

Potensi nutrasetikal buah berry dalam industri pangan: Artikel review

Rafaella Chandraseta Megananda ^{1*}, Universitas Diponegoro Semarang

Bernadetta Gandamastuti ², Universitas Diponegoro Semarang

*Corresponding author rchandraseta@gmail.com

Abstrak: Buah berry termasuk dalam buah-buahan berukuran kecil dengan warna mencolok dan memiliki rasa asam. Buah berry memiliki manfaat sebagai nutrasetikal karena kandungan senyawa bioaktif didalamnya. Komponen bioaktif dominan pada buah berry berupa antioksidan yang dapat digunakan sebagai treatment beberapa penyakit diantaranya anti inflamasi, antidiabetes dan mencegah terjadinya kardiovaskuler. Proses pengolahan pangan dalam industri harus memperhatikan senyawa bioaktif pada buah berry agar tidak mengalami kerusakan. Metode pengolahan pangan yang berkembang untuk mempertahankan senyawa aktif tersebut adalah *non thermal processing*.

Kata kunci: Blueberry, Non thermal processing, Murbei, Strawberry



PENDAHULUAN

Perkembangan istilah dalam dunia pangan melahirkan sebuah istilah bernama nutrasetikal. Nutrasetikal berasal dari kata nutrisi dan farmasi. Hal ini menunjukkan bahwa nutrasetikal merupakan sejenis makanan yang memiliki manfaat ditinjau secara medis untuk mengobati atau mencegah terjadinya penyakit (AZURA and DIANTINI 2019; Gondokesumo and Susilowati 2021). Nutrasetikal berbeda dengan obat-obatan karena nutrasetikal terdiri dari komposisi kimia kompleks sehingga proses targeting dalam sebuah penyakit membutuhkan waktu relatif lebih lama dibandingkan obat (Wang et al. 2021). Sedangkan obat sudah dilakukan proses isolasi dan tergeting terhadap sebuah vektor sehingga dampak penyembuhannya relatif lebih cepat. Produk nutrasetikal dapat berupa produk pangan yang dilakukan proses fortifikasi, substitusi dan pengkayaan atau dapat berupa suplemen makanan (D'Amato et al. 2019; Delfanian and Sahari 2020; Sidari and Tofalo 2019; Street 2015). Suplemen makanan yang dibuat berasal dari salah satu komposisi kimia produk makanan yang dilakukan proses isolasi untuk dijadikan sebagai suplemen pangan.

Berbagai jenis tumbuhan termasuk buah dan sayur dapat berpotensi besar sebagai nutrasetikal. Salah satu jenis buah yang berpotensi sebagai nutrasetikal adalah buah berry. Saat ini terdapat 17 jenis buah berry yang dapat ditanam dengan baik. Buah berry memiliki warna beragam mulai dari merah hingga ungu. Warna pada buah dapat sebagai salah satu indikator bahwa buah tersebut memiliki kandungan antioksidan (Cömert, Mogol, and Gökmen 2020; Ercisli et al. 2012). Buah berry memiliki ukuran kecil sehingga dapat dikonsumsi dalam satu gigitan. Ciri khas yang membedakan buah berry dengan buah lainnya adalah rasanya yang asam (Cedron et al. 2020). Rasa asam dari buah berry ini menunjukkan bahwa buah berry kaya akan vitamin C (A.B, Hamid, and Amini 2017; Fitriyana 2019).

Saat ini buah berry sudah mulai dimanfaatkan oleh manusia sebagai buah-buahan yang dikonsumsi secara langsung atau dijadikan sebagai campuran dalam pembuatan produk makanan. Jumlah buah berry yang ditambahkan dalam produk makanan cenderung lebih sedikit. Proses pengolahan pangan berbahan dasar buah berry sering kali ditambahkan berbagai jenis gula untuk menutupi rasa asam dari buah berry. Selain itu, proses pengolahan buah dengan suhu tinggi dapat menyebabkan terjadinya kerusakan senyawa kimia pada buah berry salah satunya adalah antioksidan (Komala and Husni 2021).

Kandungan vitamin C dan antioksidan yang tinggi pada buah berry menjadi salah satu keunggulan buah ini. Adanya senyawa antioksidan dalam buah dapat digunakan untuk menangkalkan radikal bebas dan dapat digunakan dalam sebuah treatment pengobatan (Manoharan et al. 2019). Berdasarkan hal tersebut buah berry berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai pangan nutrasetikal. Tinjauan pustaka ini akan memberikan ulasan mengenai senyawa kimia yang terdapat dalam setiap jenis buah berry dan potensi pengembangannya sebagai pangan nutrasetikal. Tujuan akhir dari tinjauan pustaka ini adalah memberikan gambaran untuk industri agar dapat mengembangkan dan mengeksplorasi buah berry sebagai pangan nutrasetikal.

PRODUK NUTRASETIKAL

Nutrasetikal merupakan jenis produk makanan yang memiliki manfaat bagi kesehatan. Manfaat yang diberikan merupakan adanya kemampuan untuk mencegah, mengobati dan digunakan dalam perawatan sebuah penyakit (Khorasani, Maziye, and Mozafari 2018; Wani and Pradyuman 2018). Pangan nutrasetikal dapat dikategorikan menjadi dua yaitu tradisional dan modern. Secara tradisional pangan nutrasetikal dalam bentuk 'asli' bahan makanan tersebut sedangkan nutrasetikal secara modern dapat berupa produk fortifikasi, pengkayaan, dan hasil isolasi (Aguilar-Pérez et al. 2023; Delfanian and Sahari 2020; Gulati, Ottaway, and Coppens 2014).

