

Porositas Produk Olahan Jahe Merah terhadap Variasi Suhu Evaporasi-Kristalisasi dan Persentase Gula Batu

Valentinus Enrico Kurniyanto¹, Dessy Agustina Sari^{2*}

^{1,2}Universitas Singaperbangsa Karawang

Email: dessy.agustina8@staff.unsika.ac.id

ABSTRACT

Red ginger (Zingiber officinale var. Rubrum) is one of the most popular plants in Indonesia. Generally, the processed product is distributed in the community in the form of red ginger extract powder. This study examines the production of processed red ginger products in the form of red ginger powder with variations in temperature treatment (80 and 90°C) and the percentage of sugar cubes (60 and 100%). The purpose of this study was to determine the effect of temperature variations and crystallization agent levels on the porosity value of red ginger powder products, both research results and commercial products that have been circulating in the market. Analysis of test results obtained from scanning electron microscope (SEM) surface morphology images with prior conversion to matrix data. The analysis step utilized the Origin program version 2019b. The results of the study with four treatments gave a positive value for porosity. The best treatment obtained was at 90°C and 100% sugar content for residual red ginger raw material (pulp). The highest porosity value for red ginger powder was 76.48%. Meanwhile, the highest commercial product was 77.00%. Indirectly, the research product has a porosity value that is close to the commercial product. The surface area of the product can significantly influence the porosity value between powder and granule products from ginger processing in an effort to increase post-harvest shelf life.

Keywords: crystallization, crystallization agent, ginger extract, ginger powder, evaporation.

INTISARI

Jahe merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) merupakan salah satu tanaman yang diminati masyarakat Indonesia. Umumnya produk olahannya tersebar di masyarakat dalam bentuk serbuk ekstrak jahe merah. Penelitian ini mengkaji produksi produk olahan jahe merah berupa serbuk jahe merah dengan variasi perlakuan suhu (80, dan 90°C) serta persentase gula batu (60, dan 100%). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi suhu dan kadar agen kristalisasi terhadap nilai porositas produk serbuk jahe merah baik hasil penelitian maupun produk komersial (yang telah beredar di pasar). Analisis hasil uji didapatkan dari gambar morfologi permukaan *Scanning Electron Microscope* (SEM) dengan perubahan terlebih dahulu menjadi data matriks. Langkah analisis memanfaatkan program Origin versi 2019b. Hasil penelitian dengan empat perlakuan tersebut memberikan nilai positif pada porositas. Perlakuan terbaik yang didapatkan berada pada suhu 90°C dan kadar gula batu 100% untuk bahan baku jahe merah residu (ampas). Lalu, nilai porositas tertinggi untuk produk serbuk jahe merah adalah 76,48%. Sedangkan, produk komersial tertinggi sebesar 77,00%. Secara tidak langsung, produk penelitian memiliki nilai porositas yang mendekati produk komersial. Luas permukaan produk mampu memberikan pengaruh signifikan atas nilai porositas antara produk serbuk maupun granul dari pengolahan jahe sebagai upaya peningkatan umur simpan pasca panen.

Kata kunci: agen kristalisasi, ekstrak jahe, evaporasi, kristalisasi, serbuk jahe.

PENDAHULUAN

Jahe merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) merupakan bagian rimpang dari tanaman jahe merah yang berwarna merah sebagai ciri khasnya dengan ukuran rimpangnya lebih kecil. Selain itu, jahe merah memiliki rasa yang lebih pedas. Pemanenan jahe pada usia 6 hingga 10 bulan (Wagiono et al., 2020). Dari penelitian (Rostiana et al., 2016) diketahui bahwa pemanenan varietas unggul Cimanggu-1 atas jahe merah mampu memberikan rimpang segar sebesar 22 ton/ha.

Jahe merah termasuk ke dalam salah satu tanaman biofarmaka yang diminati karena kandungannya mampu memberikan banyak manfaat bagi kesehatan. Peningkatan minat konsumen seiring wabah pandemi Covid-19 sebelumnya hingga mencapai 17.490 ton sebagai penawaran tertinggi jahe (Lestari et al., 2022). Provinsi Jawa Barat turut berkontribusi dalam peningkatan produksi tanaman jahe dari tahun 2020 hingga 2022 sebesar 34.910 menjadi 54.741 ton (BPS, 2023).

