

Pascapanen Pertanian

TEKNOLOGI COATING UNTUK MEMPERTAHAKAN KESEGRAN BUAH, IMPLEMENTASI DAN DUKUNGAN KEBIJAKAN

Penulis:

Kun Tanti D, Ira Mulyawanti, Asep Sofyan, dan Marzuq Z. Emir

Balai Besar Perakitan dan Modernisasi Pascapanen Pertanian
Jl. Tentara Pelajar No. 12 Cimanggu, Bogor, Jawa Barat



Pendahuluan

Buah merupakan salah satu produk pertanian yang bersifat *perishable* atau mudah rusak sehingga memiliki umur simpan yang tidak terlalu lama, terutama jika disimpan di suhu ruang. Setelah masa panen, buah masih mengalami proses fisiologis sehingga bila tidak dilakukan penanganan yang baik akan mempercepat pembusukan. Buah mengandung air dalam jumlah banyak serta nutrisi yang sangat baik bagi pertumbuhan mikroorganisme. Mikroorganisme pembusuk dapat tumbuh bila kondisinya memungkinkan seperti adanya pelukaan-pelukaan serta kondisi suhu dan kelembaban yang sesuai.

Sebagai komoditas yang berpotensi ekspor, buah-buahan Indonesia harus memiliki umur simpan yang cukup agar tetap aman selama transportasi sampai ke negara tujuan. Teknologi pascapanen yang tepat dapat memperpanjang umur simpan dan mengurangi kehilangan hasil. Salah satu alternatif teknologi yang dapat diaplikasikan adalah dengan larutan

pelapis (*coating*) yang dikombinasi dengan senyawa antimikroba, lilin dan lemak sebagai *barrier*.

Menurut Ali, dkk (2025) definisi *coating* adalah film tipis (umumnya <100 nm) yang diaplikasikan ke permukaan kulit buah untuk mempertahankan kualitas pascapanen buah tersebut. Berbeda dengan *coating* biasa, *nanocoating* lebih baik dalam menjaga kualitas buah dengan kontrol pelepasan komponen bioaktif, menjaga kelembaban, sifat anti mikroba dan antioksidan, serta meningkatkan karakter visual buah.

Mekanisme dan Cara Kerja Larutan *Coating*

Larutan *coating* bekerja dengan cara membentuk lapisan tipis yang menyelimuti permukaan bahan pangan,

Pascapanen Pertanian

sehingga berfungsi sebagai pelindung tambahan yang menyerupai “kulit kedua”. Setelah diaplikasikan melalui metode seperti pencelupan atau penyemprotan, pelarut dalam larutan *coating* akan menguap dan meninggalkan film padat yang melekat pada permukaan produk. Lapisan ini kemudian berperan sebagai penghalang fisik yang menutup pori-pori mikro, sehingga dapat mengontrol pertukaran gas dan uap air antara bahan pangan dan lingkungan sekitarnya.

Coating mampu menghambat masuknya oksigen (O_2) dan keluarnya karbon dioksida (CO_2), yang secara langsung menurunkan laju respirasi. Penurunan laju respirasi ini berdampak pada perlambatan proses pematangan dan penurunan aktivitas metabolisme, sehingga umur simpan produk menjadi lebih panjang. Selain itu, *coating* juga berfungsi sebagai *barrier* terhadap kehilangan air (*transpirasi*), yang membantu menjaga kelembaban internal bahan, mengurangi susut bobot, serta mempertahankan tekstur agar tetap segar dan tidak cepat layu. Pada beberapa formulasi, larutan *coating* juga mengandung agen antimikroba seperti kitosan, minyak atsiri, atau asam organik. Komponen ini bekerja dengan cara mengganggu membran sel mikroorganismenya atau menghambat pertumbuhannya, sehingga dapat menekan laju kerusakan akibat aktivitas bakteri dan jamur. Disamping itu, lapisan *coating* memberikan perlindungan mekanis terhadap kerusakan ringan

selama proses penanganan dan distribusi.

Larutan *coating* berperan juga sebagai antioksidan yaitu untuk mengikat radikal bebas (ion logam pro-oksidan) dan menghambat proses pencoklatan oksidatif. Bahan aditif fungsional seperti minyak esensial, ekstrak tumbuhan dan fenolik akan dikapsulasi dalam matriks nanopartikel untuk mengontrol radikal bebas tersebut. Selain itu penggunaan bahan tertentu seperti silika akan menyerap gas etilen yang merupakan hormon pematangan pada buah klimaterik sehingga bisa menunda kematangan dan mempertahankan kualitas buah klimaterik.