Nutrasetikal dapat dijadikan sebagai sebuah treatment untuk mengobati beberapa penyakit tertentu karena memiliki kandungan senyawa bioaktif didalamnya. Misalnya senyawa lycopene pada tomat bermanfaat sebagai anti kanker (Puah et al. 2021), omega 3 pada ikan salmon bermanfaat sebagai pencegah resiko terjadinya diabetes (Bhat et al. 2023), sulforaphane

pada brokoli bermanfaat untuk mengurangi resiko terjadinya kanker (Amjad et al. 2015) dan fucoidans pada alga bermanfaat sebagai antikoagulan (Nagumo and Nishino 2017).

Komponen bioaktif yang ditemukan dalam beberapa produk pangan dapat dilakukan proses isolasi dan pemurnian yang nantinya dapat ditambahkan dalam suplementasi pangan lain atau digunakan sebagai fortifikasi (Altemimi et al. 2017; Han et al. 2023). Pangan yang sudah mengalami proses fortifikasi memiliki senyawa bioaktif lebih kompleks dibandingkan dengan pangan yang masih dalam bentuk asli bahan tersebut. Proses isolasi yang dilakukan tetap harus memperhatikan sifat alami dari senyawa bioaktif agar tidak merusak struktur senyawa bioaktif. Misalnya senyawa antioksidan memiliki sifat mudah rusak jika terpapar suhu tinggi, sehingga proses isolasi dan pemurnian antioksidan tidak menggunakan suhu tinggi (Chen and Kan 2018; Sila and Bougateg 2016).

BUAH STRAWBERRY

Strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) memiliki warna merah saat sudah masak dengan bintik-bintik berupa biji yang mengelilingi permukaan buah. Strawberry dapat tumbuh dengan baik pada kondisi dataran tinggi. Buah strawberry memiliki rasa asam dengan sedikit manis saat sudah masak. Dalam 100 gram buah strawberry memiliki karbohidrat sebesar 8.3 g, lemak 0.5 g, protein 0.8 g, zat besi 0.8 mg, magnesium 10 mg, vitamin C 60 mg, folat 24 µg, dan kalsium 28 mg (Aubert et al. 2021). Vitamin C pada buah strawberry memiliki jumlah paling tinggi, hal ini terlihat dari rasa buah strawberry yang asam. Strawberry memiliki kandungan senyawa polifenol berupa antosianin yang berperan sebagai antioksidan (Mihálka et al. 2020).

Strawberry berperan penting dalam mencegah terjadinya inflamasi dalam tubuh. Komponenn yang berperan penting sebagai anti inflamasi pada strawberry adalah komponen senyawa fenol (Giampieri et al. 2017). Salah satu peristiwa yang membuktikan bahwa senyawa fenol pada strawberry berperan sebagai anti inflamasi terjadi pada penderita gastritis. Komponen senyawa tanin terbukti dapat menghambat sekresi interleukin di dalam sel epitel lambung manusia (Rajasekaran, Rajasekar, and Sivanantham. 2021). Hal ini membuktikan bahwa strawberry dapat berperan untuk mencegah terjadinya gastritis.

Strawberry juga berperan dalam mencegah terjadinya penyakit kardiovaskuler. Senyawa yang berperan dalam pencegahan penyakit kardiovaskuler adalah senyawa polifenol yang terdapat dalam strawberry (Rahayuningsih and Nofianti 2015). Komponen polifenol yang ada di dalam strawberry berperan penting dalam proses distribusi kolesterol dalam darah sehingga dapat mengurangi resiko terjadinya penyakit kardiovaskuler (Wilda and Damayanti 2022). Konsumsi strawberry yang dianjurkan adalah 10-500 gram per porsi, namun jumlah konsumsi ini dapat disesuaikan kembali dengan makanan lain yang dikonsumsi bersamaan dengan strawberry.

BUAH BLUEBERRY

Blueberry termasuk dalam tanaman semak yang tumbuh subur di daerah Amerika. Ukuran dari blueberry relatif lebih kecil dibandingkan berry lainnya dengan bentuk bulat dan berwarna biru keunguan. Warna biru keunguan dari blueberry disebabkan oleh adanya kandungan antosianin yang tersebar di seluruh bagian kulit hingga daging buah (Herrera-Balandrano et al. 2021). Senyawa antosianin yang terdapat pada buah blueberry berperan sebagai antioksidan, antikanker dan antibakteri. Dalam 100 gram buah blueberry mengandung serat 2.4 g, gula 9.96 g, vitamin C 9.7 mg, folat 6 µg dan magnesium 6 mg (Zia and Alibas 2021). Manfaat kesehatan yang diberikan oleh buah blueberry adalah menjaga kesehatan tulang, merawat kesehatan kulit, menjaga kesehatan jantung, dan dapat mengurangi resiko kanker (Soleha 2016).

Senyawa bioaktif yang dominan dalam blueberry adalah senyawa golongan flavonoid diantaranya adalah antosianin dan flavonols (Miller, Feucht, and Schmid 2019). Konsumsi buah blueberry selama 6 minggu berturut-turut dapat memberikan pengaruh kesehatan berupa pencegahan yang baik terhadap terjadinya inflamasi dalam tubuh. Hal ini terlihat dalam peningkatan kualitas endotelial (Stull et al. 2015). Konsumsi blueberry dalam jumlah yang

berbeda tentunya dapat memberikan hasil yang berbeda karena jumlah senyawa bioaktif yang masuk dalam tubuh juga mengalami perbedaan.

