

## **Instalasi Mesin Generator Ozon dalam Meningkatkan Kualitas Sayur Organik di Desa Gedangan - Boyolali**

**Fanny Widadie<sup>1\*</sup>, Nugthoh Arfawi Kurdhi<sup>2</sup>, dan Lita Rahmasari<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Jawa Tengah, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Matematika, Fakultas MIPA, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Jawa Tengah, Indonesia

<sup>3</sup>Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas FKIP, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Jawa Tengah, Indonesia

\*Corresponding author: [fannywidadie@staff.uns.ac.id](mailto:fannywidadie@staff.uns.ac.id)

### **ABSTRAK**

Kelompok Tani Utomo Jayan merupakan kelompok tani sayur organik di Desa Gedangan Kecamatan Cepogo Kabupaten Boyolali yang memiliki permasalahan utama yaitu kualitas sayuran. Sayuran hasil pasca panen Kelompok Tani Utomo Jayan mudah rusak dan tidak memenuhi standar kualitas sehingga ketika dijual ke pasar ataupun ke mitra dikembalikan. Tujuan utama dari kegiatan pengabdian ini adalah memberikan bantuan teknologi pasca panen yaitu berupa mesin generator ozon untuk meningkatkan kualitas sayuran. Teknologi ozon merupakan teknologi yang mampu meningkatkan daya simpan sayuran, mencegah sayuran cepat rusak, dan mengurangi residu pestisida dan bahan kimia berbahaya pada sayuran. Metode pengabdian masyarakat dilakukan dengan cara sosialisasi dan penyuluhan partisipasi aktif dengan melibatkan seluruh anggota kelompok tani. Hasil dari kegiatan pengabdian instalasi generator ozon ini mampu meningkatkan daya simpan sayuran lebih segar dalam jangka waktu 20 hari (cabai merah), 14 hari (tomat), 7 hari (daun bawang), seledri (9 hari), dan brokoli (5 hari).

Kata kunci: daya simpan, pengabdian masyarakat, partisipasi aktif, sayuran segar, teknologi ozon

### ***Installation of an Ozone Generator Machine to Improve the Quality of Organic Vegetables in Gedangan Village - Boyolali***

### **ABSTRACT**

*The Utomo Jayan Farmers Group is an organic vegetable farmer group in Gedangan Village, Cepogo District, Boyolali Regency which has a major problem: the quality of vegetables. The vegetables produced by the group are quickly damaged, and many are returned by partners (buyers) due to needing to meet quality. The main purpose of this service activity is to assist in adopting post-harvest technology as an ozone generator to improve the quality of vegetables. Ozone technology can increase the shelf life of vegetables, prevent vegetables from spoiling quickly, reduce pesticide residues and harmful chemicals in the vegetables. The method of community service was conducted by socialization and active participation by involving all members of the farmer group. The results of this service activity were able to increase the shelf life of fresher vegetables within 20 days (red chilies), 14 days (tomatoes), 7 days (scallions), celery (9 days), and broccoli (5 days).*

*Keywords: active participation, community service, fresh vegetables, ozone technology, storability*

## PENDAHULUAN

Desa Gedangan, Kecamatan Cepogo, Kabupaten Boyolali merupakan sentra penghasil sayuran di Kabupaten Boyolali yang terletak di dataran tinggi (900 – 1500 mdpl). Karena letaknya di daerah dataran tinggi yaitu tepatnya diantacara lereng Gunung Merbabu dan Merapi, secara agronomis sangat sesuai untuk pengembangan usahatani hortikultura khususnya sayuran. Menurut data BPS, produksi sayuran di Kecamatan Cepogo tahun 2019 mencapai 654.822 ton dengan jenis sayuran produksi utamanya antara lain bawang merah, cabai, kentang, kubis, daun bawang, tomat, brokoli, dan sawi putih (BPS, 2021). Sebagian besar produksi sayuran tersebut dipasarkan di Pasar Cepogo Kabupaten Boyolali yang merupakan sentra agrobisnis sayuran terbesar di Provinsi Jawa Tengah.