Jahe merah telah dimanfaatkan sebagai rempah-rempah, bumbu dapur, dan juga produk minuman kesehatan. Jahe merah dikonsumsi dalam bentuk minuman disebabkan adanya kandungan yang baik bagi tubuh manusia. Perannya berupa sebagai antioksidan, antiinflamasi, karsinogenik, antitumor, dan antibakteri (Silalahi, 2021) serta sebagai immunomodulator yang berasal dari senyawa fenolik gingerol dan shogaol (Ayun et al., 2023; Meirista et al., 2022; Naulina et al., 2023; D. A. Sari, Martin, et al., 2021).

Minuman jahe merah menjadi bagian dalam kategori serbuk minuman tradisional karena berasal dari bahan rempah-rempah dengan bahan tambahan campuran gula (Badan Standarisasi Nasional, 1996). Minuman jahe merah dihasilkan dari ekstraksi rimpang jahe menjadi bubuk instan yang siap dikonsumsi. Pembuatan atas minuman ini juga dilakukan oleh (Edy & Ajo, 2020) dengan bahan berupa jahe, gula, air, dan bahan pendukung lainnya. Proses pembuatannya dapat melibatkan metode proses berupa kristalisasi, *foam mat drying*, *spray drying*, dan *freeze drying* (Asiah et al., 2023; Aslamiyah et al., 2022). Metode kristalisasi menjadi salah satu langkah proses terbaik dari sisi biaya operasional, konvensional peralatan, dan juga mampu menghasilkan serbuk yang memenuhi persyaratan yang berlaku.

Penelitian ini akan mengkaji produksi serbuk jahe merah yang melibatkan proses evaporasi dan kristalisasi. Kedua proses berlangsung dengan pengaturan variabel penelitian berupa suhu (80, dan 90°C) dan persentase agen kristalisasi – gula batu (60, dan 100%). Produk serbuk jahe merah yang dihasilkan akan ditinjau porositasnya. Selama ini, nilai porositas belum dilakukan oleh peneliti lainnya. Hasil morfologi dari penggunaan peralatan *Scanning electron Microscopy* (SEM) akan memberikan gambaran tentang ruang masuknya cairan sehingga sampel mudah terbasahi (Sulastri et al., 2017). Hal yang sama juga didapatkan oleh (Pertiwi, 2020). Hasil penelitiannya menyatakan bahwa semakin banyak ruang kosong atau porositas dalam sampel maka semakin banyak jumlah air yang dapat masuk ke dalam produk serbuk tersebut. Tinjauan aspek porositas bertujuan untuk mengetahui kelarutan serbuk jahe merah terhadap zat pelarut atas morfologi serbuk yang dihasilkan. Capaian ini selanjutnya akan mengarahkan ke kualitas produk minuman siap konsumsi.

Kelarutan menjadi salah satu sifat produk minuman bubuk yang dipengaruhi oleh porositas partikel. Produk minuman akan menjadi cepat larut ketika partikel serbuk yang dihasilkan memiliki porositas (Yohana, 2016). Untuk produk yang mengandung gula, tingkat kecepatan kelarutan produk serbuk juga disampaikan serupa yaitu ditentukan dari porositas produk (Zuliana et al., 2016). Porositas juga menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi waktu alir partikel granul minuman serbuk (Utami et al., 2022). Dengan demikian, kajian porositas produk serbuk jahe merah akan diimbangi oleh variabel proses berupa suhu dan kadar gula batu. Selain itu, sampel produk juga dikaji secara berulang dengan produk serbuk jahe merah yang telah beredar di pasar (produk komersial).

METODE

Penelitian ini menggunakan peralatan evaporator-kristalisasi untuk melangsungkan proses evaporasi dan dilanjutkan proses kristalisasi. Sebelumnya, bahan baku jahe merah dan bahan pendukung mendapatkan perlakuan awal sebelum memasuki proses pelarutan bersama aquades (Sari et al., 2021). Ekstrak jahe merah akan diproses pada suhu operasi 80-90°C dan juga memvariasikan persentase gula batu (60 dan 100%) untuk mendapatkan produk bubuk jahe merah. Penyeragaman ukuran produk turut diberikan untuk membantu proses pengujian di laboratorium. Produk serbuk jahe merah disimpan dalam wadah tertutup rapat (disajikan pada Tabel 1) untuk selanjutnya dilakukan pengujian SEM (*Scanning Electron Microscopy*). Selain produk komersial (label E dan F) juga dilibatkan sebagai pembandingan terhadap produk serbuk hasil penelitian.