BUAH MURBEI

Murbei (*Morus alba L.*) merupakan tanaman yang tumbuh subur di area perkebunan lereng gunung. Buahnya berbentuk seperti balon menggerombol berukuran kecil. Murbei yang sudah matang ditandai dengan adanya perubahan warna menjadi kehitaman dengan rasa manis dengan sedikit rasa asam. Murbei memiliki kandungan senyawa antioksidan yang baik sehingga banyak dimanfaatkan sebagai obat-obatan (Handaratri and Yuniati 2019). Komposisi senyawa biokimia dominan pada murbei adalah senyawa alkaloid, flavonoid, dan polifenol. Komposisi ini sangat dipengaruhi oleh tingkat kematangan buah murbei (Mabrurroh, Mursiti, and Kusumo 2019; Nastiti, Nurhamidah, and Chandra 2019).

Buah murbei dapat berperan sebagai antidiabetes. Pada penderita diabetes mengalami kerusakan pankreas dalam memproduksi hormon insulin, hal ini menyebabkan penderita diabetes harus mendapatkan insulin dari luar tubuhnya. Konsumsi buah murbei secara rutin pada penderita diabetes melitus tipe 2 dapat meningkatkan sensitivitas produksi insulin dalam tubuh (Sari, A. DESI PURNAMA, C. Kesumasari 2013). Peningkatan produksi insulin dalam tubuh dapat membantu pengobatan diabetes sehingga penderita diabetes dapat mengurangi dosis insulin yang masuk dalam tubuh.

Tingginya kandungan antioksidan pada buah murbei dapat berperan sebagai antimikroba. Buah murbei dapat menghambat tumbuhnya *Streptococcus spp* sebagai salah satu penyebab terjadinya infeksi dalam tubuh manusia (Aulifa and Rendo 2018). Efektivitas antimikroba pada murbei sudah terbukti dalam menghambat tumbuhnya *S. Typhimurium* penyebab gastroenteritis akut yang dapat ditemukan pada makanan yang tidak dimasak sempurna atau makanan yang sudah mengalami kontaminasi (Chen et al. 2021).

PROSES PENGOLAHAN PRODUK UNTUK MEMPERTAHANKAN KOMPONEN NUTRASETIKAL

Buah berry memiliki masa simpan relatif singkat sehingga diperlukan adanya proses pengolahan lebih lanjut. Tujuan dari proses pengolahan ini adalah memperpanjang masa simpan dari buah berry namun masih mempertahankan sifat fungsional dan senyawa bioaktif didalamnya. Proses pengolahan buah berry tentunya dapat meningkatkan nilai ekonomis dari buah berry tersebut. Sebagian besar proses pengolahan yang tepat dilakukan dengan suhu rendah dan tekanan atau dikenal sebagai *non thermal processing*. Hal ini bertujuan untuk menghindari penggunaan suhu tinggi dalam pengolahan karena suhu tinggi pada pengolahan buah berry dapat merusak sifat fungsionalitas dan senyawa bioaktif.

Tabel 1. Non Thermal Processing pada Buah Berry

Metode pengolahan	Buah yang diolah	Produk	Hasil	Referensi
HPP	Strawberry	Puree, jus	Meningkatkan masa simpan hingga 49 hari	(Aaby et al. 2018)
		Puree	Meningkatkan masa simpan hingga 3 bulan (90 hari) dan mempertahankan senyawa bioaktif di dalamnya	(Terefe, Netzel, and Netzel 2019)
		Puree	Inaktivasi enzim PPO	(Sulaiman et al. 2015)

Metode pengolahan	Buah yang diolah	Produk	Hasil	Referensi
HPP, PEF		Jus	Meningkatkan bioaccessibility dari antosianin	(Stübler et al. 2020)
<i>Freeze dried</i> dengan <i>pre treatment</i> berupa <i>ultrasound</i> dan dehidrasi osmotik		<i>Freeze dried product</i>	Meningkatkan warna merah pada produk dan mempertahankan warna selama masa simpan	(Garcia-Noguera et al. 2014)
UHP-US <i>Freeze Dried</i>		Strawberry <i>slice</i>	Terjadi peningkatan senyawa volatil	(Wang et al. 2022)
<i>Freeze drying</i>	Blueberry	Blueberry <i>freeze dried</i>	Terjadi peningkatan senyawa fenolik pada <i>freeze dried blueberry</i>	(Shivembe and Ojinnaka 2017)
<i>Foam Matt Freeze Drying</i>		Blueberry <i>powder</i>	Jumlah senyawa antosianin lebih tinggi (FMFD) dibandingkan <i>spray dryer (SD)</i>	(Darniadi et al. 2019)
<i>Thermosonication</i> dikombinasikan dengan <i>High Hydrostatic Pressure</i>		Jus	Meningkatkan senyawa fenol pada jus dan mengurangi terjadinya kontaminasi mikroorganisme	(Chen et al. 2022)
PEF sebagai pretreatment <i>Osmotic dehydration</i>		<i>Dehydrated blueberries</i>	Mempersingkat proses pengeringan buah	(Yu et al. 2017)
<i>Freeze drying</i>	Murbei	<i>Freeze dried murbei</i>	Meningkatkan senyawa fenol dan kapasitas antioksidan	(Krzykowski et al. 2023)

Freeze Dried

Freeze dried powder merupakan produk olahan yang dibuat melalui proses pengeringan beku (Yulvianti, Ernayati, and Tarsono 2015). Alat yang digunakan dalam pembuatan produk ini adalah freeze dryer. Prinsip kerja freeze dryer adalah terjadinya pembekuan sampel kemudian dilakukan proses pengeringan pada suhu ruang (Krzykowski et al. 2023). Produk yang dikeringkan dengan freeze dryer memiliki karakteristik hampir sama dengan produk aslinya karena proses pengeringan dengan freeze dryer tidak mengubah komposisi kimia dari produk (Lelita, Rohadi, and Putri 2013).