Salah satu kelompok tani sayur produktif di Kecamatan Cepogo adalah Kelompok Tani Utomo Jayan yang terletak di Desa Gedangan. Kelompok tani tersebut memproduksi berbagai macam jenis sayuran organik yang telah tersertifikasi organik oleh Lembaga Sertifikasi Seloliman (LESOS). Dengan menerapkan sistem tumpang sari, anggota kelompok tani mampu membudidayakan berbagai jenis sayuran antara lain bawang merah, cabai, daun bawang, kubis, sawi putih, caisin, tomat, brokoli, dan pakcoy. Anggota Kelompok Tani Utomo Jayan saat ini berjumlah 28 orang petani. Kelompok tani tersebut sampai saat ini masih aktif dalam koordinasi internal antar anggota maupun eksternal dengan pihak stakeholders di luar misalnya pembeli (perusahaan), Dinas Pertanian Kabupaten Boyolali, dan Bank Indonesia. Kelompok Tani Utomo Jayan ini merupakan salah satu kelompok tani binaan dari Dinas Pertanian Propinsi Jawa Tengah dan Bank Indonesia. Rapat rutin bulanan dilakukan oleh kelompok untuk membahas segala aspek permasalahan yang dihadapi anggota untuk dapat dipecahkan oleh kelompok.

Kelompok tani merupakan sarana yang memberikan pelayanan kepada anggota kelompok tani seperti sarana pertukaran informasi, pengetahuan tentang budidaya pertanian organik, pasar, akses penyuluh pertanian, dan penyediaan kebutuhan pembelian input seperti pupuk organik secara kolektif (Raya, 2014; Widadie *et al.*, 2021). Kelompok tani sebagai organisasi petani memiliki peran penting dalam meningkatkan posisi tawar petani

dalam rantai nilai (Trebbin, 2014) dan tempat media bertukar segala informasi, pengetahuan, dan mempermudah akses dengan stakeholder lainnya baik vertikal maupun horizontal (Groot Kormelinck *et al.*, 2019).

Berdasarkan hasil diskusi dengan mitra (ketua Kelompok Tani Utomo Jayan), masalah utama yang dihadapi kelompok adalah dalam hal pasca panen yaitu sayuran yang mudah dan cepat rusak serta tidak adanya penyimpanan pasca panen. Kelompok Tani Utomo Jayan sampai saat ini belum memiliki dan mengadopsi teknologi pasca panen untuk menjaga kesegaran dan daya simpan sayuran. Selama ini sebagian hasil panen sayuran petani langsung dikirim kepada kelompok tani, dan oleh kelompok tani yang kemudian dilakukan proses sortasi, pencucian, pengemasan dalam krat, dan penyimpanan. Keesokan harinya atau bahkan beberapa hari kemudian dari hasil panen tersebut dikirimkan kepada pembeli (perusahaan agroindustri). Sebagian besar lainnya sayuran anggota kelompok tani dijual secara mandiri langsung ke tengkulak maupun pedagang besar di desa sekitar.

Berdasarkan wawancara dengan ketua kelompok tani, sekitar 15-25 persen sayuran tersebut ditolak dan dikembalikan kepada kelompok tani dikarenakan tidak memenuhi standar kualitas yang telah ditetapkan terutama dalam hal penampakannya yang segar, warna yang masih fresh (segar), dan pengemasan yang tidak rusak.

Sayur merupakan produk pertanian yang bersifat perisable (mudah rusak). Kerusakan ini disebabkan adanya mikroorganisme patogen yang menghasilkan enzim litik. Akibat reaksi enzimatik ini tekstur sayuran menjadi lunak dan berair (Asgar *et al.*, 2015). Tidak adanya teknologi pasca panen yang menghambat kerusakan ini mengakibatkan banyaknya sayuran yang rusak dan tidak segar ketika sampai di titik distribusi. Selain itu proses penyimpanan sayuran yang masih bersifat tradisional yaitu dengan meletakkan sayuran di bawah lantai tanpa penanganan khusus juga semakin memperparah kerusakan. Teknologi pasca panen yang mampu meningkatkan waktu simpan sayuran akan sangat bermanfaat bagi kelompok tani.