Tabel 1. Penamaan produk serbuk jahe merah

Kode Produk dan Variabel Proses			
Bahan baku segar		Bahan baku residu	
A1	80°C, 60%	A2	80°C, 60%
B1	80°C, 100%	B2	80°C, 100%
C1	90°C, 60%	C2	90°C, 60%
D1	90°C, 100%	D2	90°C, 100%

Langkah perolehan nilai porositas dimulai dengan mengubah gambar morfologi ke dalam bentuk matriks. Cara ini menghasilkan nilai H_{maks} , H_{min} , X, Y, dan volume integral. Nilai H_{maks} dan H_{min} terlihat dari pembacaan skala dengan warna keabuan pada penampilan morfologinya. Sedangkan, nilai X dan Y berasal dari dimensi kolom dan baris matriks yang terbaca. Nilai porositas,

ϕ , dinyatakan dalam bentuk persentase dan nilai ini untuk produk serbuk jahe merah terestimasi dengan menggunakan persamaan (1) hingga (5) berikut.

$$\phi = \frac{\text{Volume pori}}{\text{Volume total}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

$$V_{\text{pori}} = V_{\text{total}} - V_{\text{solid}} \dots\dots\dots (2)$$

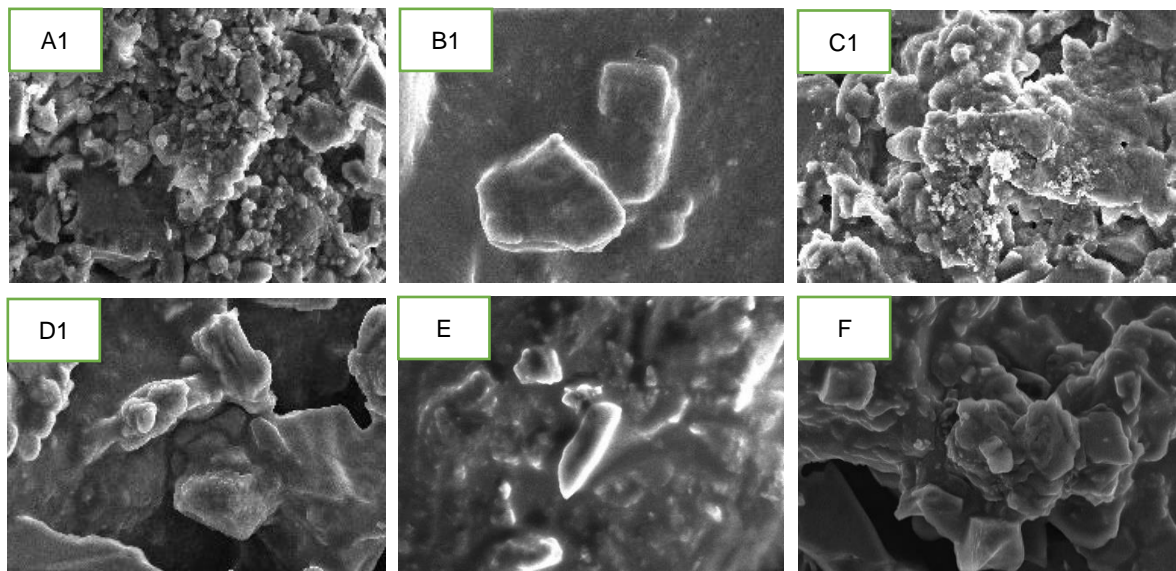
$$V_{\text{total}} = X Y (H_{\text{maks}} - H_{\text{min}}) \dots\dots\dots (3)$$

$$V_{\text{solid}} = V_{\text{integral}} - V_{\text{di bawah kurva}} \dots\dots\dots (4)$$

$$V_{\text{di bawah kurva}} = X Y \times H_{\text{min}} \dots\dots\dots (5)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil morfologi permukaan serbuk jahe merah ditunjukkan pada Gambar 1 dengan penyajian nilai porositas produk diberikan pada Gambar 2 berikut. Penggunaan persamaan (1) hingga (5) memberikan hasil untuk nilai H_{maks} . dan H_{min} dari skala keabuan. Warna gelap merupakan posisi serbuk jauh dari detektor pantulan elektron (H_{min}). Sedangkan warna terang pada kedua gambar menandakan posisi serbuk yang dekat (H_{maks}). Keterlibatan program Origin versi 2019b membantu penafsiran morfologi untuk terlihat lebih akurat terhadap pembacaan nilai porositas.