Efektivitas larutan *coating* sangat dipengaruhi oleh komposisi bahan penyusunnya, seperti polisakarida, protein, dan lipid, yang masing-masing memiliki fungsi berbeda dalam membentuk sifat *barrier* terhadap gas maupun uap air. Ketebalan lapisan, metode aplikasi, serta kondisi penyimpanan juga menjadi faktor penting yang menentukan keberhasilan *coating* dalam memperpanjang umur simpan produk.

Metode Pengaplikasian Larutan *Coating* dan Peluang Keberhasilan

Pengaplikasian larutan *coating* merupakan tahapan kunci yang menentukan keberhasilan pembentukan lapisan pelindung pada produk pangan. Metode yang digunakan

Pascapanen Pertanian

harus mampu menghasilkan lapisan yang **seragam, stabil, dan sesuai dengan karakteristik komoditas**. Secara umum, terdapat beberapa metode utama yang digunakan, mulai dari skala sederhana hingga industri.

1. Metode Pencelupan (*Dipping*)

Metode pencelupan merupakan teknik yang paling umum digunakan, terutama pada skala petani maupun UMKM. Produk pangan seperti buah atau sayuran dicelupkan ke dalam larutan coating selama waktu tertentu, kemudian diangkat dan ditiriskan sebelum dikeringkan. Metode ini memiliki keunggulan dalam hal kemudahan dan kemampuan menghasilkan lapisan yang relatif merata. Selain itu, pencelupan memungkinkan penetrasi larutan ke seluruh permukaan produk, termasuk bagian yang sulit dijangkau. Namun, penggunaan larutan dalam jumlah besar dan potensi kontaminasi silang antar produk menjadi tantangan yang perlu diperhatikan.

2. Metode Penyemprotan (*Spraying*)

Pada metode ini, larutan *coating* disemprotkan ke permukaan produk menggunakan *nozzle*, baik secara manual maupun otomatis. Teknik ini lebih efisien dalam penggunaan bahan karena volume larutan yang diaplikasikan dapat dikontrol dengan lebih presisi. Penyemprotan sangat cocok untuk skala industri atau semi-industri karena dapat diintegrasikan dengan lini produksi. Selain itu, metode ini mengurangi risiko kontaminasi silang.

Namun, diperlukan pengaturan tekanan, ukuran *droplet*, dan viskositas larutan agar hasil *coating* tetap merata.

3. Metode Pengolesan (*Brushing*)

Metode pengolesan dilakukan dengan cara mengaplikasikan larutan *coating* secara langsung ke permukaan produk menggunakan kuas atau alat serupa. Teknik ini biasanya digunakan untuk produk dengan ukuran besar atau untuk aplikasi khusus. Meskipun sederhana dan hemat bahan, metode ini memiliki kelemahan dalam hal keseragaman lapisan dan efisiensi waktu, sehingga kurang cocok untuk skala besar.

4. Metode Penuangan (*Casting/Pouring*)

Pada metode ini, larutan *coating* dituangkan langsung ke permukaan produk atau ke dalam cetakan untuk membentuk lapisan. Teknik ini lebih sering digunakan pada produk olahan atau pembentukan film *edible* secara terpisah. Metode ini memungkinkan kontrol ketebalan yang lebih baik, tetapi kurang praktis untuk produk hortikultura segar.

5. Metode Industri (*Conveyor & Coating Tunnel*)

Pada skala industri, aplikasi *coating* biasanya dilakukan secara otomatis menggunakan sistem *conveyor* yang dilengkapi dengan *sprayer* atau *roller*. Produk bergerak melalui "*coating tunnel*", kemudian dilanjutkan dengan proses pengeringan menggunakan udara hangat atau kipas. Metode ini

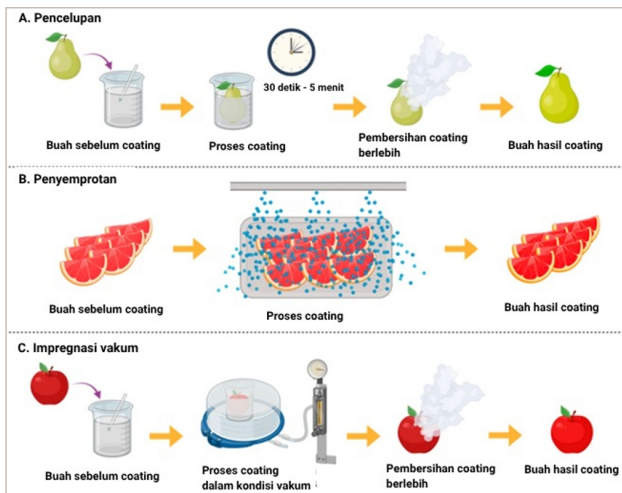
Pascapanen Pertanian

memberikan hasil yang sangat konsisten, efisien dalam penggunaan bahan, serta mendukung produksi dalam volume besar. Namun, investasi awal untuk peralatan relatif tinggi.

Tantangan dan Peluang Pengembangan *Coating*

Teknologi *coating* memiliki posisi strategis sebagai intervensi teknologi yang relatif sederhana namun berdampak tinggi. Dari sisi industri, tantangan utama terletak pada proses *scale-up* dari laboratorium ke produksi massal. Formulasi yang terbukti efektif di tingkat riset sering kali menghadapi

kendala ketika diaplikasikan dalam volume besar, terutama terkait konsistensi kualitas, stabilitas larutan, dan kompatibilitas dengan sistem produksi. Variabilitas bahan baku alami seperti pati atau kitosan juga dapat memengaruhi performa *coating*, sehingga standardisasi menjadi isu penting. Selain itu, investasi awal untuk peralatan seperti sistem *spraying* otomatis atau *coating tunnel* masih hambatan bagi pelaku usaha, khususnya skala menengah serta adanya penambahan tahapan *coating* dalam rantai pasok dapat meningkatkan biaya produksi.



Gambar 1. Skema proses yang digunakan untuk aplikasi pelapisan pada buah dan sayuran.

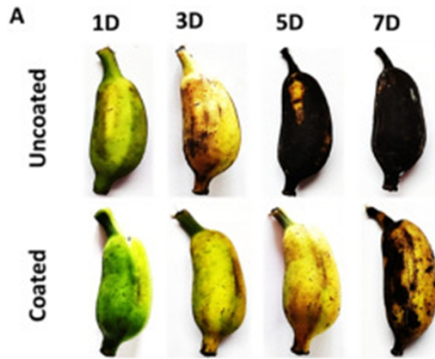
(A): pencelupan; (B): penyemprotan; (C): impregnasi vakum (Ana Peres *et al.*, 2023)

Pascapanen Pertanian

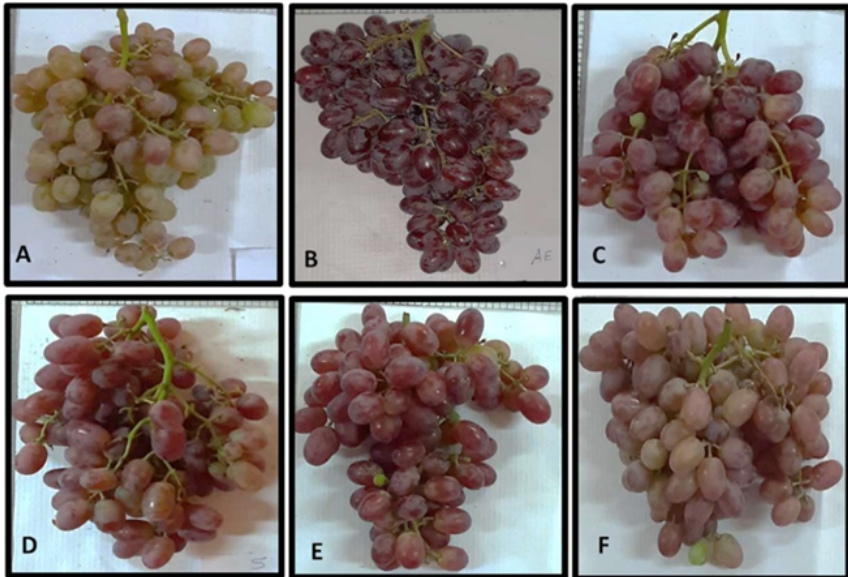
Aplikasi Coating pada Beberapa Jenis Buah

Buah	Bahan Coating	Hasil
Stroberi	Kitosan + ZnO nanopartikel	Menurunkan kehilangan berat, perubahan warna, dan pertumbuhan <i>Botrytis cinerea</i> dan <i>R. Stolonifera</i> => memperpanjang umur simpan
	Resveratrol-shellac nanopartikel dalam matriks kitosan	Masa simpan 15 hari vs. 8 hari (kontrol) pada suhu 4 °C, meningkatkan aktivitas antimikroba
	<i>Solid lipid</i> nanopartikel	Menurunkan pembusukan, meningkatkan masa simpan dan menjaga nilai nutrisi di penyimpanan dingin.
Mangga	Kitosan + selulosananopartikel + carvacrol (bio-nanokomposit)	Menurunkan pertumbuhan <i>E. coli</i> 57% & <i>S. Aureus</i> 62%; Permeabilitas O ₂ 67% & uap air 46%
Pepaya	HACC <i>quaternized chitosan</i> + PVA composite film	Menjaga kesegaran, meningkatkan kekerasan, dan antimikroba spektrum luas
	Kitosan + Beeswax	Menekan laju respirasi, memperlambat kematangan 4-5 hari, menjaga karakter fisik & kimia, dan menekan tumbuh jamur
Pisang	Konjac glucomannan <i>nanocomposite spray coating</i>	Antimikroba, gas barrier, UV blocking, antioksidan; <i>prolonged freshness</i> dan <i>visual appeal</i>
	Caraway oil + chitosan nanoemulsion	Antibakteri, memperpanjang umur simpan, dan menjaga kualitas
Anggur	Nano ZnO <i>coating</i>	Meningkatkan kesegaran, mengurangi pertumbuhan jamur, meningkatkan kualitas dan molase
Jeruk nipis	Carboxymethyl cellulose + gum arabic + ZnO NPs (from lime peel extract)	Memperpanjang masa simpan, menjaga vit C, warna, dan tekstur
Jambu	Natrium alginat + kristalin nanoselulosa Pickering emulsion (minyak atsiri timi dan cengkeh)	Menjaga kualitas dan meningkatkan masa simpan secara signifikan
Tomat ceri	Gelatin + ekstrak rose + ZnO nanopartikel + Litsea cubeba oil Pickering emulsion	Menjaga kualitas selama penyimpanan, kombinasi efek anti jamur dan antioksidan
	ZnO NPs + xanthan + CMC	Penurunan laju transpirasi, pencegahan pertumbuhan mikroba, dan memperpanjang umur simpan hingga 20 hari

Pascapanen Pertanian

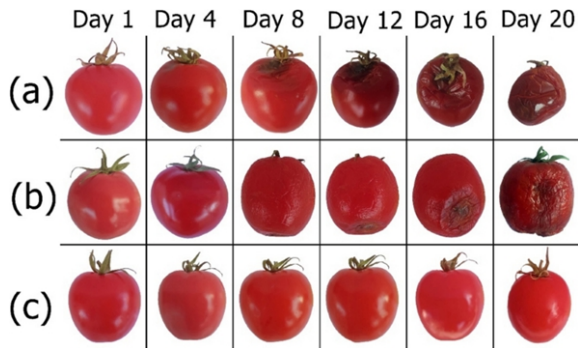


Gambar 2. Buah pisang yang disimpan 7 hari antara kontrol dan *coating caraway oil* + kitosan nanoemulsi (Das *et. al.*, 2023)



Gambar 3. Nanocoating ZnO pada buah anggur selama penyimpanan. (A) Kontrol, hanya dibilasi air; (B-E) 25, 50, 100, dan 250 ppm ZnO NPs; (F) 250 ppm ZnO biasa (El-Nasr *et. al.*, 2021)

Pascapanen Pertanian



Gambar 4. Penampakan visual tomat ceri selama penyimpanan 20 hari untuk (a) kontrol, (b) *coating* XA+CMC, dan (c) *coating* XA+CMC+ZnO NPs (Salama et. al, 2024)

Meski demikian, peluang pengembangan *coating* justru sangat besar. Dari sisi teknologi, *coating* relatif mudah diintegrasikan ke dalam sistem pascapanen yang sudah ada, terutama di tingkat *packing house*. Dibandingkan dengan investasi *cold chain* yang tinggi, *coating* dapat menjadi solusi komplementer yang lebih terjangkau untuk memperpanjang umur simpan produk hortikultura. Dalam jangka panjang, efisiensi yang dihasilkan dari pengurangan kehilangan hasil dapat memberikan keuntungan ekonomi yang signifikan, sekaligus berkontribusi pada pengurangan *food loss and waste*.

Aspek Keamanan, Regulasi dan Kebijakan

Penggunaan larutan *coating* pada produk pangan, khususnya *edible*

coating, pada dasarnya berada dalam kerangka regulasi keamanan pangan karena lapisan tersebut bersentuhan langsung dengan bahan yang akan dikonsumsi. Meskipun belum terdapat regulasi yang secara khusus mengatur *coating* sebagai satu kategori tersendiri, pengawasannya di Indonesia mengacu pada ketentuan mengenai bahan tambahan pangan, bahan kontak pangan, dan jaminan mutu produk segar. Dengan demikian, setiap bahan yang digunakan dalam formulasi *coating* harus dipastikan aman, tidak menimbulkan risiko kesehatan, serta digunakan sesuai dengan fungsi teknologinya.

Dari sisi regulasi, kerangka yang ada saat ini masih bersifat umum dan belum secara spesifik mengatur *edible coating* sebagai satu kategori tersendiri. Pengawasan oleh Badan Pengawas

Pascapanen Pertanian

Obat dan Makanan masih mengacu pada regulasi bahan tambahan pangan, sementara standar mutu mengacu pada Standar Nasional Indonesia. Kondisi ini menimbulkan ketidakpastian bagi pelaku usaha, terutama terkait penggunaan bahan aktif seperti antimikroba alami, proses registrasi, serta ketentuan pelabelan.

Di Indonesia, pengawasan terhadap penggunaan bahan *coating* dilakukan oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM), terutama melalui regulasi mengenai bahan tambahan pangan. Bahan-bahan seperti alginat, kitosan, pati termodifikasi, gliserol, maupun lilin alami yang umum digunakan dalam *coating* hanya dapat diaplikasikan apabila termasuk dalam daftar bahan yang diizinkan. Selain itu, penggunaannya juga harus memperhatikan batas maksimum yang telah ditetapkan agar tidak memengaruhi keamanan maupun karakteristik sensori produk. Dalam hal *coating* yang mengandung senyawa antimikroba atau antioksidan, aspek keamanan menjadi semakin penting karena senyawa aktif tersebut berpotensi meninggalkan residu pada permukaan pangan.

Selain aspek keamanan bahan, penerapan *coating* juga berkaitan dengan standar mutu produk hortikultura. Dalam hal ini, penerapan teknologi *coating* harus selaras dengan prinsip penanganan pascapanen yang baik, termasuk kebersihan, sanitasi, dan kesesuaian proses. Standar yang

dikembangkan melalui Standar Nasional Indonesia menjadi acuan penting untuk memastikan bahwa penggunaan *coating* tidak hanya memperpanjang umur simpan, tetapi juga tetap menjaga mutu fisik, kimia, dan organoleptik produk. *Coating* tidak boleh digunakan untuk menutupi kerusakan atau menyesatkan konsumen terhadap kondisi sebenarnya dari produk pangan.

Pada tingkat internasional, penggunaan *coating* pangan mengacu pada pedoman yang disusun oleh *Codex Alimentarius Commission* yang menetapkan bahwa bahan pelapis pangan harus aman, memiliki fungsi teknologi yang jelas, dan tidak menimbulkan persepsi yang menyesatkan. Prinsip serupa juga diterapkan oleh *Food and Drug Administration* di Amerika Serikat maupun lembaga keamanan pangan di Uni Eropa, di mana setiap bahan *coating* harus melalui evaluasi toksikologi sebelum diizinkan untuk digunakan pada produk pangan.

Dalam perspektif pengembangan teknologi pascapanen, regulasi mengenai *coating* sesungguhnya memiliki peran strategis karena dapat mendukung upaya pengurangan kehilangan hasil dan peningkatan daya simpan komoditas hortikultura. Namun demikian, masih diperlukan penguatan kebijakan yang lebih spesifik, terutama untuk mendorong pemanfaatan *coating* berbasis bahan alami lokal yang aman dan ramah lingkungan. Kejelasan regulasi akan menjadi landasan penting

Pascapanen Pertanian

agar inovasi *coating* dapat diterapkan secara lebih luas sekaligus mendukung strategi nasional dalam menekan *Food Loss and Waste* di sepanjang rantai pasok untuk ketahanan pangan berkelanjutan.

Dari sisi kebijakan, hal yang perlu dipertimbangkan adalah:

- Perlu adanya intervensi pemerintah dalam mendorong adopsi teknologi ini untuk meningkatkan nilai tambah produk buah.
- Pengembangan standar nasional khusus *edible coating*, penyusunan pedoman teknis aplikasi di tingkat lapangan, serta penyederhanaan proses perizinan untuk bahan alami merupakan langkah strategis yang dapat diambil.
- Selain itu, adanya integrasi *coating* dalam program penguatan rantai pasok hortikultura dan modernisasi pascapanen dapat mempercepat difusi teknologi ke tingkat petani dan pelaku usaha.

Penutup

Teknologi *coating* merupakan salah satu teknologi penanganan pascapanen untuk memperpanjang umur simpan buah yang prospektif untuk dikembangkan. Selain mendukung dalam program ekspor buah nasional, penggunaan lapisan *coating* dapat juga mengurangi kehilangan hasil pascapanen buah.

Dalam aplikasi dan *scale up* di tingkat industri dibutuhkan dukungan berupa regulasi dalam kerangka keamanan pangan, standar mutu baik secara nasional maupun internasional serta percepatan introduksi teknologi ke pengguna.

Pustaka

- Ali, M., Ali, A., Ali, S., Chen, H., Wu, H., Liu, R., Chen, H., Ahmed, Z.F.R., & Gao, H. (2025). Global insights and advances in edible coatings or films toward quality maintenance and reduced postharvest losses of fruit and vegetables: An updated review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 24(1), 1-32.
- Ana Perez-Vazquez, Paula Barciela , Maria Carpena , Miguel A Prieto. (2023). Edible Coatings as a Natural Packaging System to Improve Fruit and Vegetable Shelf Life and Quality. *MDPI Journal Foods* 2023, 12(19), 3570; <https://doi.org/10.3390/foods12193570>
- Alquraishi, M.I., Alfadda, N.A., Alabdullatif, W.A., Veeramani, C., Newehy, A.S.E., Al-Numair, K.S., Aloud, A.A., & Alsaif, M.A. (2025). Fruit and vegetable preservation from classical to advanced nanotechnology: an overview of efficacy and health concerns. *Food Chemistry*, X, 30, 102984.

Pascapanen Pertanian

- Dai, L., Wang, X., Zhang, J., & Li, C. (2025). Application of Chitosan and Its Derivatives in Postharvest Coating Preservation of Fruits. *Foods*, 14(8), 1318.
- Das, S.K., Vishakha, K., Das, S., & Ganguli, A. (2023). Antibacterial and antibiofilm activities of nanoemulsion coating prepared by using caraway oil and chitosan prolongs the shelf life and quality of bananas. *Applied Food Research*, 3(1), 100300.
- El-Nasr, M.K.A., El-Hennawy, H.M., Samaan, M.S.F., Salaheldin, T.A., El-Yazied, A.A., & El-Kereamy, A. (2021). Using Zinc Oxide Nanoparticles to Improve the Color and Berry Quality of Table Grapes Cv. Crimson Seedless. *Plants*, 10(1285), 1 - 4 .
<https://doi.org/10.3390/plants10071285>
- Gökmen, G. G., Mirsafii, F. S., Leißner, T., Akan, T., Mishra, Y. K., & Kışla, D. (2024). Zinc oxide nanomaterials: Safeguarding food quality and sustainability. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 23, e70051.
- Gupta, R.K., Guha, P., & Srivastav, P.P. (2024). Investigating the toxicological effects of nanomaterials in food packaging associated with human health and the environment. *Journal of Hazardous Materials Letters*, 5, 1-17.
- Marcela Miranda et al. (2024). Fundamentals of Edible Coatings and Combination with Biocontrol Agents: A Strategy to Improve Postharvest Fruit Preservation. *MDPI Journal Foods* 2024, 13(18), 2980 ;
<https://doi.org/10.3390/foods13182980>
- Paul, S.K., Dutta, H., Sarkar, S., Sethi, L.N., & Ghosh, S.K., (2019). Nanosized Zinc Oxide: Super-Functionalities, Present Scenario of Application, Safety Issues, and Future Prospects in Food Processing and Allied Industries. *Food Reviews International*, 35(6), 505-535.
- Ramya, S., Auxilia, J., Paital, B., Sharmila, D.J.S., Vethamoni, P.I., Venugopal, S., Indra, N., Subramanian, K.S., & Sahoo, D.K. (2025). Application of nanotechnology in fruit crops - from synthesis to sustainable packaging. *PeerJ*, 13.
- Salama, H.E., Khattab, M.A., Sabaa, M.W., & Aziz, M.S.A. (2024). Xanthan/carboxymethyl cellulose-based edible coatings enriched with greenly synthesized ZnO-NPs for active packaging applications. *Cellulose*, 31, 8189-8202.