Salah satu aplikasi teknologi pasca panen yang mampu meningkatkan kualitas sayuran adalah teknologi mesin generator ozon. Ozon (O<sub>3</sub>) merupakan disinfektan yang mampu

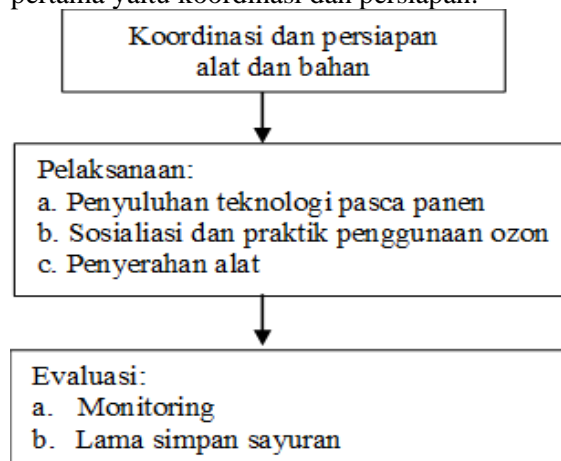
mengawetkan dan memperpanjang waktu simpan sayuran dengan membunuh mikroorganisme patogen seperti virus, bakteri, dan jamur (Asgar *et al.*, 2015). Air yang mengandung ozon dapat membersihkan buah dan sayur agar steril, dengan tanpa menghilangkan warna, aroma, dan tidak mengurai senyawa organik yang terkandung dalam buah dan sayur, sehingga akan dapat memperpanjang umur kesegaran (Prasetyaningrum *et al.*, 2016). Mekanisme kerja ozon membunuh mikroba pada permukaan/kulit sayur dan buah yaitu ozon menyerang dinding sel dan menyebabkan perubahan permeabilitas sel yang dapat menghasilkan proses lisis pada sel bakteri. Ozon mengawetkan sayuran dan buah-buahan tanpa mengubah atau merusak nilai gizinya karena kandungan ozon itu sendiri hilang melalui penguapan. Ketika terkena sinar matahari, ozon terpecah menjadi molekul oksigen (Öz & Kafkas, 2015).

Dari hasil penelitian pemanfaatan teknologi ozon pada selada keriting di Desa Sumberejo, Kota Batu menunjukkan bahwa teknik paparan ozon melalui air konsentrasi 0,0147 mg/L mampu menghambat kerusakan organoleptic dan mempertahankan kadar klorofil selada keriting (Astuti *et al.*, 2020). Tujuan kegiatan pengabdian ini adalah memberikan bantuan teknologi pasca panen yaitu berupa mesin generator ozon kepada kelompok tani sehingga dapat meningkatkan kualitas berupa daya simpan sayuran lebih segar.

## METODE

Kegiatan pengabdian ini dilaksanakan pada Kelompok Tani Utomo Jayan yang beralamat di Dusun Jayan, Desa Gedangan, Kecamatan Cepogo, Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah. Metode pelaksanaan kegiatan pengabdian yaitu sosialisasi dan penyuluhan partisipatif, dengan melibatkan seluruh anggota kelompok tani secara langsung dalam kegiatan penyuluhan, sosialisasi, dan evaluasi (Latief *et al.*, 2019). Pelibatan aktif petani dalam kegiatan pengabdian sangat diperlukan untuk meningkatkan kemampuan petani tentang teknologi pasca panen sayuran dan pengoperasian mesin ozon. Alat dan bahan utama yang digunakan adalah mesin generator ozon dan sayuran organik.

Secara umum kegiatan pengabdian ini terbagi dalam tiga tahapan (Gambar 1). Tahapan pertama yaitu koordinasi dan persiapan.



Gambar 1. Alur kegiatan pengabdian



Gambar 2. Kegiatan koordinasi dan persiapan

Pada tahapan ini koordinasi dilakukan bersama mitra untuk merancang kegiatan dan persiapan pelaksanaan kegiatan pengabdian (Gambar 2). Persiapan alat-alat dan bahan-bahan yang nantinya diperlukan dalam kegiatan pelaksanaan pengabdian. Tahapan kedua adalah tahapan pelaksanaan yaitu berupa kegiatan penyuluhan teknologi pasca panen, sosialisasi dan praktik langsung penggunaan mesin ozon, dan penyerahan alat mesin ozon kepada mitra. Tahapan terakhir adalah dilakukan evaluasi dampak penggunaan mesin ozon terhadap peningkatan kualitas sayuran. Evaluasi dilakukan dengan cara monitoring penggunaan mesin ozon dan dampaknya pada peningkatan kualitas sayuran.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam industri pertanian, ozon digunakan sebagai disinfektan dalam proses sterilisasi, menghilangkan kandungan logam berat,

memperpanjang masa simpan, dan meningkatkan keamanan pangan (Öz & Kafkas, 2015). Penelitian oleh Asgar *et al.* (2015), Astuti *et al.* (2020), dan (Pratama *et al.*, 2016) menunjukkan bahwa penggunaan mesin ozon mampu meningkatkan kualitas sayuran dengan meningkatkan lama kesegaran sayuran setelah pasca panen, mengurangi residu bahan kimia berbahaya dan membunuh mikroorganisme.