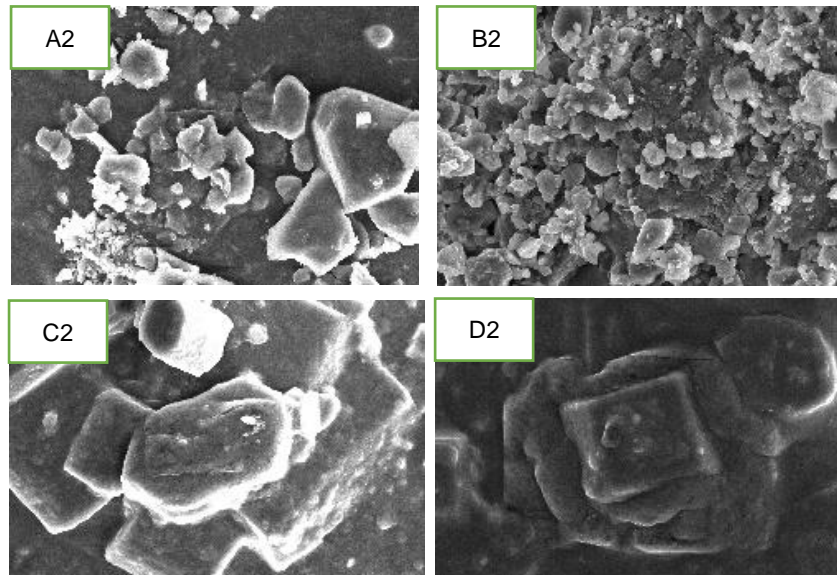


Gambar 1. Morfologi permukaan produk serbuk jahe merah berbahan baku segar dan komersial dengan perbesaran 3000x skala 5 μm

Serbuk jahe merah yang terproduksi memiliki variasi suhu (80, dan 90°C) serta kadar agen kristalisasi – gula batu (60, dan 100%). Sampel A1, B1, C1, dan D1 merupakan ekstrak jahe merah berbahan baku segar. Pasca proses evaporasi-kristalisasi memberikan nilai porositas beragam, yaitu kisaran 53,48 hingga 68,03%. Dalam suhu yang sama, nilai porositas produk serbuk jahe merah pada 100% kadar gula batu lebih tinggi dibandingkan pemberian 60% kadar agen kristalisasinya. Kuantitas ekstrak jahe merah yang diumpangkan setiap *running* penelitian adalah sama. Secara tidak langsung, peran kadar gula yang dibutuhkan dalam menghasilkan peningkatan nilai porositas juga sebaiknya lebih tinggi. Semakin tinggi kadar gula batu yang diberikan akan mendukung kemampuan agen kristalisasi dalam menghasilkan serbuk jahe merah yang berpori. Kuantitas porositas yang dimiliki produk serbuk menyatakan banyaknya pori-pori yang ada di dalam sediaan serbuk (Tomagola et al., 2014).

Penurunan nilai porositas terjadi seiring dengan peningkatan suhu proses evaporasi-kristalisasi yaitu 64,87 menjadi 53,48% (hanya pada 60% kadar gula batu). Hal ini diduga keterlibatan suhu proses evaporasi yang lebih tinggi. Kondisi tersebut dengan kadar gula batu 60% menghasilkan serbuk yang kurang berpori (nilai porositas turun). Capaian ini berbeda dengan peningkatan suhu dan juga pada maksimal pemberian kadar gula. Hasil untuk nilai porositasnya meningkat dari 64,87 menjadi 68,03%. Selain itu, faktor penambahan kadar gula meningkatkan waktu proses produksi serbuk jahe merah secara signifikan (1,667 – 2 kali) dari 60 menjadi 100% seiring dengan peningkatan suhu. Namun, capaian lain terjadi untuk peningkatan suhu (80 ke 90°C) pada 60% kadar gula batu

yang sama memberikan penurunan waktu produksi sebesar 2 jam lebih cepat. Secara tidak langsung, nilai porositas tersebut menunjukkan bahwa kondisi optimum berada di suhu 90°C dan 100% kadar gula batu yang ditunjukkan D1 pada Gambar 1 tersebut. Pemberian maksimal kadar agen kristalisasi dan suhu operasi evaporasi-kristalisasi mampu memberikan semakin besar nilai porositas. Penelitian (Matanari & Gusriani, 2019) turut menyatakan bahwa peningkatan nilai porositas disertai kenaikan suhu untuk melangsung proses evaporasi. Akibatnya, semakin besarnya rongga-rongga partikel mampu mempercepat kelarutan bubuk kopi instan ke dalam media air seduh.



