

Seminar Nasional dalam Rangka Dies Natalis ke-45 UNS Tahun 2021

“Membangun Sinergi antar Perguruan Tinggi dan Industri Pertanian dalam Rangka Implementasi Merdeka Belajar Kampus Merdeka”

[Peran Teknologi Pascapanen dalam Menjamin Keamanan Produk Hortikultura]
: *Review*

Awanis, Retna Qomariyah, dan Susi Lesmayati

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Kalimantan Selatan, Jl. Panglima Batur No. 4 Kota Banjarbaru, Kalimantan Selatan

Abstrak

Produk hortikultura merupakan sumber pangan yang mengandung banyak vitamin dan mineral yang secara langsung berperan meningkatkan kesehatan. Oleh karena itu, menjaga ke higienitasan dan keamanan produk yang dikonsumsi menjadi sangat penting agar tidak menimbulkan gangguan kesehatan. Mengonsumsi pangan yang aman merupakan hal penting dan merupakan bagian dari hak asasi manusia. Salah satu tujuan penerapan teknologi pascapanen adalah dalam rangka meningkatkan keamanan produk. Dalam tulisan ini diulas mengenai peran berbagai jenis teknologi penanganan pascapanen dalam menjamin keamanan produk, khususnya produk hortikultura. Beberapa teknologi penanganan pascapanen yang tepat terbukti dapat mengurangi residu ataupun cemaran yang mengkontaminasi produk-produk hortikultura.

Kata kunci: Keamanan pangan, Produk hortikultura, Teknologi pascapanen

Pendahuluan

Dalam usaha menghasilkan produk hortikultura sangat erat kaitannya dengan kualitas produk. Menurut Ahmad (2013), ada lima komponen utama dari kualitas produk hortikultura meliputi, penampilan, tekstur, flavor, kandungan gizi dan keamanan. Keamanan merupakan salah satu faktor penting dalam penyelenggaraan sistem pangan. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 86 Tahun 2019 tentang Keamanan Pangan, penyelenggaraan keamanan pangan ditujukan agar negara dapat memberikan perlindungan kepada rakyat untuk mengonsumsi pangan yang aman bagi kesehatan dan keselamatan jiwa (Lestari 2020).

Saat ini, konsumen sudah mulai sadar akan pentingnya keamanan produk, khususnya produk hortikultura segar. Sayuran dan buahan merupakan sumber pangan yang mengandung

banyak vitamin dan mineral yang secara langsung berperan meningkatkan kesehatan. Oleh karena itu, higienitas dan keamanan produk yang dikonsumsi menjadi sangat penting agar tidak menimbulkan gangguan kesehatan (Widaningrum et al. 2007). Namun banyak jenis sayuran yang beredar di masyarakat tidak terjamin keamanannya karena diduga telah terkontaminasi, baik oleh bahan kimia maupun biologi.

Untuk menghasilkan produk hortikultura dengan kualitas yang baik, aman dan sesuai dengan permintaan pasar, diperlukan sebuah tindakan penanganan yang tepat, baik saat budidaya, panen, hingga pascapanennya. Kualitas produk hortikultura secara fisik akan menurun seiring dengan perubahan fisiologis produk. Perubahan fisiologis pada produk hortikultura dapat disebabkan karena produk tetap melakukan respirasi serta memproduksi etilen setelah dipanen. Kualitas fisik produk ini tidak dapat ditingkatkan, tetapi hanya dapat dipertahankan. Sebaliknya, aspek keamanan produk masih dapat ditingkatkan melalui penerapan metode dan peralatan penanganan pascapanen yang tepat di sepanjang rantai pangan, mulai dari tahap produksi hingga produk sampai ke tangan konsumen (Ahmad (2013); Lestari (2020)). Tulisan ini bertujuan untuk mengulas peranan berbagai jenis teknologi pascapanen dalam menjamin keamanan pangan, khususnya untuk produk-produk hortikultura.