Buah berry dapat diubah menjadi serbuk agar dapat memiliki masa simpan lebih panjang melalui proses pengeringan beku. Preparasi sampel yang dilakukan adalah membekukan buah berry selama minimal 1x24 jam atau sampai seluruh bagian buah berry beku secara sempurna. Setelah didapatkan sampel beku, buah berry dilakukan proses pengeringan hingga didapatkan sampel kering. Proses pembuatan bubuk dilakukan dengan menghancurkan buah berry dengan mortar atau grinder kemudian diayak dengan ukuran 100 mesh untuk mendapatkan serbuk dengan ukuran seragam.

Proses pengeringan beku dipilih karena pengeringan dilakukan dengan suhu ruang sekitar 25-30°C. Pada suhu ini tidak terjadi kerusakan antioksidan karena antioksidan akan mulai mengalami kerusakan pada suhu di atas 60°C (Maharani, Kurniasih, and Sumardianto 2023). Senyawa lain juga tidak akan mengalami kerusakan termasuk pigmen warna. Kerusakan yang terjadi dapat berupa kerusakan tekstur buah karena terjadi *chilling injury* selama proses preparasi sampel. Terjadinya *chilling injury* disebabkan oleh adanya kristal es yang berkembang di dalam buah sehingga dapat merusak sel buah (Setiawan 2018).

Ultrasound Treatment

Ultrasound treatment merupakan pemanfaatan gelombang ultrasonik dalam proses produksi produk pangan. Dalam industri pangan ultrasound treatment dapat berfungsi untuk mengurangi kontaminasi pada produk, mengurangi cemaran logam berat, bermanfaat dalam proses pasteurisasi dan sterilisasi dan dapat digunakan dalam proses ekstraksi (Khandpur and Gogate 2016; Li and Farid 2016). Saat ini penggunaan ultrasound treatment dapat digunakan dalam proses produksi jus buah.

Jus buah menjadi produk minuman yang paling sederhana. Konsumen mengharapkan dengan konsumsi jus buah akan mendapatkan nutrisi yang hampir sama dengan buah aslinya namun dapat mempermudah dalam proses konsumsi. Jus buah banyak dipilih bagi masyarakat yang tidak memiliki waktu banyak untuk makan karena cukup meminum jus mendapatkan kandungan gizi hampir sama dengan buah aslinya.

Dalam proses produksi jus buah, dilakukan proses pasteurisasi jus yang sudah jadi dengan tujuan inaktivasi enzim yang dapat merusak isi jus buah. Proses termal yang dilakukan pada produksi jus buah dapat menurunkan aktivitas antioksidan pada produk (Escudero-López et al. 2016). Penerapan ultrasound treatment dilakukan pada proses pengemasan jus buah untuk memastikan bahwa jus aman dari cemaran. Proses ultrasound yang disarankan yaitu selama 12 menit karena dapat mempertahankan kandungan vitamin C, komponen fenol dan flavonoid pada jus buah (Wang et al. 2019).

Pulsed Electric Fields

Pulsed Electric Fields (PEF) merupakan jenis pengolahan pangan non termal dengan menggunakan energi listrik (Zhang et al. 2018). Penerapan PEF dalam industri pangan berkembang untuk menciptakan produk steril tanpa melalui proses thermal. Intensitas listrik yang digunakan beragam mulai dari 10-80 kV/cm disesuaikan dengan jenis bahan yang akan digunakan (Oziembłowski, Drózd, and Wrona 2013).

Penerapan PEF dalam industri pangan digunakan untuk proses pasteurisasi puree. Puree merupakan produk buah yang dilakukan proses pelumatan menjadi tekstur seperti bubur. Untuk mendapatkan konsistensi yang sama, puree biasanya dilakukan proses penyaringan. Penerapan PEF dalam pembuatan puree bertujuan untuk menciptakan produk puree yang steril sehingga dapat memperpanjang masa simpan produk. Puree yang diberi treatment PEF mengalami penurunan populasi bakteri *E.Coli*, memiliki warna dan rasa yang konsisten dan dapat disimpan selama 3 bulan (Geveke et al. 2015).

Teknologi PEF dapat juga diaplikasikan dalam proses pembuatan jus buah. Saat ini konsumen menghendaki jus buah dengan karakteristik hampir sama dengan sari buah asli walaupun sudah disimpan dalam jangka waktu yang panjang. Teknologi PEF terbukti dapat memperpanjang masa simpan jus buah hingga 28 hari dan dapat meningkatkan total senyawa antosianin yang terdapat dalam jus buah (Yildiz et al. 2021).

High Pressure Processing

Teknologi High Pressure Processing (HPP) merupakan metode pengolahan pangan non termal yang memanfaatkan penggunaan tekanan tinggi hingga 6000 atm (Setiawan, Herdiman, and Rochman 2022). Tujuan utama dari HPP adalah inaktivasi mikroorganisme atau enzim yang ada di dalam produk pangan (Jalilzadeh, Tunçtürk, and Hesari 2015). Aplikasi HPP pada produk pangan dapat memperpanjang masa simpan dari produk (Rode and Hovda 2016). Keuntungan

lain dari aplikasi HPP dalam proses produksi pangan adalah menjaga komponen senyawa bioaktif pada produk pangan.

