

Ekonomi Sirkular Produk Minuman Herbal dan Karakteristik Fisiko-Kimiawinya

Etty Soesilowati ^{1,*}, , Evi Susanti ², , dan Hikmah Tri Prihatini ³, 

¹ Program Studi Ekonomi Pembangunan, Fakultas Ekonomi, Universitas Negeri Malang, Malang, 65145, Provinsi Jawa Timur, Indonesia

² Program Studi Bioteknologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang, Malang, 65145, Provinsi Jawa Timur, Indonesia

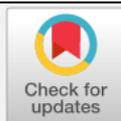
³ Program Studi Ilmu Ekonomi, Program Pascasarjana, Universitas Negeri Malang, Malang, 65145, Provinsi Jawa Timur, Indonesia

* Penulis Korespondensi: ettysoesilowati.fe@um.ac.id

INFO ARTIKEL

Info Publikasi:

Artikel Hasil Penelitian



Sitasi Cantuman:

Soesilowati, E., Susanti, E., & Prihatini, H. T. (2023). The Circular Economy of Herbal Beverage Products and Their Physicochemical Characteristics. *Society*, 11(2), 801-813.

DOI: [10.33019/society.v11i2.581](https://doi.org/10.33019/society.v11i2.581)

Hak Cipta © 2023. Dimiliki oleh Penulis, dipublikasi oleh Society

OPEN  ACCESS



Artikel dengan akses terbuka.
Lisensi: Atribusi-NonKomersial-BerbagiSerupa (CC BY-NC-SA)

ABSTRAK

Ekonomi sirkular bertujuan untuk memaksimalkan pemanfaatan sumber daya sekaligus meningkatkan nilai tambah dari bahan limbah. Minuman herbal berasal dari tanaman biofarmasi, umumnya menggunakan jahe, kapulaga, kunyit, kencur, atau lengkuas, dan temulawak. Penelitian ini memiliki dua tujuan utama: (1) menganalisis karakteristik fisiko-kimiawi dari minuman instan jahe, minuman instan kunyit, dan minuman instan jahe, serta (2) meningkatkan nilai ekonomi dari limbah produksi dengan mengubahnya menjadi pupuk organik cair (POC). Penelitian dilakukan di usaha kecil dan menengah "AIG Bunda Nisa" di Kabupaten Semarang, Indonesia. Karakteristik fisiko-kimiawi dinilai melalui analisis proksimat, dan kualitas POC dievaluasi berdasarkan standar yang ditetapkan oleh Kementerian Pertanian Indonesia (No.216/KPTS/SR.310/M/4/2019). Hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah dari produksi minuman herbal instan dapat diolah kembali secara efektif menjadi POC. Analisis menunjukkan bahwa minuman instan jahe memiliki kandungan abu dan karbohidrat yang lebih tinggi daripada jahe segar, namun kandungan lemak total dan protein lebih rendah. Selain itu, nilai kalori dan kandungan karbohidrat minuman instan jahe lebih tinggi dibandingkan jahe segar. Sebaliknya, kandungan protein minuman instan jahe lebih rendah dibandingkan jahe segar. Untuk kunyit, kandungan abu, lemak total, kadar air, dan protein pada kunyit segar lebih rendah dibandingkan minuman instan kunyit.

Dikirim: 17 Juli, 2023;

Diterima: 30 Desember, 2023;

Dipublikasi: 31 Desember, 2023;

Kata Kunci: *Ekonomi Sirkular; Karakteristik Fisiko-Kimiawi; Minuman Herbal*

1. Pendahuluan

Obat herbal menawarkan alternatif alami yang dapat digunakan oleh masyarakat untuk meningkatkan imunitas dan membantu mencegah penyebaran penyakit. Indonesia, yang memiliki keanekaragaman hayati terbesar kedua di dunia, kaya akan berbagai jenis tanaman obat asli (Yulianti & Bintoro, 2021). Di antara tanaman yang digunakan sebagai obat alami adalah jahe, kunyit, dan tanaman biofarmasi lainnya. Dibandingkan dengan industri farmasi sintetis dan bioteknologi, sektor obat herbal di Indonesia diakui sebagai industri yang kuat, didukung oleh melimpahnya tanaman obat yang merupakan bagian dari keanekaragaman hayati negara, yang berjumlah ribuan spesies (Sharma et al., 2021).

Penelitian modern telah menunjukkan bahwa banyak tanaman biofarmasi dapat membantu mengobati penyakit kronis karena memiliki sifat antioksidan, antiinflamasi (Hayu, 2019), antitumor, anti-asidogenik, dan neuroprotektif (Hermawan, 2020). Selain itu, agen antioksidan dan anti-penuaan dari beberapa produk biofarmasi menunjukkan potensi untuk digunakan dalam industri kosmetik (Kusumawati et al., 2018), dengan sifat yang bahkan dapat mencerahkan kulit (Li et al., 2019).

Sejalan dengan ini, kebijakan pembangunan pertanian Indonesia mendorong pertumbuhan sistem off-farm yang bertujuan menghasilkan produk berkualitas tinggi dan kompetitif. Namun, untuk keberhasilan diversifikasi produk, dukungan diperlukan melalui adopsi teknologi dan inovasi produk—area yang sering menjadi tantangan bagi UKM Biofarmaka di Indonesia. Peran teknologi produksi sangat penting, terutama dalam meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan proses, sambil meningkatkan kualitas produk dan nilai tambah.