Gambar 2. Morfologi permukaan produk serbuk jahe merah berbahan baku residu dengan perbesaran 3000x skala 5 μm

Pemanfaatan bahan baku residu atas jahe merah dan pendukung juga dilakukan. Kualitas produk serbuk jahe merah turut memberikan kontribusi, khususnya tentang porositas terhadap kelarutan sebagai produk minuman siap konsumsi. Gambar 2 menunjukkan hasil kegiatan penelitian atas ampas bahan baku. Peningkatan kadar gula batu (dari 60 menjadi 100%) baik pada suhu 80 maupun 90°C mampu memberikan peningkatan nilai porositas dari 54,96 menjadi 57,88% dan 51,06 menuju 76,48%, secara berturut-turut. Ketiga capaian di atas angka 51% untuk nilai porositas menunjukkan bahwa bahan baku residu mampu bersaing dengan bahan baku segar pada kondisi suhu 90°C dengan 60% kadar agen kristalisasi. Lalu, waktu proses produksi serbuk jahe merah dalam melalui proses evaporasi-kristalisasi tidak signifikan antara bahan baku segar maupun residu. Secara sederhana, pemanfaatan bahan baku residu memiliki sisi positif bagi UMKM jahe merah dalam menekan biaya operasional untuk biaya pembelian bahan baku.

Gambar 2 juga menampilkan kondisi operasi optimum berada pada suhu 90°C dengan maksimalnya pemberian kadar gula batu (100%) atau dilabeli D2 pada gambar tersebut. Penggunaan bahan baku segar maupun bahan baku residu turut memberikan capaian hasil yang sama untuk kondisi operasi optimum. Sisi lanjutan bagi pihak UMKM dan lainnya dapat memanfaatkan capaian dalam memangkas waktu produksi serbuk jahe dan meningkatkan kapasitas produksi serbuk jahe merah. Sisi nilai porositas mendukung keberhasilan tinjauan produksi serbuk jahe merah pada kegiatan penelitian ini, yaitu 76,48%. Sisi lainnya, ampas jahe merah juga memiliki potensi bioenergi dengan tambahan proses yang ramah lingkungan (Gao et al., 2021; D. A. Sari & Hadiyanto, 2013).

Kajian serupa juga turut menyatakan bahwa semakin tinggi nilai porositas mengindikasikan partikel produk semakin berporous. Semakin berpori atau berongga akan menjadikan partikel tersebut semakin mudah melarut (Haryanto, 2016). Kemudian, peneliti lainnya turut menyuarakan bahwa semakin besar penambahan agen kristalisasi (yaitu gula, salah satunya) mampu memberikan kecenderungan peningkatan kelarutan produk serbuk instan (Koswara & Diniari, 2016). Sisi lain, (B. P. Lestari, 2019) turut menyatakan bahwa produk serbuk instan membutuhkan perlakuan suhu yang sesuai selama melangsungkan proses pengeringan. Pemberian kondisi suhu tersebut bertujuan untuk mencegahnya adanya sifat rehidrasi atas nilai dan sifat porositas yang dimiliki. Hasil penelitian (Siagian et al., 2017) turut memberikan kontribusi bahwa peningkatan kadar agen kristalisasi pada

produksi serbuk jahe merah akan mengakibatkan peningkatan kuantitas total baik berupa padatan (serbuk), padatan terlarut, dan juga mampu memberikan dampak penurunan kadar air.

Produk komersial berbahan baku jahe merah juga turut dilibatkan yang dilabeli huruf E dan F pada Gambar 1 sebelumnya. Keduanya memiliki nilai porositas sebesar 68,29 dan 77,00%, secara berturut-turut. Tingginya nilai porositas ini jika dilihat secara mata telanjang dapat diketahui melalui permukaan padatan yang halus (tinggi *mesh*-nya). Produk penelitian yang dihasilkan baik berbahan baku segar maupun residu melewati penyaringan dengan tingkat kehalusan 100 mesh. Kemudian, ragamnya nilai porositas baik produk serbuk jahe merah berbahan baku segar maupun residu mampu menunjukkan besarnya potensi pemanfaatan jahe merah bagi UMKM (D. A. Sari & Sukanta, 2020) maupun industri berbahan rempah sejenisnya dengan kondisi suhu (80, dan 90°C) serta pemberian kadar agen kristalisasi (60, dan 100%).

Produk komersial yang ditemui tidak hanyalah memanfaatkan jahe merah semata sebagai bahan baku utama. Produk serbuk jahe merah pada (Nurhayati et al., 2022) menggunakan campuran rempah lainnya, yaitu kapulaga, dan secang, serta (Listiana & Herlina, 2015) berupa temulawak dan kunyit putih. Nilai porositas yang jauh berbeda ditunjukkan oleh (Lubis et al., 2016) yaitu 36,17%. Produk pemanfaatan jahenya berupa granul *effervescent*. Luas permukaan produk jahe antara granul dan serbuk (*mesh*) turut memberikan pengaruh secara signifikan atas nilai porositas. Pihak UMKM juga membutuhkan perhatian ini yaitu peralatan *size reduction* setelah produk serbuk jahe merah dihasilkan (Sari et al., 2020, 2023; Sari & Hadiyanto, 2013) maupun lanjutan label kemasan (Fardiansyah et al., 2023; Ulfa et al., 2022) untuk menghadapi kompetisi global terhadap produk komersial lainnya (Fauzia et al., 2023).