PT Dipo Technology Semarang merupakan salah satu perusahaan yang memproduksi mesin generator ozon dengan menggunakan metode *eletrical discharge* untuk menghasilkan atom oksigen dan kemudian terbentuk ozon berupa gas yang dialirkan melalui air. Mesin tersebut merupakan hasil penelitian dari *Center for Plasma Research Universitas Diponegoro* (2010). Kegiatan pengabdian ini memberikan alat mesin ozon yang merupakan produksi dari PT Dipo Technology.

Dalam kegiatan pelaksanaan pengabdian ini dilakukan kegiatan penyuluhan pentingnya teknologi pasca panen, dan sosialisasi mesin ozon (Gambar 3). Kegiatan penyuluhan dan sosialisasi diikuti oleh 32 peserta yang terdiri dari pengurus dan anggota Kelompok Tani Utomo Jayan (28 Orang), kepala desa Gedangan Kecamatan Cepogo (1 orang), dinas pertanian Kabupaten Boyolali (2 orang), dan ketua kelompok tani cempoko mulyo (1 orang) (Gambar 4).

Kegiatan penyuluhan dan sosialisasi teknologi pasca panen dan mesin ozon ini berupa pemberian pengetahuan tentang kerusakan sayuran, upaya penyimpanan sayuran agar lebih segar ketika pasca panen, dan teknologi plasma ozon untuk memperpanjang masa simpan produk hortikultura oleh tim pengabdian dan PT Dipo Technology.



Gambar 3. Kegiatan penyuluhan dan sosialisasi teknologi pasca panen dan mesin ozon



Gambar 4. Peserta kegiatan penyuluhan dan sosialisasi teknologi pasca panen dan mesin ozon



Gambar 5. Praktik penggunaan mesin ozon



Gambar 6. Penyerahan mesin ozon kepada kelompok tani

Kegiatan pengabdian ini tidak hanya dilakukan penyuluhan dan sosialisasi saja akan tetapi juga dilakukan praktik secara langsung bagaimana mengoperasikan mesin ozon sesuai dengan SOP (Standard Operasional Prosedur) (Gambar 5). Penggunaan SOP tersebut akan mengoptimalkan peningkatan kualitas sayuran. Berikut langkah-langkah proses penggunaan teknologi plasma ozon:

1. Menggunakan keranjang plastik untuk menyimpan sayuran yang baru dipanen.
2. Setelah disortir, cuci sayuran dengan air bersih untuk menghilangkan kotoran yang menempel.
3. Masukkan sayuran ke tempat bak pencucian dan rendam dengan air ozon. Sebelumnya mesin generator ozon telah dinyalakan untuk menghasilkan air ozon selama 15 menit.
4. Sayuran yang telah direndam air ozon kemudian ditiriskan selama 15 menit.
5. Sayuran siap dikemas, disimpan dalam *cold storage*, dan dikirimkan.

Penyuluhan dan sosialisasi SOP penggunaan mesin ozon ini diharapkan petani dapat mandiri menggunakan mesin ozon. Selain itu, juga diharapkan dapat mengubah perilaku petani untuk lebih memperhatikan cara memperlakukan sayuran pasca panen. Saat acara penyuluhan dan sosialisasi ini peserta aktif menyimak dan bertanya.

Di akhir kegiatan pelaksanaan tim pengabdian menyerahkan mesin ozon kepada ketua Kelompok Tani Utomo Jayan (Bapak Widodo) diketahui oleh Kepala Desa Gedangan dan PT Dipo Technology (Gambar 6). Alat yang diserahkan adalah satu paket mesin ozon beserta bak pencuci dan rak penirisan dengan spesifikasi

Keluaran ozon 50 gram/Jam, dimensi: 50cm x 50cm x 60 cm, Voltage: AC220 Volt 50Hz 150W (Gambar 7).

Setelah kegiatan pelaksanaan pengabdian, kemudian dilakukan pendampingan dan evaluasi. Tim pengabdian melakukan pendampingan terhadap kelompok tani di dalam pelaksanaan penggunaan mesin ozon. Hal ini dilakukan dengan melakukan pemantauan pelaksanaan SOP penggunaan mesin ozon. Berdasarkan pengamatan, anggota kelompok tani secara mandiri dapat mengoperasikan mesin generator ozon sesuai dengan SOP.