Tanaman biofarmasi adalah komoditas unggulan di Kabupaten Semarang, Indonesia. Pada tahun 2018, produksi utama tanaman biofarmasi adalah jahe (8.793,9 ton), diikuti oleh kapulaga (2.042,7 ton), kunyit (1.241,5 ton), lengkuas (467,2 ton), dan temulawak (208,3 ton) (Badan Pusat Statistik Kabupaten Semarang, 2019). Meskipun produksi menurun pada tahun 2019, jahe di Kabupaten Semarang tetap menjadi salah satu kontributor utama di Jawa Tengah, menyumbang 20,06% dari total produksi sebesar 27.071,1 ton (Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah, 2020). Usaha Kecil dan Menengah (UKM) di Kabupaten Semarang telah memanfaatkan potensi besar tanaman biofarmasi untuk menghasilkan berbagai produk olahan pascapanen, termasuk simplicia, bubuk, bahan herbal, dan minuman instan berbentuk bubuk. UKM seperti "AIG Bunda Nisa" di Kabupaten Semarang telah memproduksi enam varian produk minuman bubuk instan, termasuk jahe, jahe merah, kunyit, kunyit putih, temulawak, dan racikan rempah Jawa.

Namun, UKM yang mengolah produk minuman herbal menghadapi beberapa tantangan: (1) Proses produksi yang masih tradisional mengakibatkan kehilangan pangan yang signifikan dan memerlukan waktu hingga 12 jam per siklus produksi, yang menyebabkan konsumsi bahan bakar tinggi. Metode tradisional ini juga berisiko menyebabkan kehilangan dan degradasi nutrisi serta senyawa bioaktif lainnya; (2) Limbah produksi mencapai 180 kg ampas dan 10 kg pati per bulan, yang belum dimanfaatkan secara efektif.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk (1) mengidentifikasi karakteristik fisiko-kimiawi produk minuman herbal instan dan (2) meningkatkan nilai ekonomi limbah produksi dengan mengubahnya menjadi pupuk organik. Selain itu, penelitian ini menekankan

pentingnya memanfaatkan sumber daya lokal sebagai pangan fungsional, mengurangi produksi limbah, menambah nilai, dan mendorong ekonomi sirkular.

2. Tinjauan Pustaka

Masyarakat Indonesia telah lama memanfaatkan kearifan lokal dengan menggunakan jahe, temulawak, dan kunyit dalam berbagai ramuan herbal, seperti penggunaan jahe untuk mengobati masuk angin, kunyit untuk mengatasi diare, dan temulawak untuk mengurangi bau badan (Novianti, 2017). Penelitian modern telah mengungkapkan bahwa tanaman biofarmaka ini dapat mengobati penyakit kronis berkat sifat antioksidan, anti-inflamasi (Ghosh et al., 2015), anti-tumor, anti-asidogenik, dan pelindung saraf (Amalraj et al., 2017). Manfaat dari tanaman biofarmaka ini menarik minat masyarakat untuk digunakan secara pribadi dan dalam perdagangan. Jahe (183,52 ribu ton), kunyit (193,58 ribu ton), dan temulawak (27 ribu ton) merupakan produk biofarmaka utama yang berperan penting dalam upaya produksi berkelanjutan di Indonesia (Badan Pusat Statistik, 2021). Indonesia juga menjadi pemain utama dalam perdagangan rimpang di bawah kelompok Harmonized System (HS) 0910, yang mencakup jahe, kunyit, temulawak, dan rempah-rempah lainnya (Munadi, 2017).

Penelitian sebelumnya mengenai diversifikasi produk minuman herbal dan pemanfaatan limbah telah banyak dieksplorasi. Namun, studi komprehensif yang mengintegrasikan aktivitas dari hulu ke hilir dalam industri minuman herbal masih terbatas, terutama terkait penggunaan limbah produksi sebagai bahan baku pupuk organik cair. Sebagian besar penelitian terdahulu masih bersifat terfragmentasi. Sebagai contoh, sebuah studi di India fokus pada manajemen pasca-panen dan produk bernilai tambah dari jahe (*Zingiber officinale Roscoe*) dengan memperbaiki teknologi dan mendiversifikasi pengolahan jahe menjadi produk pangan (Kaushal et al., 2017). Padahal, pengolahan minuman herbal juga menghasilkan limbah yang signifikan yang dapat diubah menjadi produk bernilai ekonomi (Santana et al., 2017).

Dalam ekonomi sirkular, ampas dari produksi minuman herbal dapat diolah kembali menjadi pupuk organik cair. Pupuk organik menawarkan beberapa keunggulan, seperti nitrogen (N) dalam bentuk senyawa organik yang mudah diserap tanaman, tidak meninggalkan residu asam anorganik dalam tanah, dan tingkat senyawa karbon organik (C) yang tinggi. Pupuk organik cair (POC) memperbaiki struktur tanah, memungkinkan nutrisi diserap lebih cepat oleh tanaman, meningkatkan aktivitas biologis tanah, mengandung mikroorganisme bermanfaat, lebih mudah diaplikasikan, dan dapat membantu mengatasi kekurangan nutrisi (Siboro et al., 2013). Pupuk organik cair yang berasal dari limbah produksi biofarmaka terbukti mengandung N, P, dan K sesuai standar (Rusmilan & Putra, 2017). Selain itu, penambahan limbah ikan pada pupuk memperkenalkan unsur seperti Fe, Mg, dan Ca yang memenuhi standar kualitas sesuai SNI-19-7030-2004 (Jumirah et al., 2018).