HPP dapat diaplikasikan pada proses produksi strawberry puree. Penerapan teknologi ini dapat memperpanjang masa simpan strawberry puree hingga 6 minggu. Kondisi lingkungan yang mendukung masa simpan ini adalah penyimpanannya suhu dingin (6°C). Penerapan HPP juga tidak mengubah karakteristik produk termasuk warna dari puree strawberry (Marszałek et al. 2017).

SIMPULAN

Buah berry memiliki senyawa bioaktif yang dapat dimanfaatkan sebagai nutrasetikal. Konsumsi buah berry dalam jumlah cukup dapat mengurangi terjadinya resiko beberapa penyakit. Proses pengolahan non thermal direkomendasikan untuk menghasilkan produk olahan buah berry dengan masa simpan lebih panjang namun masih memiliki sifat fungsional yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- A.B, Sitti Salmiyah, Fahmi Abdul Hamid, and Rif'atul Amini. 2017. "FISIKOKIMIA DAN KANDUNGAN VITAMIN C PADA BUAHTOME-TOME (FLACOURTIA INERMIS)KOTA TERNATE." *LINK* 13(1):57–60.
- Aaby, Kjersti, Ingunn Haugland Grimsbo, Maria Befring Hovda, and Tone Mari Rode. 2018. "Effect of High Pressure and Thermal Processing on Shelf Life and Quality of Strawberry Purée and Juice." *Food Chemistry* 115–23.
- Altemimi, Ammar, Naoufal Lakhssassi, Azam Baharlouei, Dennis G. Watson, and David A. Lightfoot. 2017. "Phytochemicals: Extraction, Isolation, and Identification of Bioactive Compounds from Plant Extracts." *Medicinal Plants and Natural Product Research* 6(4):42.
- Amjad, Ali I., Rahul A. Parikh, Leonard J. Appleman, Eun-Ryeong Hahm, Kamayani Singh, and Shivendra V. Singh. 2015. "Broccoli-Derived Sulforaphane and Chemoprevention of Prostate Cancer: From Bench to Bedside." *Current Pharmacology Reports* 1:382–90.
- Aubert, Christophe, Marie Bruaut, Guillaume Chalot, and Valentine Cottet. 2021. "Impact of Maturity Stage at Harvest on the Main Physicochemical Characteristics, the Levels of Vitamin C, Polyphenols and Volatiles and the Sensory Quality of Gariguette Strawberry." *European Food Research and Technology Volume* 247:37–49.
- Aulifa, Diah Lia, and Maria Selviana Rendo. 2018. "Aktivitas Antibakteri Ekstrak N-Heksan, Etil Asetat, Dan Etanol Morus Alba l. Terhadap Bakteri Penyebab Karies Gigi." *Jurnal Sains Dan Teknologi Farmasi Indonesia* 4(2).
- AZURA, ALIA RESTI, and AJENG DIANTINI. 2019. "Peran Nutrasetikal Pada Kanker Paru-Paru." *Farmaka* 17(2):209–21.
- Bhat, Salman, Sudipa Sarkar, Duha Zaffar, Paresh Dandona, and Rita R. Kalyani. 2023. "Omega-3 Fatty Acids in Cardiovascular Disease and Diabetes: A Review of Recent Evidence." *Current Cardiology Reports* 25(2).
- Cedron, Marta Gómez de, Sonia Wagner, Marina Reguero, Adrián Menéndez-Rey, and Ana Ramírez de Molina. 2020. "Miracle Berry as a Potential Supplement in the Control of Metabolic Risk Factors in Cancer." *Antioxidants and Cancer* 9(12).
- Chen, Centhya, Umi Hartina Mohamad Razali, Fiffy Hanisdah Saikim, Azniza Mahyudin, and Nor Qhairul Izzreen Mohd Noor. 2021. "Morus Alba L. Plant: Bioactive Compounds and Potential as a Functional Food Ingredient." *Food* 10(3):689.
- Chen, Guangjing, and Jianquan Kan. 2018. "Characterization of a Novel Polysaccharide Isolated from Rosa Roxburghii Tratt Fruit and Assessment of Its Antioxidant in Vitro and in Vivo." *International Journal of Biological Macromolecules* 107:166–74.
- Chen, Tianshun, Bin Li, Chi Shu, Jinlong Tian, Ye Zhang, Ningxuan Gao, Zhen Cheng, Xu Xie,