Definisi dan Tujuan Keamanan Pangan

Menurut PP Nomor 86 Tahun 2019, keamanan pangan adalah kondisi dan upaya yang diperlukan untuk mencegah pangan dari kemungkinan cemaran yang dapat mengganggu, merugikan, dan membahayakan kesehatan manusia. Cemaran merupakan bahan yang tidak sengaja ada atau tidak dikehendaki dalam produk pangan yang berasal dari lingkungan atau sebagai akibat proses di sepanjang rantai pangan, baik berupa cemaran biologis, cemaran kimia logam berat, mikotoksin, zat radioaktif, dan cemaran kimia lainnya, residu obat hewan dan pestisida maupun benda lain yang dapat mengganggu, merugikan, dan membahayakan kesehatan manusia. Tujuan utama keamanan pangan adalah untuk mencegah makanan dan minuman agar tidak terkontaminasi oleh zat asing baik fisik, biologi, maupun kimia sehingga dapat mengurangi potensi terjadinya sakit akibat bahaya pangan.

Kontaminan dalam Keamanan Pangan

Jenis kontaminan yang menjadi perhatian dan erat kaitannya dengan keamanan pangan antara lain residu pestisida, mikroba, dan logam berat. Aturan mengenai batas maksimum

residu atau cemaran dari kontaminan ini diatur dalam SNI. Untuk batas maksimum residu pestisida hasil pertanian diatur dalam SNI 7313 Tahun 2008. Batas maksimum cemaran mikroba dalam pangan diatur dalam SNI 7388 Tahun 2009, serta batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan diatur dalam SNI 7387 Tahun 2009.

A. Residu pestisida

Minimnya penerapan teknologi produksi dan penanganan pascapanen sayur mengakibatkan mutu yang tidak konsisten. Menurut Winarti and Miskiyah (2010), penggunaan pupuk dan pestisida yang berlebihan sehingga produk sayuran Indonesia memiliki jaminan keamanan pangan yang rendah dan tingkat kontaminasi yang tinggi. Selain itu, keamanan mikrobiologi juga menjadi permasalahan pada buah dan sayur segar karena parameter ini erat hubungannya dengan keamanan produk pangan tersebut untuk dikonsumsi dan tingkat kerusakan produk pangan (Waryat and Yosi 2020).

Penggunaan pestisida kimia merupakan metode pengendalian OPT yang paling banyak digunakan oleh petani di Indonesia karena dianggap efektif, mudah digunakan dan secara ekonomi lebih menguntungkan. Namun disatu sisi, penggunaan pestisida dapat menimbulkan berbagai masalah kesehatan dan pencemaran lingkungan. Penggunaan pestisida yang tidak tepat waktu, interval waktu aplikasi yang pendek dan terlalu dekat waktu panen akan menyebabkan tertinggalnya residu pestisida pada bahan makanan yang dapat membahayakan kesehatan manusia yang mengkonsumsi bahan makanan tersebut. Residu pestisida menimbulkan efek yang bersifat tidak langsung terhadap konsumen, namun dalam jangka panjang dapat menyebabkan gangguan kesehatan diantaranya berupa gangguan pada syaraf dan metabolisme enzim (Tuhumury et al. 2012). Beberapa golongan pestisida yang sering ditemukan dalam produk hortikultura antara lain organoklorin, organofosfat, karbamat dan piretroid. Batas maksimum residu (BMR) pestisida dinyatakan dalam miligram residu pestisida per kilogram hasil pertanian (Dinas Tanaman Pangan Provinsi Yogyakarta, 2016)

B. Kontaminasi mikroba

Beberapa jenis sayuran yang biasa dikonsumsi segar berpotensi merugikan kesehatan karena rentan terkontaminasi mikroba. Lebih dari 90% terjadinya *foodborne diseases* pada manusia disebabkan kontaminasi mikrobiologi, yaitu meliputi penyakit tifus, disentri bakteri atau amuba, botulism dan intoksikasi bakteri lainnya, serta hepatitis A dan trichinellosis. Beberapa jenis bakteri patogen yang membahayakan kesehatan manusia, diantaranya yaitu

Escherichia coli, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, *Shigella*, *Vibrio cholerae*, *Clostridium botulinum*, *Pseudomonas cocovenenans* (Harsojo and Mellawati 2009).