Pupuk sangat penting untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Pupuk yang umum digunakan meliputi pupuk organik, seperti kompos dan pupuk organik cair, serta pupuk anorganik, seperti pupuk kimia. Meskipun banyak petani Indonesia lebih menyukai pupuk kimia untuk hasil cepat, penggunaan yang berkepanjangan dapat menurunkan produktivitas tanah, merusak struktur tanah, dan menimbulkan risiko bagi kesehatan manusia. Hal ini menekankan pentingnya pupuk organik cair (POC) yang memperbaiki struktur tanah, menawarkan penyerapan nutrisi yang cepat, meningkatkan aktivitas biologis, dan lebih mudah diaplikasikan (Siboro et al., 2013).

Ekonomi sirkular adalah sistem yang memaksimalkan kegunaan dan nilai bahan baku, komponen, dan produk dengan meminimalkan limbah dan mencegah bahan tersebut berakhir di tempat pembuangan akhir. Ekonomi sirkular juga mendorong pertumbuhan ekonomi yang

ramah lingkungan, berbeda dengan pendekatan “bisnis seperti biasa” tradisional. Dalam konteks produksi obat herbal, ekonomi sirkular tidak hanya tentang manajemen limbah; ini melibatkan perancangan bahan baku, produk, dan proses untuk memperpanjang siklus hidup material dan produk. Model ini mengurangi limbah, menghasilkan pendapatan tambahan, menciptakan lapangan kerja baru, dan memberdayakan perempuan dengan peluang yang lebih baik.

Ekonomi sirkular adalah alternatif dari ekonomi linier tradisional (produksi, penggunaan, pembuangan), yang bertujuan untuk melestarikan sumber daya dengan mempertahankannya dalam siklus penggunaan selama mungkin, mengambil nilai maksimum darinya, dan kemudian memulihkan serta mendaur ulang produk dan material di akhir siklus hidupnya. Ekonomi sirkular didasarkan pada tiga prinsip utama: merancang untuk menghilangkan limbah dan polusi, menjaga produk dan material tetap dalam siklus penggunaan, dan meregenerasi sistem alam. Dalam ekonomi sirkular, limbah dihilangkan karena sumber daya terus berputar, memungkinkan penggunaan sumber daya alam yang lebih efisien dan berkelanjutan.

Peralihan menuju ekonomi sirkular memerlukan lebih dari sekadar mengurangi dampak negatif dari ekonomi linier. Ini melibatkan perubahan mendasar yang membangun ketahanan jangka panjang, menciptakan peluang bisnis, dan memberikan manfaat lingkungan serta sosial. Aktivitas dalam ekonomi sirkular mencakup pengumpulan, berbagi, pemeliharaan, redistribusi, remanufaktur, dan daur ulang dengan menggunakan teknologi dan model bisnis baru. Mempertahankan teknologi dan model bisnis linier yang sudah usang tidak lagi layak bagi negara yang berusaha mencapai ekonomi sirkular yang sejati.

Indonesia telah mengintegrasikan konsep ekonomi sirkular dalam visi dan rencana pembangunannya, mendorong transformasi ekonomi yang cepat, terutama dalam mendukung ekonomi hijau. Visi Indonesia 2045 mencakup konsep ekonomi sirkular sebagai bagian dari kebijakan masa depan. Ekonomi sirkular sedang berkembang, dengan banyak bisnis yang secara proaktif mengadopsinya untuk mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan. Literatur menunjukkan bahwa interaksi kolaboratif antara mitra rantai pasok mendukung praktik ekonomi sirkular. Dalam ekonomi sirkular, aktivitas ekonomi membangun dan meningkatkan sistem di semua tingkatan, melibatkan organisasi dan individu serta mencakup aspek global dan lokal. Penerapan ekonomi sirkular di lima sektor industri utama dapat berkontribusi tambahan PDB sebesar Rp593 triliun hingga Rp642 triliun, menurut laporan terbaru dari Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional bekerja sama dengan United Nations Development Programme (UNDP). Sektor-sektor tersebut meliputi makanan dan minuman, tekstil, perdagangan grosir dan eceran (terutama terkait kemasan plastik), konstruksi, dan elektronik. Laporan ini juga memperkirakan bahwa pada tahun 2030, konsep ekonomi sirkular dapat menciptakan sekitar 4,4 juta lapangan kerja baru.

Pemanfaatan sumber daya adalah perbedaan utama antara ekonomi sirkular dan konsep lainnya. Ekonomi sirkular mendaur ulang bahan baku dari berbagai produk, meminimalkan limbah, emisi, dan energi yang terbuang. Alasan utama untuk mengadopsi ekonomi sirkular termasuk pengurangan limbah, peningkatan produktivitas, mengatasi kelangkaan sumber daya di masa depan, dan meminimalkan dampak lingkungan negatif dari produksi dan konsumsi.

Indonesia telah mengintegrasikan konsep ekonomi sirkular dalam visi pembangunannya, mempercepat transformasi ekonomi dan mendukung ekonomi hijau. Visi Indonesia 2045 telah menetapkan ekonomi sirkular sebagai kebijakan masa depan. Sebagai langkah awal menuju implementasi, pemerintah Indonesia bekerja sama dengan UNDP memfokuskan pada lima sektor industri utama: makanan dan minuman, konstruksi, elektronik, tekstil, dan plastik.