KESIMPULAN

Penelitian mengenai porositas produk serbuk jahe merah berbahan baku segar dan residu dengan kondisi operasi suhu proses evaporasi-kristalisasi (80, dan 90°C), serta kadar agen kristalisasi (60, dan 100%) telah dilaksanakan. Kondisi optimum untuk nilai porositas dari kedua bahan baku dimiliki pada suhu 90°C dan 100% kadar gula batu dengan capaian 68,03 dan 76,48%, secara berturut-turut. Produk komersial yang telah beredar (berbahan baku jahe) memiliki nilai porositas berupa 68,29 dan 77,00%. Pemberian kondisi operasi berupa suhu dan kadar gula batu baik berbahan baku jahe merah segar maupun ampas memiliki ruang untuk bersaing bagi UMKM maupun rencana penerapan skala *pilot plant* lebih lanjut. Capaian nilai porositas memiliki kaitan atas tingkat kehalusan dan bentuk produk (baik granul maupun serbuk) baik kontribusi peneliti sebelumnya yang tidak hanya menjadikan jahe sebagai bahan baku utama, tetapi melibatkan rempah lain seperti kapulaga, secang, temulawak, maupun kunyit putih sebagai produk serbuk dan produk minuman siap konsumsi sebagai lanjutan dari produk serbuk tersebut bagi kesehatan tubuh manusia.

DAFTAR PUSTAKA

- Asiah, N., Sari, D. A., Triyastuti, M. S., & Djaeni, M. (2023). *Peralatan pengering pangan*. Bintang Semestar Media Yogyakarta. https://www.researchgate.net/publication/375379987_Peralatan_Pengering_Pangan
- Aslamiyah, N. A., Anastasia, D. S., & Luliana, S. (2022). Metode-metode pembuatan minuman serbuk instan. *Jurnal Mahasiswa Farmasi Fakultas Kedokteran Univeritas Tanjung Pura*, 6(1), 1–11.
- Ayun, Q., Rosmawati, A., Sari, D. A., Gurning, K., Lestari, Y. P. I., Khurniyati, M. I., Nendissa, S. J., Novitriani, K., Aryasa, I. W. T., Fahmi, A., Naulina, R. Y., Nendissa, D. M., Sr, M. Z., Hati, R. P., Fauziah, S., & Hasibuan, A. K. H. (2023). *Kimia organik*. Penerbit Widina Bhakti Persada Bandung. <https://repository.penerbitwidina.com/media/publications/559158-kimia-organik-894999a4.pdf>
- Badan Standarisasi Nasional, B. (1996). *SNI 01-4320-1996 tentang serbuk minuman tradisional*. Badan Standarisasi Nasional.
- BPS, B. (2023). *Statistik Indonesia 2023* (pp. 1–830) [Katalog 1101001]. Badan Pusat Statistik. <https://www.bps.go.id/publication/2023/02/28/18018f9896f09f03580a614b/statistik-indonesia-2023.html>
- Edy, S., & Ajo, A. (2020). Pengolahan jahe instan sebagai minuman herbal di masa pandemik Covid—19. *Intelektiva: Jurnal Ekonomi, Sosial, dan Humaniora*, 2(3), 177–183.
- Fardiansyah, M. I., Sari, D. A., Firdaus, M. A., & Ulfa, V. S. (2023). Pengembangan label kemasan botol pada produk bubuk jahe merah. *Martabe: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 6(9), 3033–3038. <https://doi.org/10.31604/jpm.v6i9.3033-3038>