Bakteri *E. coli* merupakan patogen dapat menyebabkan gastroenteritis akut pada anak-anak dan infeksi pada saluran pencernaan. Kontaminasi bakteri ini biasanya berasal dari air yang digunakan untuk mencuci bahan makanan yang akan dikonsumsi maupun peralatan yang digunakan dalam proses pengolahan (Winarti and Miskiyah 2010). Pada penelitian Winarti and Miskiyah (2010), kontaminasi mikroba pada buah dan sayuran ditingkat petani dan pasar tradisional masih di atas ketentuan yang dipersyaratkan yaitu 10^3 sel/g sampel.

C. Logam berat

Selain pestisida dan mikroba, produk hortikultura juga rentan terhadap cemaran logam berat, seperti timbal (Pb), merkuri (Hg), tembaga (Cu), kadmium (Cd) dan stronsium (Sr) (Widaningrum et al. 2007). Timbal merupakan salah satu logam berat berbahaya yang sering terdeteksi dalam produk pangan khususnya yang dijual di pinggir jalan. Cemaran timbal dapat berasal dari lingkungan tempat tumbuh sayuran terutama jenis tanah dan air penyiraman serta asap buangan kendaraan bermotor. Sayuran yang tumbuh di wilayah tercemar atau disiram dengan air yang tercemar, mengindikasikan sayuran tersebut dapat tercemar oleh bahan berbahaya terutama logam berat (Rinawati and Sofiatun 2018). Timbal dapat meracuni lingkungan dan mempunyai dampak pada seluruh sistem di dalam tubuh. Efek toksik pada timbal ditandai dengan anemia, kerusakan ginjal, kerusakan syaraf, paralysis parsial otot tertentu, dan kerusakan otak dengan gejala akut kolik pain pada abdomen, mual, penurunan berat badan, hipotensi, insomnia, dan gangguan saluran cerna (Sunoko et al. 2011). Standar batas nilai timbal yang terkandung harus di bawah 0.05 mg/kg yang diukur oleh alat *atomic absorbance spectrophotometer* (AAS) (Hartono et al. 2018). Menurut Guntarti and Akmal (2008) buah berkulit tipis, seperti jambu air dan belimbing mempunyai potensi tercemar timbal lebih besar dibandingkan buah berkulit tebal, seperti jeruk dan pisang yang dijual dipinggir jalan.

Peran Teknologi Pascapanen dan Keamanan Pangan

Penanganan Pascapanen merupakan serangkaian kegiatan yang dilakukan sejak produk dipanen hingga produk siap dikonsumsi oleh konsumen, baik sebagai produk segar maupun sebagai produk olahan. Penerapan teknologi pascapanen pada produk hortikultura berperan tidak hanya untuk mempertahankan kualitas produk hortikultura dan mengurangi susut

kuantitas dan kualitas, tetapi juga meningkatkan keamanan produk (Ahmad, 2013). Untuk menjamin keamanan produk, khususnya produk hortikultura berbagai teknologi penanganan pascapanen diimplementasikan, meliputi:

A. Pencucian

Salah satu proses pembersihan produk hortikultura adalah dengan metode pencucian. Pencucian merupakan salah satu teknologi yang mudah dan murah untuk menghilangkan kotoran serta residu pestisida (insektisida atau fungisida) serta membuang kontaminan (bakteri pembusuk) yang menempel pada produk, sehingga menurunkan resiko pembusukan dan dapat meningkatkan keamanan produk (Samad (2006); Ahmad (2013)). Namun pencucian juga dapat menyebabkan kontaminasi bakteri, salah satunya bakteri *E. coli*. Oleh karena itu, proses pencucian sebaiknya dilakukan dengan air mengalir. Jika tidak dilakukan dengan air mengalir, maka air dalam wadah pencucian harus sering diganti. Beberapa penelitian menggunakan disinfektan seperti klorin untuk mencegah berkembangnya mikroba patogen. Hasil penelitian Mandana et al. (2013) menunjukkan bahwa penggunaan klorin 300 ppm secara signifikan mampu menekan susut bobot dan tingkat pembusukan pada buah cabai merah. Namun pada perkembangan terbaru, klorin sudah tidak disarankan untuk digunakan.