Rencana Aksi Nasional 2025-2029 mengintegrasikan ekonomi sirkular ke dalam RPJMN (Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional) Indonesia. Dalam praktiknya, Kementerian Perindustrian telah menetapkan lima prinsip utama ekonomi sirkular: Mengurangi, Menggunakan Kembali, Mendaur Ulang, Pemulihan, dan Perbaikan.

3. Metodologi Penelitian

Penelitian ini merupakan studi eksploratif yang dilakukan dalam beberapa tahap: (1) Menentukan karakteristik kimia dari produk minuman jahe instan, kunyit instan, dan wedang jahe, serta residu jahe dan ekstrak jahe, termasuk kandungan senyawa proksimat dan mineral (kadar abu, protein, lemak, karbohidrat, dan air); dan (2) Menguji kandungan fitokimia dari Pupuk Organik Cair (POC) sesuai dengan Standar Kementerian Pertanian No. 216/KPTS/SR.310/M/4/2019 tentang Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenh Tanah, dengan parameter yang meliputi C-Organik, N-Total, P₂O₅, K₂O, Fe, Mn, Zn, Cu, dan B.

Penelitian ini dilaksanakan di Usaha Kecil dan Menengah (UKM) “AIG Bunda Nisa” di Kabupaten Semarang, Indonesia. Sampling dilakukan secara purposive, dengan fokus pada minuman jahe instan, kunyit instan, dan wedang jahe. Data dikumpulkan melalui wawancara, eksperimen, dan teknik pengujian laboratorium.

4. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Analisis proksimat produk minuman herbal instan menunjukkan hasil sebagai berikut untuk kunyit instan: kadar abu sebesar 0,62%, energi dari lemak sebesar 2,97 Kkal/100g, total kandungan lemak sebesar 0,33%, kadar air sebesar 0,65%, total energi sebesar 396,57 Kkal/100g, kandungan karbohidrat sebesar 97,36%, kandungan protein sebesar 1,04%, total jumlah bakteri sebanyak $5,7 \times 10^2$ koloni/g, dan jumlah kapang ragi sebanyak $1,0 \times 10^2$ koloni/g. Dibandingkan dengan kunyit segar per 100 gram, terdapat beberapa perbedaan. Kunyit segar memiliki kadar abu sebesar 1,14%, total kandungan lemak sebesar 9,1%, kadar air sebesar 11,8%, dan kandungan protein sebesar 5,7%, yang semuanya lebih tinggi dibandingkan nilai yang terdapat pada kunyit instan. Total energi kunyit segar sebesar 349,0 Kkal dengan kandungan karbohidrat sebesar 59,4%, keduanya lebih rendah dibandingkan dengan total energi dan kandungan karbohidrat pada kunyit instan.

Tabel 1. Proximate Analysis of Instant Herbal Drink Products

No	Parameter	Satuan	Jahe Instan	Kunyit Instan	Temulawak Instan	Metode
1	Kadar abu	%	0,65	0,62	0,45	SNI 01-2891-1992, poin 6.1
2	Energi dari lemak	Kkal/100g	0	2,97	0	Perhitungan
3	Total kandungan lemak	%	<0,02	0,33	<0,02	18-8-5/MU/SMM-SIG, poin 3.2.2 (Weibull)
4	Kadar air	%	0,83	0,65	0,61	SNI 01-2891-1992, poin 5.1
5	Total energi	Kkal/100g	394,08	396,57	395,76	Perhitungan
6	Karbohidrat (By	%	97,66	97,36	98,23	18-8-9/MU/SMM-

No	Parameter	Satuan	Jahe Instan	Kunyit Instan	Temulawak Instan	Metode
	Difference)					SIG (Perhitungan)
7	Kandungan protein	%	0,86	1,04	0,71	18-8-31/MU/SMM-SIG (Titrimetri)
8	Total jumlah bakteri (TPC)	koloni/g	$7,6 \times 10^2$	$5,7 \times 10^3$	$1,3 \times 10^2$	SNI ISO 4833-1:2015
9	Jumlah kapang ragi	koloni/g	<10	$1,0 \times 10^2$	<10	SNI ISO 21527-2:2012

Sumber: Data Diolah (2023)

5. Pembahasan

Hasil analisis proksimat menunjukkan bahwa produk minuman herbal instan dari temulawak AIG Bunda Nisa mengandung 0,45% abu, kurang dari 0,02% lemak total, 0,61% air, 395,76 Kkal energi total, 98,23% karbohidrat, 0,71% protein, total plate count (TPC) sebesar $1,3 \times 10^2$ koloni/g, dan ragi kurang dari sepuluh koloni/g. Jahe instan memiliki kandungan abu dan karbohidrat yang lebih tinggi namun kandungan lemak total dan protein yang lebih rendah dibandingkan dengan jahe segar. Studi sebelumnya melaporkan bahwa komposisi proksimat jahe segar meliputi 0,37% abu, 1,52% protein, 1,35% lemak, 0,80% serat kasar, dan 79,96% karbohidrat (Putri, 2013). Tingkat mikroba pada jahe instan memenuhi syarat Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) tahun 2019 yang mensyaratkan $TPC \leq 5 \times 10^7$ koloni/g dan ragi serta jamur $\leq 5 \times 10^5$ koloni/g (Badan Pengawas Obat dan Makanan, 2020).