- and Jiaxin Wang. 2022. "Combined Effect of Thermosonication and High Hydrostatic Pressure on Bioactive Compounds, Microbial Load, and Enzyme Activities of Blueberry Juice." *Food Science and Technology International*.
- Cömert, Ezgi Doğan, Burçe Ataç Mogol, and Vural Gökmen. 2020. "Relationship between Color and Antioxidant Capacity of Fruits and Vegetables." *Current Research in Food Science* 2:1–10.
- D'Amato, Roberto, Mauro De Feudis, Marcello Guiducci, and Daniela Businelli. 2019. "Zea Mays L. Grain: Increase in Nutraceutical and Antioxidant Properties Due to Se Fortification in Low and High Water Regimes." *Agricultural and Food Chemistry* 67:7050–59.
- Darniadi, Sandi, Idolo Ifie, Peter Ho, and B. S. Murray. 2019. "Evaluation of Total Monomeric Anthocyanin, Total Phenolic Content and Individual Anthocyanins of Foam-Mat Freeze-Dried and Spray-Dried Blueberry Powder." *Journal of Food Measurement and Characterization* 13.
- Delfanian, Mojtaba, and Mohammad Ali Sahari. 2020. "Improving Functionality, Bioavailability, Nutraceutical and Sensory Attributes of Fortified Foods Using Phenolics-Loaded Nanocarriers as Natural Ingredients." *Food Research International* 137.
- Ercisli, Sezai, Murat Tosun, Huseyin Karlidag, Ahmed Dzubur, Semina Hadziabulic, and Yasmina Aliman. 2012. "Color and Antioxidant Characteristics of Some Fresh Fig (*Ficus Carica* L.) Genotypes from Northeastern Turkey." *Plant Foods for Human Nutrition* 67.
- Escudero-López, Blanca, Isabel Cerrillo, Ángel Gil-Izquierdo, Dámaso Hornero-Méndez, Griselda Herrero-Martín, Genoveva Berná, Sonia Medina, Federico Ferreres, Franz Martín, and María-Soledad Fernández-Pachón. 2016. "Effect of Thermal Processing on the Profile of Bioactive Compounds and Antioxidant Capacity of Fermented Orange Juice." *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 67.
- Fitriyana, Ratna Ayu. 2019. "Perbandingan Kadar Vitamin C Pada Jeruk Nipis (*Citrus X Aurantiifolia*) Dan Jeruk Lemon (*Citrus X Limon*) Yang Dijual Di Pasar Lingsapura Kabupaten Brebes." *PUBLICITAS AK* 1(1).
- Garcia-Noguera, Juan, Francisca I. P. Oliveira, Curtis L. Weller, Sueli Rodrigues, and Fabiano A. N. Fernandes. 2014. "Effect of Ultrasonic and Osmotic Dehydration Pre-Treatments on the Colour of Freeze Dried Strawberries." *Journal of Food Science and Technology* 51.
- Geveke, David J., Isolde Aubuchon, Howard Q. Zhang, Glenn Boyd, Joseph E. Sites, and Andrew B. W. Bigley. 2015. "Validation of a Pulsed Electric Field Process to Pasteurize Strawberry Purée." *Journal of Food Engineering* 166.
- Giampieri, Francesca, Tamara Y. Forbes-Hernandez, Massimiliano Gasparrini, Sadia Afrin, Danila Cianciosi, Patricia Reboledo-Rodriguez, Alfonso Varela-Lopez, Jose L. Quiles, Bruno Mezzetti, and Maurizio Battino. 2017. "The Healthy Effects of Strawberry Bioactive Compounds on Molecular Pathways Related to Chronic Diseases." *ANNALS OF THE NEW YORK ACADEMY OF SCIENCES* 1–10.
- Gondokesumo, Marisca Evalina, and Retno Wilujeng Susilowati. 2021. "Potensi Kurma Sebagai Sumber Nutrasetikal Dan Pangan Fungsional." *JFIOOnline* 13(2):216–31.
- Gulati, Om P., Peter Berry Ottaway, and Patrick Coppens. 2014. "Botanical Nutraceuticals,(Food Supplements, Fortified and Functional Foods) in the European Union with Main Focus on Nutrition And Health Claims Regulation." Nutraceutical and Functional Food Regulations in the United States and Around the World." *Academic Press* 221–56.
- Han, Mei, Fengxian Yang, Kun Zhang, Jiyan Ni, Xia Zhao, Xuelin Chen, Zhennan Zhang, Hanlei Wang, Jing Lu, and Yumei Zhang. 2023. "Antioxidant, Anti-Inflammatory and Anti-Diabetic Activities of *Tectona Grandis* Methanolic Extracts, Fractions, and Isolated Compounds." *Antioxidant Activity of Natural Products* 12(3):664.
- Handaratri, Anitarakhmi, and Yuyun Yuniati. 2019. "Kajian Ekstraksi Antosianin Dari Buah Murbei Dengan Metode Sonikasi Dan Microwave." *Reka Buana: Jurnal Ilmiah Teknik*

- Sipil Dan Teknik Kimia* 4(1):63–67.
- Herrera-Balandrano, Daniela D., Zhi Chai, Trust Beta, Jin Feng, and Wuyang Huang. 2021. “Blueberry Anthocyanins: An Updated Review on Approaches to Enhancing Their Bioavailability.” *Trends in Food Science & Technology* 118.
- Jalilzadeh, Abbas, Yusuf Tunçtürk, and Jvad Hesari. 2015. “Extension Shelf Life of Cheese: A Review.” *International Journal of Dairy Science* 10(2):44–60.
- Khandpur, Paramjeet, and Parag R. Gogate. 2016. “Evaluation of Ultrasound Based Sterilization Approaches in Terms of Shelf Life and Quality Parameters of Fruit and Vegetable Juices.” *Ultrasonics Sonochemistry* 337–53.
- Khorasani, Sepideh, Danaei Maziyyeh, and M. .. Mozafari. 2018. “Nanoliposome Technology for the Food and Nutraceutical Industries.” *Trends in Food Science & Technology* 79:106–16.
- Komala, Putu Tara Hradaya, and Amir Husni. 2021. “PENGARUH SUHU EKSTRAKSI TERHADAP AKTIVITAS ANTIOKSIDANEKSTRAK METANOLIK *Eucheuma Spinosum*.” *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 24(1):1–10.
- Krzykowski, Andrzej, Dariusz Dziki, Stanisław Rudy, Renata Polak, Beata Biernacka, Urszula Gawlik-Dziki, and Emilia Janiszewska-Turak. 2023. “Effect of Air-Drying and Freeze-Drying Temperature on the Process Kinetics and Physicochemical Characteristics of White Mulberry Fruits (*Morus Alba L.*)” *Current Trends in Food and Food Byproducts Processing* 11(3).
- Lelita, Dea Ira, Rohadi Rohadi, and Aldila Sagitaning Putri. 2013. “Sifat Antioksidatif Ekstrak Teh (*Camellia Sinensis* Linn.) Jenis Teh Hijau, Teh Hitam, Teh Oolong Dan Teh Putih Dengan Pengeringan Beku (Freeze Drying).” *Jurnal Teknologi Pangan Dan Hasil Pertanian* 13(1):15–30.
- Li, Xiang, and Mohammed Farid. 2016. “A Review on Recent Development in Non-Conventional Food Sterilization Technologies.” *Journal of Food Engineering* 182:33–45.
- Mabruroh, Eva Qomariyah, Sri Mursiti, and Ersanghono Kusumo. 2019. “Isolasi Dan Identifikasi Senyawa Flavonoid Dari Daun Murbei (*Morus Alba Linn.*)” *Indonesian Journal of Chemical Science* 8(1):16–22.
- Maharani, Natasha Rizky, Retno Ayu Kurniasih, and Sumardianto Sumardianto. 2023. “EKSTRAKSI ASTAXANTHIN DENGAN SUHU YANG BERBEDA DARI KARAPAS UDANG VANAME (*Litopenaeus Vannamei*) MENGGUNAKAN PELARUT MINYAK KELAPA.” *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Perikanan* 5(1):26–31.
- Manoharan, Ashwini Lydia, Suman Thamburaj, Kasipandi Muniyandi, Gayathri Jagadeesan, Saikumar Sathyanarayanan, Gayathri Nataraj, and Parimelazhagan Thangaraj. 2019. “Antioxidant and Antimicrobial Investigations of *Elaeocarpus Tectorius* (Lour.) Poir . Fruits against Urinary Tract Infection Pathogens .” *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology* 20.
- Marszałek, Krystian, Łukasz Woźniak, Sylwia Skąpska, and Marta Mitek. 2017. “High Pressure Processing and Thermal Pasteurization of Strawberry Purée: Quality Parameters and Shelf Life Evaluation during Cold Storage.” *Journal of Food Science and Technology* 54:832–41.
- Mihálka, Virág, Attila Hüvely, Judit Pető, and Ildikó Király. 2020. “Mineral Element Content of Organically versus Conventionally Grown Strawberries.” *Gradus* 7(2):218–24.
- Miller, Katharina, Walter Feucht, and Markus Schmid. 2019. “Bioactive Compounds of Strawberry and Blueberry and Their Potential Health Effects Based on Human Intervention Studies: A Brief Overview.” *Nutrients* 11(7).
- Nagumo, Terukazu, and Takashi Nishino. 2017. “Fucan Sulfates and Their Anticoagulant Activities.” *Polysaccharides in Medicinal Applications* 545–74.
- Nastiti, Diah Sari, Nurhamidah Nurhamidah, and I. Nyoman Chandra. 2019. “Pemanfaatan Ekstrak Buah *Morus Alba L.*(Murbei) Sebagai Pengawet Alami Ikan *Selaroides Leptolepis* (Selar).” *Alotrop* 3(1).
- Oziembłowski, Maciej, Tomasz Drózdź, and Paulina Wrona. 2013. “Oddziaływanie Pulsacyjnych Pól Elektrycznych (PEF) Na Mikroorganizmy w Kontekście Technologii

- Żywności.” *Przegląd Elektrotechniczny* 12(89):222–25.
- Puah, Boon-Peng, Juriyati Jalil, Ali Attiq, and Yusof Kamisah. 2021. “New Insights into Molecular Mechanism behind Anti-Cancer Activities of Lycopene.” *Molecules* 26(13).
- Rahayuningsih, Nur, and Tita Nofianti. 2015. “Efek Antihiperlipidemia Ekstrak Etanol Buah Strawberry (*Fragaria x Ananassa Duchesne*) Pada Tikus Putih Dari Daerah Bandung.” *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada: Jurnal Ilmu-Ilmu Keperawatan, Analisis Kesehatan Dan Farmasi* 13(1).
- Rajasekaran, Subbiah, Nandhine Rajasekar, and Ayyanar Sivanantham. 2021. “Therapeutic Potential of Plant-Derived Tannins in Non-Malignant Respiratory Diseases.” *The Journal of Nutritional Biochemistry* 94.
- Rode, Tone Mari, and Maria Befring Hovda. 2016. “High Pressure Processing Extend the Shelf Life of Fresh Salmon, Cod and Mackerel.” *Food Control* 70(242–248).
- Sari, A. DESI PURNAMA, C. Kesumasari, and S. Alharini. 2013. “Upaya Penanganan Dan Perilaku Pasien Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 Di Puskesmas Maccini Sawah Kota Makassar Tahun 2013.” *Jurnal Kesehatan*.
- Setiawan, Eko. 2018. “Perbedaan De-Astringency Terhadap Lama Masa Simpan Buah Kesemek.” *Jurnal Agroekoteknologi* 11(1):28–33.
- Setiawan, Muhammad Dani, Lobes Herdiman, and Taufiq Rochman. 2022. “Selection of Non-Thermal Technology for Honey Pasteurization Machine Using Multi-Criteria Decision Making.” *Jurnal Ilmiah Teknik Industri* 21(2):196–204.
- Shivembe, Allan, and Delia Ojinnaka. 2017. “Determination of Vitamin C and Total Phenolic in Fresh and Freeze Dried Blueberries and the Antioxidant Capacity of their Extracts.” *Integrative Food, Nutrition and Metabolism*.
- Sidari, Rossana, and Rosanna Tofalo. 2019. “A Comprehensive Overview on Microalgal-Fortified/Based Food and Beverages.” *Food Reviews International* 35(8):778–805.
- Sila, Assaad, and Ali Bougatef. 2016. “Antioxidant Peptides from Marine By-Products: Isolation, Identification and Application in Food Systems. A Review.” *Journal of Functional Foods* 21:10–26.
- Soleha, Tri Umiana. 2016. “Blueberry (*Vaccinium Corymbosum*) Dalam Menghambat Proses Inflamasi.” *Jurnal Majority* 5(1):63–67.
- Street, Alice. 2015. “Food as Pharma: Marketing Nutraceuticals to India’s Rural Poor.” *Critical Public Health* 25(3):361–72.
- Stübler, Anna-Sophie, Uri Lesmes, Andreas Juadjur, Volker Heinz, Cornelia Rauh, Avi Shpigelman, and Kemal Aganovic. 2020. “Impact of Pilot-Scale Processing (Thermal, PEF, HPP) on the Stability and Bioaccessibility of Polyphenols and Proteins in Mixed Protein- and Polyphenol-Rich Juice Systems.” *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 64.
- Stull, April J., Katherine C. Cash, Catherine M. Champagne, Alok K. Gupta, Raymond Boston, Robbie A. Beyl, William D. Johnson, and William T. Cefalu. 2015. “Blueberries Improve Endothelial Function, but Not Blood Pressure, in Adults with Metabolic Syndrome: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Clinical Trial.” *Nutrients* 7(6):4107–23.
- Sulaiman, Alifdalino, Ming J. Soo, Marilyn M. L. Yoon, Mohammed Farid, and Filipa V. M. Silva. 2015. “Modeling the Polyphenoloxidase Inactivation Kinetics in Pear, Apple and Strawberry Purees after High Pressure Processing.” *Journal of Food Engineering* 147:89–94.
- Terefe, Netsanet Shiferaw, Gabriele A. Netzel, and Michael E. Netzel. 2019. “Copolymerization with Sinapic Acid Improves the Stability of Anthocyanins in High-Pressure-Processed Strawberry Purees.” *Journal of Chemistry* 1–8.
- Wang, Chao, Lihui Zhang, Yu Qiao, Li Liao, Defang Shi, Jun Wang, and Liu Shi. 2022. “Effects of Ultrasound and Ultra-High Pressure Pretreatments on Volatile and Taste Compounds of Vacuum-Freeze Dried Strawberry Slice.” *LWT* 160.
- Wang, Jin, Jun Wang, Jinghua Yea, Sai Kranthi Vangaa, and Vijaya Raghavana. 2019. “Influence of High-Intensity Ultrasound on Bioactive Compounds of Strawberry Juice:

- Profiles of Ascorbic Acid, Phenolics, Antioxidant Activity and Microstructure.” *Food Control* 96:128–36.
- Wang, Ling-Yang, Yuan-Yuan Niu, Ming-Yu Zhao, Yue-Ming Yu, Yan-Tuan Li, Zhi-Yong Wua, and Cui-Wei Yan. 2021. “Supramolecular Self-Assembly of Amantadine Hydrochloride with Ferulic Acid via Dual Optimization Strategy Establishes a Precedent of Synergistic Antiviral Drug-Phenolic Acid Nutraceutical Cocrystal.” *Analyst* 12.
- Wani, Sajad Ahmad, and Kumar Pradyuman. 2018. “Fenugreek: A Review on Its Nutraceutical Properties and Utilization in Various Food Products.” *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* 17(2):97–106.
- Wilda, Lexy Oktora, and Ine Nadia Damayanti. 2022. “PENGARUH PEMBERIAN REBUSAN DAUN TEH HIJAU TERHADAP PERUBAHAN KADAR KOLESTROL PADA LANSIA DI DESA LOSARI KECAMATAN GONDANG KABUPATEN NGANJUK.” *JURNAL SABHANGA* 4(2).
- Yildiz, Semanur, Prashant Raj Pokhrel, Sevcan Unluturk, and Gustavo V. Barbosa-Canovas. 2021. “Shelf Life Extension of Strawberry Juice by Equivalent Ultrasound, High Pressure, and Pulsed Electric Fields Processes.” *Food Research International* 140.
- Yu, Yuanshan, Tony Z. Jin, Xuotong Fan, and Yujuan Xu. 2017. “Osmotic Dehydration of Blueberries Pretreated with Pulsed Electric Fields: Effects on Dehydration Kinetics, and Microbiological and Nutritional Qualities.” *Drying Technology*.
- Yulvianti, Meri, Widya Ernayati, and Tarsono Tarsono. 2015. “Pemanfaatan Ampas Kelapa Sebagai Bahan Baku Tepung Kelapa Tinggi Serat Dengan Metode Freeze Drying.” *Jurnal Integrasi Proses* 5(2).
- Zhang, Ruobing, Xin Li, Zhiyuan Wang, ZhiHao Chen, and Gang Du. 2018. “Prediction of the Electric Discharge Occurrence under Repetitive Bipolar Rectangular Pulsed Electric Field <20 KV/Cm.” *Applied Physics Letters* 113(6).
- Zia, Mahrukh Parveez, and Ilknur Alibas. 2021. “Influence of the Drying Methods on Color, Vitamin C, Anthocyanin, Phenolic Compounds, Antioxidant Activity, and in Vitro Bioaccessibility of Blueberry Fruits.” *Food Bioscience* 42.