- Fauzia, F., Kamil, M. I., Savitri, M. D., Dhiya, S., Suherman, M., Ratnasari, Y., Malik, L. A., Marendra, A. G., Wibowo, L. K., Sinabutar, K. V., Sari, D. A., Hasyim, M., & Sukanta, S. (2023). Strategi Usaha Mikro Kecil Menengah (UMKM) Kuliner Lokal Dalam Menghadapi Kompetisi Global. *Martabe: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 6(8), 2977–2985. <https://doi.org/10.31604/jpm.v6i8.2977-2985>
- Gao, Y., Ozel, M. Z., Dugmore, T., Sulaeman, A., & Matharu, A. S. (2021). A Biorefinery Strategy for Spent Industrial Ginger Waste. *Journal of Hazardous Materials*, 401, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.123400>
- Haryanto, B. (2016). Pengaruh Konsentrasi Putih Telur Terhadap Sifat Fisik, Kadar Antioksidan Dan Aktivitas Antioksidan Bubuk Instan Ekstrak Kulit Manggis (*Garcinia mangostana* L.) Dengan Metode Foam Mat Drying. *Jurnal Kesehatan*, 7(1), 1–8.
- Koswara, S., & Diniari, A. (2016). Peningkatan Mutu Dan Cara Produksi Pada Industri Minuman Jahe Merah Instan di Desa Benteng, Ciampea, Bogor. *Agrokreatif Jurnal Ilmiah Pengabdian kepada Masyarakat*, 1(2), 149–161. <https://doi.org/10.29244/agrokreatif.1.2.149-161>
- Lestari, B. P. (2019). Karakteristik Fisik Dan Sensoris Cendol Instan Dengan Penambahan Cincou Hijau (*Cyclea barbata* L.). *Orbital: Jurnal Pendidikan Kimia*, 3(1), 65–80.
- Lestari, R. D., Hanifah, U., Resky, D., Ayu, & Risma, R. (2022). Kajian Permintaan Dan Penawaran Jahe Di Masa Pandemi Covid 19. *Jurnal Ekonomi Pertanian dan Agribisnis (JEPA)*, 6(3), 1098–1108. <https://doi.org/10.21776/ub.jepa.2022.006.03.29>
- Listiana, A., & Herlina, H. (2015). Karakterisasi Minuman Herbal Celup Dengan Perlakuan Komposisi Jahe Merah: Kunyit Putih, Dan Jahe Merah: Temulawak. *AGRITEPA: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian*, 2(1), 171–181. <https://doi.org/10.37676/agritepa.v2i1.105>
- Lubis, N., Prasetiawati, R., & Rahmat, G. (2016). Formulation, Evaluation, And Comparison Of The Spiciness Intensity Of Ginger Effervescent Granules. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 3(1), 9–16. <https://doi.org/10.15416/ijpst.v3i1.7911>
- Matanari, F., & Gusriani, I. (2019). Pengaruh Penambahan Konsentrasi Maltodekstrin Terhadap Mutu Kopi Instan Dari Bubuk Kopi Robusta (*Coffea canephora*) dengan menggunakan vacuum dryer. 922–941. <https://repository.unja.ac.id/11634/1/02%20MALTODEKSTRIN%20DAN%20MUTU%20KOP1%20INSTAN.pdf>
- Meirista, I., Hadriyati, A., Aptiarmi, H., & Jannah, M. (2022). Pemanfaatan Rimpang Jahe Merah Dalam Usaha Pengobatan Dan Pemeliharaan Kesehatan. *Martabe: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5(3), 912–917.
- Naulina, R. Y., Stiawan, E., Nendissa, S. J., Nendissa, D. M., Sari, D. A. S., Ariyanti, D., Sulisty, A. B., Siahaya, A. N., Fatnah, N., Rahim, H., Rosmawati, A., Khurniyati, M. I., & Fahmi, A. (2023). *Kimia industri*. Penerbit Widina Media Utama.
- Nurhayati, A. P. D., Ersandy, A. R. D., Sa'adah, N. N., Setiawan, E., Ashuri, N. M., Indiani, A. M., Wahyudi, A., Rintaningrum, R., & Wayan, N. (2022). Diversifikasi produk herbal serbuk instan jahe merah dalam upaya peningkatan produktivitas masyarakat Desa Oro-Oro Ombo, Kota Batu. *Sewagati*, 6(4), 1–8. <https://doi.org/10.12962/j26139960.v6i4.88>
- Pertiwi, F. G. P. (2020). Karakteristik Fisik, Kimia, Dan Sensoris Beras Instan Dengan Penambahan Ekstrak Wortel (*Daucus carota* L.) (pp. 1–92). Universitas Jember. <https://repository.unej.ac.id/handle/123456789/100861>
- Rostiana, O., Bermawie, N., & Rahardjo, M. (2016). *Standar Prosedur Operasional Budidaya Jahe* (pp. 1–12). Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat.
- Sari, D. A., & Hadiyanto, H. (2013). Proses Produksi Bioenergi Berbasis Bioteknologi. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 2(3), 108–113.
- Sari, D. A., Hakiim, A., Irawan, R., & Dewi, R. (2020). Penataan Ulang Area Produksi Industri Rumah Tangga Kabupaten Bekasi. *Jurnal ABDINUS: Jurnal Pengabdian Nusantara*, 4(1), 53–62. <https://doi.org/10.29407/ja.v4i1.14602>
- Sari, D. A., Martin, M. R., Azzhara, M., Firdaus, M. A., Ulfa, V. S., Ikhtiari, T., & Sumarsih, S. (2021). *Top 33 Chemical Engineering Essay Competition (part 1)*. Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia. https://www.researchgate.net/publication/358356753_Top_33_Chemical_engineering_essay_competition_part_1
- Sari, D. A., & Sukanta, S. (2020). Pendampingan Peningkatan Ekonomi Warga Kabupaten Karawang Melalui Budidaya Tanaman Jahe Merah. *Prosiding Seminar Nasional Rekarta 2020*, 91–97.