Demikian pula, analisis proksimat minuman jahe instan mengungkapkan 0,65% abu, 0 Kkal/gram energi dari lemak, kurang dari 0,02% lemak total, 0,83% air, 394,08 Kkal energi total, 97,66% karbohidrat, 0,86% protein, TPC sebesar $7,6 \times 10^2$, dan ragi serta jamur kurang dari sepuluh koloni/g. Jahe segar mengandung 79 Kkal energi, 17,86% karbohidrat, dan 3,57% protein per 100 g (Sari & Nasuha, 2021). Jahe instan memiliki nilai karbohidrat dan kalori yang lebih tinggi namun kandungan protein yang lebih rendah dibandingkan dengan jahe segar. Tingkat mikroba pada jahe instan juga memenuhi persyaratan BPOM 2019.

Analisis proksimat pada kunyit instan menunjukkan kandungan abu sebesar 0,62%, energi dari lemak sebesar 2,97 Kkal/100g, 0,33% lemak total, 0,65% air, 396,57 Kkal energi total, 97,36% karbohidrat, 1,04% protein, TPC sebesar $5,7 \times 10^2$, dan ragi serta jamur sebesar $1,0 \times 10^2$ koloni/g. Kunyit instan menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan kunyit segar, yang mengandung 1,14% abu, 9,1% lemak, 11,8% air, dan 5,7% protein. Energi total dari kunyit segar adalah 349,0 Kkal dengan 59,4% karbohidrat, yang lebih rendah dari kunyit instan. Tingkat mikroba pada kunyit instan juga memenuhi standar BPOM 2019. Kunyit, tanaman dari keluarga jahe (Zingiberaceae), umum digunakan sebagai rempah. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kunyit dapat meningkatkan kualitas makanan seperti bakso bebek (Murti et al., 2013).

Kandungan nutrisi pada produk instan berbeda signifikan dari bahan segarnya. Pada ketiga sampel, kandungan karbohidrat produk instan lebih tinggi dibandingkan bahan segarnya. Tingkat karbohidrat pada tanaman dipengaruhi oleh fotosintesis dan disimpan di akar, umbi, atau biji (Nurcahyani et al., 2019). Kandungan karbohidrat yang lebih tinggi pada produk instan mungkin disebabkan oleh penambahan bahan seperti gula untuk mengkristalkan bubuk jahe. Dalam analisis protein, kunyit instan dan temulawak memiliki kandungan protein yang lebih tinggi daripada jahe dan kunyit segar, sementara jahe instan memiliki kandungan protein yang lebih rendah dibandingkan jahe segar. Perbedaan ini dapat

disebabkan oleh pengolahan produk instan. Pengolahan yang tepat dapat meningkatkan kandungan nutrisi dan pencernaan protein, namun teknik yang tidak tepat, seperti pemanasan berlebihan, dapat mendenaturasi protein (Sundari et al., 2015).

Terkait dengan kandungan air, sampel produk instan memiliki kandungan air yang lebih rendah dibandingkan bahan segar. Kadar air secara langsung memengaruhi stabilitas dan kualitas makanan; kandungan air yang lebih tinggi meningkatkan risiko kerusakan akibat aktivitas biologis internal dan pertumbuhan mikroba (Hammond et al., 2015). Mengenai kandungan abu, jahe instan memiliki kandungan abu yang lebih tinggi dibandingkan jahe segar, sedangkan kunyit instan memiliki kandungan abu yang lebih rendah dibandingkan kunyit segar. Abu adalah residu anorganik yang tersisa setelah pembakaran bahan organik dan berkaitan dengan kandungan mineral makanan. Kandungan abu makanan ditentukan oleh jenis bahan dan metode pembakaran.

Total plate count (TPC) adalah uji yang mengukur jumlah bakteri dalam sampel. TPC yang lebih tinggi menunjukkan lebih banyak koloni bakteri, yang menunjukkan bahwa proses pembuatan produk mungkin tidak higienis atau steril (Mursalim, 2018). Namun, TPC dari temulawak instan, kunyit, dan jahe memenuhi standar BPOM, memastikan kualitas produk. Tingkat ragi dan jamur dalam produk ini juga sesuai dengan standar BPOM. Jamur adalah organisme multiseluler yang biasanya tumbuh pada makanan dan mudah diamati sebagai cendawan. Beberapa faktor dapat memengaruhi pertumbuhan jamur, termasuk kadar air, suhu penyimpanan, durasi penyimpanan, pengeringan produk, dan kontaminasi udara luar (Mughtar et al., 2011). Dalam hal ini, proses produksi dan penyimpanan dikelola dengan baik, sehingga pertumbuhan jamur dan ragi tidak melebihi standar BPOM.

Hasil uji bubuk jahe (SJ), bubuk kunyit (SK), dan bubuk temulawak (ST), serta ampas produk termasuk ampas jahe (AJ), ampas kunyit (AK), dan ampas temulawak (AT) untuk logam As dan Hg, disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan As dan Hg pada Sampel yang Diuji

Sampel	Arsen Terlarut (As) (mg/L)	Merkuri Terlarut (Hg) (mg/L)
Bubuk Jahe (SJ)	0,0027	$0,0003 \times 10^{-1}$
Bubuk Kunyit (SK)	0,0016	$<0,0003 \times 10^{-1}$
Bubuk Temulawak (ST)	0,0034	$<0,0003 \times 10^{-1}$
Ampas Kunyit (AK)	0,0057	$<0,0003 \times 10^{-1}$
Ampas Jahe (AJ)	0,0065	$<0,0003 \times 10^{-1}$
Ampas Temulawak (AT)	0,0091	$<0,0003 \times 10^{-1}$
Standar Mutu	$\leq 5,0$	$\leq 0,5$

Sumber: Data diolah (2023)

Uji laboratorium dilakukan untuk menilai keberadaan kontaminan logam Hg dan As dalam sampel serbuk jamu instan, khususnya serbuk kunyit (SK) dan serbuk jahe (SJ dan ST). Kandungan Hg dalam sampel SK dan ST adalah $<0,0003 \times 10^{-1}$ mg/L, sedangkan SJ menunjukkan $0,0003 \times 10^{-1}$ mg/L. Kadar Hg ini memenuhi ambang batas yang ditetapkan oleh BPOM (2019) yaitu $\leq 0,5$ mg/L. Untuk kandungan As terlarut, sampel ST, SJ, dan SK masing-masing menunjukkan kadar 0,0034 mg/L, 0,0027 mg/L, dan 0,0016 mg/L, semuanya berada dalam ambang batas peraturan BPOM yaitu ≤ 5 mg/L.