Selain itu tim pengabdian melakukan evaluasi dampak dari penggunaan mesin ozon terhadap peningkatan kualitas sayuran. Evaluasi dilakukan dengan melakukan uji coba lamanya daya simpan kesegaran sayuran dengan membandingkan sayuran yang diberi ozon dan tidak. Berdasarkan hasil uji coba secara mandiri dengan menggunakan mesin ozon, didapatkan hasil bahwa sayuran dapat ditingkatkan daya simpan lama kesegarannya.

Tabel 1 menunjukkan hasil uji coba yang dilakukan dengan menyimpan sayuran pada suhu kamar di lokasi mitra pada suhu 22°C dan disimpan dalam keadaan terbuka. Pada cabai merah keriting yang diberi ozon mampu dijaga kesegarannya sampai 20 hari. Cabai masih segar, merah, tidak layu, dan masih layak jual. Berbeda dengan yang kontrol (tidak menggunakan ozon) hanya mampu bertahan sampai 7 hari. Demikian juga untuk tomat, daun bawang, seledri, dan brokoli yang masing-masing masih segar dan layak jual dalam waktu 14 hari, 7 hari, 9, dan 5 hari (Gambar 8).



Gambar 7. Mesin ozon

Tabel 1. Lama daya simpan sayuran dengan menggunakan ozon

No	Jenis sayuran	Waktu Penyimpanan Kesegaran	
		Ozon	Kontrol (tidak menggunakan ozon)
1.	Cabai merah keriting	20 hari	7 hari
2.	Tomat	14 hari	5 hari
3.	Daun Bawang	7 hari	2 hari
4.	Seledri	9 hari	2 hari
5.	Brokoli	5 hari	2 hari

Sumber: Data Primer, 2022



Gambar 8. Uji coba sayuran menggunakan ozon (A, C, E) dan kontrol (B, D, F)

Hasil uji coba tersebut selaras dengan penelitian [Susan et al. \(2018\)](#), [Sasmita et al. \(2019\)](#), dan [Mayookha et al. \(2023\)](#) yang menyatakan bahwa penggunaan teknologi plasma ozon mampu meningkatkan daya simpan sayuran dengan membunuh bakteri dan menginaktivkan enzim perusak sehingga sayuran lebih lama kesegarannya. Secara umum, penggunaan mesin ozon mampu meningkatkan daya simpan sayuran lebih lama dibandingkan dengan tidak menggunakan ozon. Dengan penggunaan mesin ozon, permasalahan petani terkait kualitas pasca panen dapat teratasi.

## KESIMPULAN

Tujuan kegiatan pengabdian ini adalah memberikan introduksi dan bantuan alat mesin ozon yang digunakan untuk meningkatkan kualitas sayuran melalui peningkatan daya simpan sayuran. Metode pelaksanaan dilakukan dengan sosialisasi dan penyuluhan aktif berupa introduksi teknologi pasca panen melalui penggunaan mesin generator ozon.

Kegiatan pengabdian masyarakat dilakukan dengan penyuluhan teknologi pasca panen, sosialisasi penggunaan, dan penyerahan mesin generator ozon kepada

kelompok tani. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa petani telah mampu menggunakan mesin generator ozon sesuai SOP, dan mesin ozon mampu menambah daya simpan dan kesegaran sayuran. Berdasarkan uji coba, penggunaan teknologi ozon mampu meningkatkan daya simpan dan kesegaran sayuran sampai 20 hari (cabai merah keriting), 14 hari (tomat), 7 hari (daun bawang), 9 hari (seledri), dan 5 hari (brokoli). Hasil tersebut lebih lama daya simpan dan kesegarannya dibandingkan tanpa menggunakan ozon.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian pada Masyarakat yang telah memberikan dana kegiatan pengabdian masyarakat dalam skim Program Kemitraan Masyarakat (PKM) dengan nomor kontrak 142/E5/RA.00.PM/2022.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asgar, A., Musaddad, D., Setyabudi, D. A., & Hassan, Z. H. (2015). Teknologi ozonisasi untuk mempertahankan kesegaran cabai cultivar kencana selama penyimpanan. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian/ Volume*, 12(1), 20-26.
- Astuti, S. D., Purnobasuki, H., Khasanah, M., Khoiriyatul, S., Fitriyah, N., Arifianto, D., & Ama, F. (2020). The influence of ozone exposure on organoleptic and chlorophyll levels of curly lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Ecology, Environment and Conservation*, 26(November Suppl. Issue), (S70-S78). <http://www.envirobiotechjournals.com/EEC/26NovSupplIssue2020/EEC-13.pdf>
- BPS. (2021). *Boyolali Dalam Angka 2021* <https://boyolalikab.bps.go.id/indicator/55/85/1/produksi-tanaman-sayuran-menurut-kecamatan-dan-jenis-sayuran-di-kabupaten-boyolali-kwintal.html>
- Groot Kormelinck, A., Bijman, J., & Trienekens, J. (2019). Characterizing Producer Organizations: The case of organic versus conventional vegetables in Uruguay. *Journal of Rural Studies*, 69, 65-75.
- <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2019.04.012>
- Latief, I., Rasyid, A. R., Mujahid, L. M. A., Ekawati, S. A., & Yanti, S. A. (2019). Penyuluhan dan Pendampingan Pemetaan Partisipatif di Kecamatan Anggeraja Kabupaten Enrekang. *JURNAL TEPAT: Teknologi Terapan untuk Pengabdian Masyarakat*, 2(1), 43-51. [https://doi.org/10.25042/jurnal\\_tepat.v2i1.59](https://doi.org/10.25042/jurnal_tepat.v2i1.59)
- Mayookha, V. P., Pandiselvam, R., Kothakota, A., Padma Ishwarya, S., Chandra Khanashyam, A., Kutlu, N., . . . Abd El-Maksoud, A. A. (2023). Ozone and cold plasma: Emerging oxidation technologies for inactivation of enzymes in fruits, vegetables, and fruit juices. *Food Control*, 144, 109399. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.109399>
- Öz, A. T., & Kafkas, E. (2015). Determination of Volatile Composition of Ozone Treated Arils From Longterm-Stored Whole Pomegranate Fruits Using HS-SPME GC/MS Technique. *Hacettepe Journal of Biology and Chemistry*, 43(3), 153-157. <https://dergipark.org.tr/en/pub/hjbc/issue/61898/926248>
- Prasetyaningrum, A., Bramantiya, M., Meidianto, A., Saputra, P., Qonita, F. D., & Ardiana, N. S. (2016). Prototype Penyimpanan Buah dan Sayur Menggunakan Ozon dan Metode Evaporative Cooling sebagai Sistem Pendingin. 2016, 6(1). <https://doi.org/10.17728/jatp.213>
- Pratama, Y., Adianti, A., Prastiwi, D., Khasanah, R., Muhlisin, Z., & Nur, M. (2016). Penerapan teknologi plasma dengan memanfaatkan rancang bangun ozone generator untuk pengawetan cabai merah (*Capsicum Annuum* L.) guna mendukung ketahanan pangan nasional. *Youngster Physics Journal*, 5(2), 69-74.
- Raya, A. B. (2014). A comparison of the function of leader-member exchange in two neighboring farmer groups in a sandy land area in Yogyakarta Province, Indonesia. *Asian Social Science*, 10(12), 21. <https://doi.org/10.5539/ass.v10n12p21>

- Sasmita, E., Restiwijaya, M., Yulianto, E., Yuliani, Arianto, F., Kinandana, A. W., & Nur, M. (2019). Effect of ozone technology applications on physical characteristics of red cayenne pepper (*Capsicum frutescens* L.) preservation. *Journal of Physics: Conference Series*, 1217(1), 012007. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1217/1/012007>
- Susan, A. I., Sasmita, E., Yulianto, E., Arianto, F., Restiwijaya, M., Kinandana, A. W., & Nur, M. (2018). Ozone application to extend shelf life of vegetables by microbial growth inhibition. *MATEC Web Conf.*, 197, 02004. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201819702004>
- Trebbin, A. (2014). Linking small farmers to modern retail through producer organizations – Experiences with producer companies in India. *Food Policy*, 45, 35-44. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2013.12.007>
- Widadie, F., Bijman, J., & Trienekens, J. (2021). Value Chain upgrading through producer organisations: linking smallholder vegetable farmers with modern retail markets in Indonesia. *International Journal on Food System Dynamics*, 12(1), 68-82. <https://doi.org/10.18461/ijfsd.v12i1.76>