Selain paparan bakteri, produk hortikultura seperti sayuran juga rentan mengandung residu pestisida. Residu pestisida yang terdapat pada produk pertanian mempunyai dampak yang buruk bagi kesehatan manusia. Berbagai macam metode telah dikembangkan untuk mengurangi residu pestisida. Penelitian Maruli et al. (2012) menunjukkan bahwa proses pencucian dengan air mengalir memberikan dampak efektif terhadap pengurangan residu insektisida organofosfat pada kubis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pencucian menggunakan air mengalir mampu mengurangi residu sebesar 76,36% dan pencucian menggunakan air mengalir dan perebusan mampu mengurangi residu sebesar 76,93%.

Pencucian dengan menggunakan deterjen khusus buah dan sayur juga terbukti efektif dalam mengurangi residu pestisida. Hasil penelitian Atmawidjaja et al. (2004) menunjukkan bahwa terdapat pengurangan kadar residu metidation pada buah tomat sebesar 92% setelah dicuci dengan detergen pencuci sayuran. Hal serupa juga ditemukan oleh Martona (2015). Tomat yang dicuci dengan deterjen dapat menurunkan kadar pestisida profenofos dalam tomat sebesar 74,45%. Selain itu, pada penelitian Alen et al. (2015) menunjukkan bahwa selada yang dicuci dengan deterjen sayuran mengalami penurunan kadar residu pestisida sebesar 70,1% dibandingkan dengan selada yang tidak dicuci.

Pencucian juga efektif dalam mengurangi residu terpaparnya produk terhadap cemaran logam berat. Berdasarkan penelitian Hartono et al. (2018), pencucian dengan air mengalir dapat mengurangi residu timbal pada belimbing yang dijual tanpa pengemasan hingga 52.36 %. Hal yang sama juga dinyatakan oleh Priandoko et al. (2013) bahwa pencucian dapat menurunkan kadar timbal sebesar 7.6% dan kadar cadmium sebesar 14.37% pada wortel dan sawi hijau yang diambil dari pasar. Penelitian Abdel-Rahman et al. (2018) menunjukkan, pencucian dengan air mengalir dapat mengurangi 46% residu timbal, 38% residu Kadmium, 31% residu Cu, dan 51% residu Ni pada komoditas kentang, sedangkan pada tomat, konsentrasi Pb, Cd, Cu dan Ni menurun masing-masing sebesar 60, 100, 43 dan 57 (%). Pada komoditas mentimun, residu Pb, Cd, Cu, Ni, Cr menurun masing-masing sebesar 79, 100, 63, 30 dan 43 (%).

B. Perendaman dalam larutan pH rendah (asam)

Perendaman dengan menggunakan asam, seperti cuka, lemon, asam sitrat dan lain-lain dapat berfungsi untuk menghilangkan cemaran bakteri dan pestisida. Pada Santos et al. (2010) menunjukkan bahwa air lemon dan cuka dapat dijadikan agen antimikroba potensial dalam mengurangi kontaminasi bakteri *E. coli* pada sayuran berdaun dengan cara merendamnya selama 15 menit. Menurut Balai Besar Pascapanen (2008), asam asetat atau cuka juga dapat menghambat *E. coli* lebih baik dibanding asam laktat, asam malat atau asam sitrat. Ketika asam asetat dilarutkan, asam tersebut akan berdisosiasi untuk melepaskan proton bebas yang akan menurunkan pH. Jumlah proton yang meningkat di permukaan luar mikroorganisme dapat merusak fungsi membran dengan mendenaturasi enzim dan mengubah sifat permeabel membran sehingga menjadi tidak stabil dan perlahan-lahan mati.