Sebuah studi sebelumnya oleh Pulung melaporkan bahwa logam berat As dalam bubuk jahe berada di bawah ambang batas deteksi, yang mungkin berbeda karena bahan baku jahe

yang digunakan (Pulung, 2018). Penelitian lain yang dilakukan oleh Husna mengenai kontaminasi Hg pada jamu di Pekanbaru menemukan bahwa 4 dari 6 sampel melebihi ambang batas BPOM, yang mungkin disebabkan oleh kontaminasi dari bahan baku (Husna et al., 2015). Kontaminasi logam berat pada tanaman rimpang dapat dipengaruhi oleh kesuburan tanah, bahan organik, dan pencemaran lingkungan (Yuan et al., 2009).

Hasil dari ampas temulawak (AT) menunjukkan As terlarut sebesar 0,0091 mg/L dan Hg sebesar $<0,0003 \times 10^{-1}$ mg/L, di bawah standar BPOM. Hasil yang sama juga ditemukan pada ampas jahe (AJ) dan ampas kunyit (AK), dengan kandungan Hg di bawah batas deteksi dan kadar As yang berada di dalam standar peraturan. Temuan ini menunjukkan bahwa tanaman yang digunakan untuk produk herbal ini ditanam di daerah dengan kontaminasi logam berat yang rendah, sehingga relatif aman untuk produksi jamu.

Limbah minuman herbal dapat dimanfaatkan kembali untuk menghasilkan pupuk cair organik (POC). POC memiliki beberapa manfaat, seperti memperbaiki struktur tanah, meningkatkan penyerapan unsur hara, dan mendukung kehidupan biologis tanah. Limbah dari produksi minuman herbal AIG Bunda Nisa diolah menjadi POC dengan volume kurang lebih 10 liter, dengan menggunakan bahan tambahan berupa daun kelor dan mimba masing-masing sebanyak 200 gram, rebung sebanyak 1 kg, batang pisang sebanyak 1 kg, serta bahan tambahan lain seperti air kelapa, air cucian beras, dan urine kelinci.

Pengembangan dan penyempurnaan produk sangat penting untuk meningkatkan daya saing dan memaksimalkan keuntungan (Rifkowaty & Martanto, 2016). Dari hasil uji laboratorium, POC yang dihasilkan dari limbah jamu belum memenuhi persyaratan Standar Nasional Indonesia (SNI) pada beberapa parameter (lihat Tabel 3).

Tabel 3. Hasil Uji Pupuk Organik Cair

No	Parameter	Satuan	Hasil POC-73/VI/2022	Standar Kualitas*
1	pH.H ₂ O	-	5,73	-
2	C-Organik	%	1,15	Minimal 10%
3	N-Total	%	0,17	Minimal 0,5%
4	Rasio C/N	-	6,71	-
5	P ₂ O ₅	%	0,04	2-6%
6	K ₂ O	%	0,48	2-6%
7	Na	%	0,06	Maksimal 2000 ppm
8	Ca	%	0,10	-
9	Mg	%	0,03	-
10	Fe	ppm	75,04	90-900 ppm
11	Mn	ppm	17,21	25-500 ppm
12	Zn	ppm	5,65	25-500 ppm
13	Cu	ppm	1,62	25-500 ppm
14	B	ppm	10,82	12-250 ppm
15	S	%	0,11	-

Catatan: Kementerian Pertanian No.216/KPTS/SR.310/M/4/2019 tentang Persyaratan Teknis Minimum untuk Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenh Tanah.

Beberapa parameter POC, termasuk C-Organik, N-Total, P₂O₅, K₂O, Fe, Mn, Zn, Cu, dan B, berada di bawah standar kualitas Kementerian Pertanian. Sebagai contoh, kandungan C-

Organik secara signifikan lebih rendah dari standar minimum, membutuhkan tambahan 8,85% untuk memenuhi persyaratan kualitas. Demikian pula, kandungan N-Total membutuhkan tambahan 0,33%, dan P₂O₅ dan K₂O membutuhkan peningkatan masing-masing 1,96% dan 1,52% untuk memenuhi standar. Unsur-unsur lain, seperti Fe, Mn, dan B, lebih dekat untuk memenuhi standar.

Dalam industri jamu, limbah harus dimanfaatkan untuk menciptakan produk bernilai tambah melalui proses teknologi, sehingga meningkatkan nilai ekonomi dan keberlanjutan. Proses penambahan nilai mengubah bahan mentah menjadi produk yang lebih bernilai karena proses pengolahan, pengangkutan, atau penyimpanan.

Beberapa paten yang terkait dengan produksi POC, seperti Paten IDS000002008, yang diajukan pada tanggal 7 November 2018, dan Paten P00201910175, yang diberikan pada tanggal 8 November 2019, melibatkan proses dan formulasi untuk membuat pupuk organik cair. Namun, paten-paten ini dibatasi oleh ketersediaan bahan baku tertentu, yang mungkin tidak tersedia di semua lokasi. Sebaliknya, limbah herbal dari kunyit dan ampas temulawak sangat melimpah. Kandungan C-Organik dan N-Total yang tinggi menunjukkan potensi sebagai bahan baku POC meskipun kadar P₂O₅ dan K₂O rendah.

Formulasi POC dapat ditingkatkan dengan menggunakan bahan-bahan yang tercantum pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Komposisi Bahan Baku untuk Produksi POC (40 liter)

No.	Bahan Baku	Volume/Jumlah	Satuan	Persentase
1	Ampas temulawak	2	Kg	4,22 - 4,30
2	Ampas kunyit	2	Kg	4,22 - 4,30
3	Daun kelor	0,2	Kg	0,42 - 0,50
4	Daun mimba	0,2	Kg	0,42 - 0,50
5	Tunas bambu	1	Kg	2,11 - 2,20
6	Batang pisang muda	1	Kg	2,11 - 2,20
7	Daun sirih	0,2	Kg	0,42 - 0,50
8	Daun tembakau	0,1	Kg	0,21 - 0,30
9	Bawang merah	0,25	Kg	0,53 - 0,60
10	Bawang putih	0,25	Kg	0,53 - 0,60
11	Kapur sirih	0,02	Kg	0,04 - 0,06
12	Terasi matang	0,02	Kg	0,04 - 0,06
13	Penyedap rasa	0,05	Kg	0,11 - 0,20
14	Air kelapa	3	Liter	6,33 - 6,40
15	Air cucian beras	3	Liter	6,33 - 6,40
16	Urin kelinci	3	Liter	6,33 - 6,40
17	Lidah buaya	0,2	Kg	0,42 - 0,50
18	Daun sirsak	0,5	Kg	1,06 - 1,10
19	Lumut rawa	0,2	Kg	0,42 - 0,50
20	EM4	0,1	Liter	0,21 - 0,25
21	Tetes tebu	0,1	Liter	0,21 - 0,25
22	Air	30	Liter	63,30 - 63,40

Berbagai metode dan komposisi untuk pupuk organik cair (POC) telah dipatenkan, seperti proses yang dijelaskan dalam Paten Nomor IDS000002008, tertanggal 7 November 2018, berjudul "Proses Pembuatan Pupuk Organik Cair." Proses ini melibatkan pencampuran air kelapa dengan molase dengan perbandingan 3:1 untuk membentuk bahan media, menambahkan mikroba pengurai, dan kemudian memasukkan 500 liter bahan tersebut selama 30 hari, diaduk setiap sepuluh hari hingga terbentuk POC.

Penemuan lain, yang terdaftar dengan Nomor Permohonan P00201910175 dan diberikan pada tanggal 8 November 2019, berjudul "Formulasi Pupuk Organik Cair dan Penggunaannya." Formulasi ini terdiri dari 10% limbah ikan, 10% kentang, dan 80% air, yang direbus selama 40 menit, didinginkan, dicampur dengan starter mikroba, dan kemudian difermentasi selama satu bulan. Namun, penemuan ini memiliki keterbatasan terkait ketersediaan bahan baku. Meskipun beberapa bahan mungkin sulit ditemukan, limbah jamu seperti kunyit dan ampas jahe cukup melimpah di lokasi penemuan yang belum banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku POC. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ampas kunyit dan temulawak memiliki kandungan karbon organik (C-Organik) dan nitrogen total (N-Total) yang tinggi, sehingga menjadi kandidat yang menjanjikan untuk produksi POC meskipun kandungan fosfor (P₂O₅) dan kalium (K₂O) lebih rendah.

Tabel 5. Hasil Uji Kandungan Kimia POC dari Ampas Kunyit dan Temulawak

No.	Parameter	Satuan	Hasil
1.	pH.H ₂ O	-	5,73
2.	C-Organik	%	1,15
3.	N-Total	%	0,17
4.	Rasio C/N	-	6,71
5.	P ₂ O ₅	%	0,04
6.	K ₂ O	%	0,48
7.	Na	%	0,06
8.	Ca	%	0,10
9.	Mg	%	0,03
10.	Fe	ppm	75,04
11.	Mn	ppm	17,21
12.	Zn	ppm	5,65
13.	Cu	ppm	1,62
14.	B	ppm	10,82
15.	S	%	0,11

Komposisi campurannya, meliputi bahan-bahan seperti ampas jahe (4,22%), ampas kunyit (4,22%), daun kelor (0,42%), daun mimba (0,42%), batang pisang muda (2,11%), rebung (2,11%), daun sirih (0,42%), daun tembakau (0,21%), bawang merah (0,53%), bawang putih (0,53%), kapur sirih (0,04%). Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan POC adalah: terasi matang (0,04%), penyedap rasa (0,11%), air kelapa (6,33%), air cucian beras (6,33%), urine kelinci (6,33%), lidah buaya (0,42%), daun sirsak (1,06%), lumut rawa (0,42%), EM4 (0,21%) dan tetes tebu (0,21%). POC yang terbuat dari limbah jahe dan kunyit dari produksi jamu dapat digunakan untuk menyuburkan tanaman. Cara pengaplikasiannya adalah dengan melarutkan satu tutup botol POC ke dalam 2-3 liter air bersih, diaduk, dan didiamkan selama 10 menit

sebelum disemprotkan ke batang, ranting, dan daun tanaman. Penyemprotan sebaiknya dilakukan setiap minggu hingga tanaman dewasa.

6. Kesimpulan

Limbah minuman herbal instan dapat digunakan secara efektif sebagai pupuk organik cair (POC) untuk tanaman biofarmasi. Serbuk minuman jahe instan memiliki kandungan abu dan karbohidrat yang lebih tinggi dibandingkan jahe segar, namun kandungan lemak total dan proteinnya lebih rendah. Kandungan karbohidrat dan nilai kalori dari minuman jahe instan lebih tinggi dibandingkan dengan jahe segar, sedangkan kandungan proteinnya lebih rendah. Demikian pula, abu, lemak total, kandungan air, dan kandungan protein pada kunyit segar lebih rendah dibandingkan dengan minuman kunyit instan, sementara energi dan kandungan karbohidratnya juga lebih rendah. Hasil uji menunjukkan bahwa ampas kunyit dan jahe mengandung kadar karbon organik (C-Organik) dan nitrogen total (N-Total) yang tinggi, sehingga cocok sebagai bahan baku untuk produksi POC. Namun, karena kadar P₂O₅ dan K₂O yang rendah, unsur-unsur ini mungkin perlu ditambahkan dari sumber organik lainnya.

Pendekatan ekonomi sirkular adalah kunci untuk memaksimalkan penggunaan dan nilai tambah dari bahan baku, komponen, dan produk. Dalam konteks produksi obat herbal, model ini melibatkan pengelolaan limbah dan mempertimbangkan desain bahan baku, pengembangan produk, serta proses produksi untuk memastikan bahwa bahan baku dan produk dapat didaur ulang dan memiliki siklus hidup yang lebih panjang. Model ini memiliki potensi untuk menghasilkan pendapatan tambahan, mengurangi limbah, dan menciptakan peluang kerja baru, terutama memberdayakan perempuan dengan prospek ekonomi yang lebih baik.

7. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam mendukung penelitian ini.

8. Pernyataan *Conflicts of Interest*

Penulis menyatakan tidak ada potensi konflik kepentingan sehubungan dengan penelitian, kepengarangan, dan/atau publikasi dari artikel ini.

Daftar Pustaka

- Amalraj, A., Pius, A., Gopi, S., & Gopi, S. (2017). Biological activities of curcuminoids, other biomolecules from turmeric and their derivatives – A review. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 7(2), 205–233. <https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2016.05.005>
- Badan Pengawas Obat dan Makanan. (2020). *Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Tahun 2019 Jilid 1*. Badan Pengawas Obat dan Makanan. https://jdih.pom.go.id/download/file/1223/Perka_BPOM_2019.pdf
- Badan Pusat Statistik. (2021). *Statistik Hortikultura 2020*. <https://www.bps.go.id/id/publication/2021/06/07/daeb50a95e860581b20a2ec9/statistik-hortikultura-2020.html>
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Semarang. (2019). *Statistik Pertanian Holtikultura Kabupaten Semarang 2017-2018*. <https://semarangkab.bps.go.id/id/publication/2019/12/26/811d610b9df51aa3e237cf60>

[/statistik-pertanian-hortikultura-kabupaten-semarang-2017-2018.html](#)

- Ghosh, S., Banerjee, S., & Sil, P. C. (2015). The beneficial role of curcumin on inflammation, diabetes and neurodegenerative disease: A recent update. *Food and Chemical Toxicology*, 83, 111–124. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2015.05.022>
- Hammond, S. T., Brown, J. H., Burger, J. R., Flanagan, T. P., Fristoe, T. S., Mercado-Silva, N., Nekola, J. C., & Okie, J. G. (2015). Food Spoilage, Storage, and Transport: Implications for a Sustainable Future. *BioScience*, 65(8), 758–768. <https://doi.org/10.1093/biosci/biv081>
- Hayu, R. S. (2019). Smart Digital Content Marketing, Strategi Membidik Konsumen Millennial Indonesia. *JMK (Jurnal Manajemen Dan Kewirausahaan)*, 4(1), 61. <https://doi.org/10.32503/jmk.v4i1.362>
- Hermawan, Y. (2020). Perhitungan Harga Pokok Produk Minuman Serbuk Instan dengan Metode Full Costing di UPT Materia Medica Batu Calculation of the Product Cost of Instant Powder Drink Using the Full Costing Method at UPT Materia Medica Batu. *Cakrawala*, 14(2), 183–197. <http://cakrawalajournal.org/index.php/cakrawala>
- Husna, O. L., Hanifah, T. A., & Kartika, G. F. (2015). Analisis Kandungan Logam Timbal, Kadmium dan Merkuri Dalam Produk Jamu Pegal Linu Yang Beredar Di Kota Pekanbaru. Universitas Riau.
- Jumirah, J., Jati, A. W. N., & Yulianti, L. I. M. (2018). Kualitas Pupuk Cair Organik dengan Kombinasi Limbah Ampas Jamu dan Limbah Ikan. *Biota : Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 3(2), 53–61. <https://doi.org/10.24002/biota.v3i2.1893>
- Kaushal, M., Gupta, A., Vaidya, D., & Gupta, M. (2017). Postharvest Management and Value Addition of Ginger (*Zingiber Officinale* Roscoe): A Review. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 2(1), 397–412. <https://doi.org/10.22161/ijeab/2.1.50>
- Kusumawati, I., Kurniawan, K. O., