Pestisida Pada Tomat Menggunakan Metode Quechers Dengan Perlakuan Sebelum dan Setelah Dicuci [Skripsi]. Fakultas Kedokteran Ilmu Kesehatan. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah
- Subandi. (2010). Mikrobiologi. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Tarumingkeng. (1992). Pestisida : Sifat, Mekanisme Kerja, dan Dampak Penggunaannya. UKRIDA.