Selain *E. coli*, penggunaan asam asetat 1-3% efektif menghambat bakteri patogen seperti *Campylobacter jejuni*, *Yersinia enterocolitica*, dan *Salmonella*. Selain dapat digunakan untuk mengurangi cemaran bakteri, larutan asam seperti air jeruk dan cuka juga dapat mengurangi residu pestisida. Penelitian Herdariani (2014) menunjukkan bahwa sayur kol yang direndam dengan jeruk nipis selama 5 menit mengalami penurunan residu pestisida klorpirifos sebesar 46,99% dan kol yang direndam dengan larutan cuka selama 5 menit mengalami penurunan residu sebesar 35,53%. Pada penelitian terbaru pada Amir et al. (2019) menunjukkan bahwa perendaman sayur bayam dalam larutan asam asetat atau larutan cuka dengan dosis 10% dapat mengurangi residu pestisida 70-90% dibandingkan larutan asam lainnya. Hal ini dikarenakan asam asetat memiliki sifat yang lebih kuat sebagai agen pengkelat (agen yang dapat mengikat senyawa lain) yang dapat menghilangkan residu pestisida.

Perendaman dengan larutan asam juga dapat menghilangkan kandungan logam berat, seperti yang diteliti oleh Abdel-Rahman et al. (2018). Pada penelitiannya, perlakuan pencucian dan perendaman tomat dengan larutan cuka 5% selama 5 menit dapat mengurangi 84% residu Pb, 74% residu Cu dan 89% residu Ni. Sedangkan pada komoditas mentimun, perlakuan pencucian dan perendaman dengan larutan cuka 5% selama 5 menit dapat menurunkan residu Pb, Cu, Ni, Cr menurun masing-masing sebesar 81, 71, 53 dan 57 (%).

C. Teknologi ozonisasi

Teknologi ozonisasi merupakan salah satu cara untuk menjaga kesegaran produk serta memperpanjang masa simpan produk pertanian. Penggunaan ozon (O_3) dipercaya mampu meluruhkan kontaminasi pestisida dan bakteri serta logam berat yang menempel pada produk hortikultura. Ozon merupakan senyawa alam yang ada di atmosfer bumi dan salah satu senyawa potensial dalam membunuh mikroorganisme (Fitriadi and Putri 2016). Ozon dapat berfungsi sebagai disinfektan pembunuh mikroba dengan cara melakukan penyerangan pada dinding sel sehingga terjadi perubahan permeabilitas sel dan dapat menyebabkan terjadinya lisis pada sel bakteri (Asgar et al. 2011). Selain itu, ozon dapat berubah menjadi oksigen dengan reaksi autolisis sehingga tidak berbahaya bila diaplikasikan pada sayuran dan buah-buahan. Teknologi ozonisasi dilakukan dengan cara mengalirkan gas ozon ke dalam air, kemudian air tersebut digunakan untuk mencuci produk. Air yang sudah mengandung ozon dapat digunakan tanpa menghilangkan warna, aroma dan tidak mengurai senyawa organik yang terkandung dalam bahan pangan sehingga mampu memperpanjang umur kesegaran (Fitriadi and Putri (2016); Asgar et al. (2011)).

Penelitian Asgar et al. (2017) menunjukkan bahwa pada penggunaan ozon sebesar 0,4 ppm terjadi penurunan residu pestisida profenofos sebesar 35,91%, klorfirifos sebesar 23,24%, serta penurunan jumlah total mikrob (TPC) sebesar $31,25 \times 10^5$ cfu/ml pada cabai merah. Pada penelitian Ikeura et al. (2011) menunjukkan bahwa larutan ozon *mikrobuble* efektif menghilangkan residu pestisida fenitrothion tidak hanya pada sayuran berdaun tetapi juga pada sayuran buah. Residu pestisida secara efisien dihilangkan dari selada, tomat ceri dan stroberi dengan merendamnya dalam larutan ozon-microbubled yang mengandung lebih dari 2,0 ppm ozon terlarut. Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, teknologi ozonisasi efektif dalam menghilangkan mikrob dan cemaran pestisida dalam produk hortikultura. Namun sayangnya, pengaplikasian teknologi ozonisasi ini termasuk teknologi yang sulit dan mahal, sehingga belum banyak yang menggunakan.

D. Proses pengangkutan

Proses pengangkutan merupakan proses penting dalam menyalurkan atau mendistribusikan produk yang telah dipanen ke tempat penjualan/konsumen. Pengangkutan darat merupakan jenis pengangkutan yang paling banyak digunakan untuk mendistribusikan produk hortikultura terutama pengiriman dalam satu pulau (Ahmad, 2013). Pada saat proses pengangkutan melewati jalan raya, produk pertanian rentan mengalami pencemaran atau kontaminasi baik kontaminasi logam berat ataupun kontaminasi bakteri. Salah satu upaya untuk mencegah terjadinya pencemaran tersebut, harus dilakukan dengan memberikan penyuluhan kepada petani mengenai cara pengangkutan yang baik. Pengangkutan harus dilakukan dalam kemasan tertutup selama dalam pengangkutan dan pendistribusian dari kebun sampai ke pasar atau konsumen (Widaningrum et al. 2007). Untuk pengangkutan menggunakan mobil dengan bak terbuka, sebaiknya diberi terpal untuk alas sekaligus penutup (Ahmad, 2013).

E. Pengemasan

Teknologi pengemasan bertujuan untuk melakukan perlindungan terhadap produk hasil pertanian serta memudahkan penanganan, distribusi dan pemasaran produk. Fungsi utama kemasan selain untuk melindungi bahan dari kerusakan mekanis akibat benturan, guncangan dan tekanan, juga melindungi produk dari kontaminasi bakteri serta cemaran kimia sewaktu produk ditransportasikan dan dipasarkan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan kemasan dapat melindungi produk hortikultura dari cemaran kimia dan mikroba. Penelitian Hartono et al. (2018) menunjukkan bahwa penggunaan kemasan PE, styrofoam+plastik stretch, plastik stretch dan PP mampu mempertahankan belimbing yang dipajang dipasar selama 10 hari dari cemaran timbal dengan nilai masih dibawah standar (< 0.05 mg/kg). Waryat and Yosi (2020) telah membuktikan kemasan PP dan PE mampu mencegah kontaminasi bakteri pada pakcoy yang disimpan dalam suhu dingin. Selain itu, pada penelitian Waryat et al. (2016), kubis yang ditransportasikan dengan kemasan plastik PE mengandung kontaminasi bakteri yang lebih rendah dibandingkan dengan kubis yang ditransportasikan dengan kemasan kardus/karton, jaring plastik. keranjang bambu.

Kesimpulan

Keamanan produk pangan sangat berkaitan dengan kesehatan masyarakat. Berbagai jenis cemaran yang berasal dari lingkungan baik berupa cemaran biologis, cemaran kimia logam berat, mikotoksin, zat radioaktif, dan cemaran kimia lainnya, residu obat hewan dan pestisida maupun benda lain yang dapat mengganggu, merugikan, dan membahayakan kesehatan manusia. Berbagai metode penanganan pascapanen sangat diperlukan dalam menjamin keamanan produk pangan, khususnya hortikultura. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa penanganan pascapanen seperti pencucian, perendaman dengan pH rendah, teknologi ozon, pengemasan dan proses pengangkutan yang tepat dapat mengurangi residu dan cemaran yang mengkontaminasi produk-produk hortikultura.

Daftar pustaka

- Ahmad & Usman. (2013). *Teknologi Penanganan Pascapanen Buah dan Sayuran*. Graha Ilmu: Yogyakarta.
- Abdel-Rahman, G.N., Ahmed, M.B.M., & Marrez, D.A. (2018). Reduction of heavy metals content in contaminated vegetables due to the post-harvest treatments. *Egypt J Chem.* 61(6):1031–1037.
- Alen, Y., Zulhidayati, Z., & Suharti, N. (2015). Pemeriksaan Residu Pestisida Profenofos pada Selada (*Lactuca sativa* L.) dengan Metode Kromatografi Gas. *J Sains Farm Klin.* 1(2):140.
- Amir, R.M., Randhawa, M.A, Nadeem M M., Ahmed, A., Ahmad, A., Khan, M.R., Khan, M.A., & Kausar, R. (2019). Assessing and Reporting Household Chemicals as a Novel Tool to Mitigate Pesticide Residues in Spinach (*Spinacia oleracea*). *Sci Rep.*1–6.
- Asgar, A., Musaddad, D., & Sutarya, R. (2017). Pengaruh Ozonisasi dan Kemasan untuk Mereduksi Residu Pestisida dan Mempertahankan Karakteristik Kesegaran Cabai Merah dalam Penyimpanan (The Effect of Ozone and Packaging in Storage for Decreasing in Pesticide Residue and Keeping the Freshness of Red Ch. *Hort.* 27(2):241–252.
- Asgar, A, Sugiarto, A.T, Sumartini, & Ariani D. (2011). Kajian Ozonisasi (O₃) Terhadap Karakteristik Kubis Bunga {*Brassica Oleracea* Var. *Botrytis*} Segar Selama Penyimpanan Pada Suhu Dingin. *Ber Biol.* 10(6):787–795.
- Atmawidjaja, S., Tjahjono, D. H., & Rudiyanto, R. (2004). Pengaruh Perlakuan terhadap Kadar Residu Pestisida Metidation pada Tomat. *Acta Pharm Indones.* 29 (2):72–82.
- Balai Besar Pascapanen P. (2008). Menurunkan Kontaminasi Mikroba pada Buah dan Sayuran Segar. *War dan Pengemb Pertan.* 30 (6):3–5.
- Budiono, M. I. (2015). Perubahan Kualitas Sawi Hijau (*Brassicca juncea*. L) Segar yang Disimpan Pada Suhu Dingin dan Ruang. Institut Pertanian Bogor.

- Dinas Tanaman Pangan Provinsi Yogyakarta. (2016). Residu Pestisida pada Produk Pertanian. [website] <http://distan.jogjaprov.go.id/residu-pestisida-pada-produk-pertanian/> (Diakses 12 April 2021)
- Fitriadi, B.R, Putri, A.C. (2016). Metode-Metode Pengurangan Residu Pestisida pada Hasil Pertanian. *J Rekayasa Kim dan Lingkung*. 11(2):61–71.
- Guntarti, A., & Akmal, Z. (2008). Pengaruh Ketebalan Kulit, Waktu Serta Lokasi Penjualan Terhadap Kadar Pb Dalam Buah Jambu Air. In: Seminar Nasional IV SDM Teknologi Nuklir. Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir - BATAN. p. 377–384.
- Harsojo, H., & Mellawati, J. (2009). Uji Kandungan Mineral dan Cemaran Bakteri Pada Sayuran Segar Organik dan Non-Organik. *Indones J Chem*. 9(2):226–230.
- Hartono, N.A.D., Sutrisno, & Darmawati E. (2018). Pengemasan Untuk Mengurangi Resiko Cemaran Timbal (Pb) Dan Dan Penurunan Mutu Pada Sistem Penjualan Buah Pedagang Kaki Lima. *J Penelit Pascapanen Pertan*. 15(1):52–62.
- Herdariani, E. (2014). Identifikasi Residu Pestisida Klorpirifos dalam Sayuran Kol Mentah dan Kol Siap Santap. *J MKMI*:154–159.
- Ikeura, H., Kobayashi, F., & Tamaki, M. (2011). Removal of residual pesticides in vegetables using ozone microbubbles. *J Hazard Mater*. 186 (1):956–959.
- Lestari, T.R.P. (2020). Keamanan Pangan Sebagai Salah Satu Upaya Perlindungan Hak Masyarakat Sebagai Konsumen. *Aspir J Masal Sos*. 11(1):57–72.
- Mandana, G.O., Utama, I.M.S, & Yulianti N.L. (2013). Pengaruh Larutan Disinfektan Dan Pengemasan Atmosfer Termodifikasi Menggunakan Film Plastik Terperforasi Terhadap Susut Bobot Dan Mutu Buah Cabai Merah Besar (*Capsicum Annuum L.*) Selama Penyimpanan. *beta (Biosistem dan Tek Pertanian)*. 1(1):1–10.
- Martona, E. (2015). Pestisida Profenofos Pada Buah Tomat Dengan Kromatografi Gas. Universitas Sumatera Utara.
- Maruli, A., Santi, D.N., & Naria, E. (2012). Analisa kadar residu insektisida golongan organofosfat pada kubis (*Brassica oleracea*) setelah pencucian dan pemasakan di Desa Dolat Rakyat Kabupaten Karo Tahun 2012. *J Lingkung Kesehat Kerja*. 1(2):1–9.
- Priandoko, D.A., Parwanayoni, N.M.S., & Sundra, I.K. (2013). Kandungan Logam Berat (Pb dan Cd) Pada Sawi Hijau (*Brassica rapa l. Subsp. Perviridis Bailey*) Dan Wortel (*Daucus Carrota L. Var. Sativa Hoffm*) Yang Beredar Di Pasar Kota Denpasar. *Simbiosis J Biol Sci*. 0(1).
- Rinawati, D., & Sofiatun. (2018). Kandungan Logam Berat dan Pestisida pada Sayuran Segar di Kota Tangerang. *Higiene*. 4(3):169–176.
- Samad, M.Y. (2006). Pengaruh Penanganan Pasca Panen Terhadap Mutu Komoditas Hortikultura. *J Sains dan Teknol Indones*. 8(1):31–36.
- Santos, Y., Comastri, R., Almeida, D.C., Guimarães, A.G., & Almeida, P.F. (2010). Hygienic-sanitary quality of vegetables and evaluation of treatments for the elimination of indigenous *E. coli* and *E. coli* O157 : H7 from the surface of leaves of lettuce (*Lactuca sativa L.*). *Ciência e Tecnol Aliment*. 30(4):1083–1089.
- Sunoko, H.R., Hadiyanto, A., & Santoso, B. (2011). Dampak Aktivitas Transportasi Terhadap Kandungan Timbal (Pb) Dalam Udara Ambient Di Kota Semarang. *J Ilm Biol*. 1(2):105–112.

- Tuhumury, G.N.C., Leatemia, J.A., & Hasinu, R.Y.R.J.V. (2012). Residu Pestisida Produk Sayuran Segar di Kota Ambon. *Agrologia*. 1(2):99–105.
- Waryat, Yanis, M., & Purnamayani, R. (2016). Kajian Pengaruh Jenis Kemasan Terhadap Kehilangan Hasil Kubis Selama Penyimpanan. In: *Teknologi Inovasi Pertanian*. Bogor: BB Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian. p. 1402–1408.
- Waryat, & Yosi, H. (2020). Implementasi Jenis Kemasan Untuk Memperpanjang Umur Simpan Sayuran Pakcoy. *J Ilm Respati*. 11(1):33–45.
- Widaningrum, Miskiyah, & Suismono. (2007). Bahaya Kontaminasi Logam Berat Dalam Sayuran Dan Alternatif Pencegahan Cemarannya. *Bul Teknol Pascapanen Pertan*. 3(1):17–27.
- Winarti C, & Miskiyah. (2010). Status Kontaminan Pada Sayuran dan Upaya Pengendaliannya di Indonesia. *Pengemb Inov Pertan*. 3(3):227–237.