- Sari, D. A., Sukanta, S., Saputro, N. W., Hasyim, M., & Fitriah, F. (2023). Ekstensifikasi Tahap Akhir Bagi UMKM Jahe Merah (Size Reduction Pasca Proses Kristalisasi). *Martabe: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 6(9), 3139–3146. <https://doi.org/10.31604/jpm.v6i9.3139-3144>
- Sari, D. A., Sukanta, S., Wagiono, W., & Irawan, A. (2021). Peningkatan Produksi Bubuk Jahe Merah Melalui Introduksi Sistem Penghalusan. *Jurnal Masyarrakat Mandiri*, 5(2), 615–623.
- Sari, D., & Hadiyanto, H. (2013). Teknologi Dan Metode Penyimpanan Makanan Sebagai Upaya Memperpanjang Shelf Life. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 2(2), 52–59.
- Siagian, H., Rusmarilin, H., & Julianti, E. (2017). Pengaruh Perbandingan Jumlah Gula Aren Dengan Krimer Dan Persentase Maltodekstrin Terhadap Karakteristik Bubuk Minuman Jahe Instan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 5(4), 693–700.
- Silalahi, P. E. (2021). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber Officinale Var. Rubrum*) Terhadap Bakteri *Bacillus Cereus* Dan *Salmonella Thypi* (pp. 1–50). Universitas Negeri Medan. <http://digilib.unimed.ac.id/45204/>
- Sulastri, L., Fariz, R. M., & Rizikiyan, Y. (2017). Formulasi Granul Effervescent Ekstrak Etanol Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* Linn). *The Medical Science Journal*, 2(1), 25–33.
- Tomagola, M. I., Hasyim, N., & Rahman, F. (2014). Formulasi Suspensi Kering Kombinasi Ekstrak Etanol Kunyit (*Curcuma Longa* L.) Dan Serbuk Daging Buah Pisang Kepok (*Musa balbisiana* Colla.) dengan variasi bahan pensuspensi. *Jurnal As-Syifaa*, 6(2), 166–177.
- Ulfa, V. S., Fardiansyah, M. I., Firdaus, M. A., & Sari, D. A. (2022). Peran Transformasi Kemasan Pada Produk Bubuk Jahe Merah (botol ke standing pouch). *Jurnal Qardhul Hasan: Media Pengabdian kepada Masyarakat*, 8(2), 1–7.
- Utami, S. M., Ismaya, N. A., Ratnaningtyas, T. O., & Yunarto, N. (2022). Formulasi Sediaan Minuman Serbuk Fungsional Kombinasi Biji Jagung (*Zea mays* L.) dan madu. *Jurnal Kefarmasian Indonesia*, 12(2), 109–117. <https://doi.org/10.22435/jki.v0i0.5536>
- Wagiono, W., Sari, D. A., Miledhiya, S. A., Fitria, I. A., Sidabutar, K. V., Kamiil, M. I., & Fadzrin, A. G. M. (2020). Pengaruh Pemberian Kombinasi Pupuk Organik Dan Anorganik Terhadap Keragaan Pertumbuhan Dan Tanaman Jahe Merah (*Zingiber officinale rubrum*) di Kecamatan Majalaya Kabupaten Karawang. *Jurnal Agrotek Indonesia*, 2(5), 41–46.
- Yohana, R. (2016). Karakteristik Fisiko Kimia Dan Organoleptik Minuman Serbuk Instan Dari Campuran Sari Buah Pepino (*Solanum muricatum*, Aiton.) dan Sari Buah Terung Pirus (*Cyphomandra Betacea*, Sent.) (pp. 1–64). Universitas Andalas. <http://scholar.unand.ac.id/4141/>
- Zuliana, C., Widyastuti, E., & Susanto, W. H. (2016). Pembuatan Gula Semut Kelapa (Kajian Ph Gula Kelapa Dan Konsentrasi Natrium Bikarbonat). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 4(1), 109–119.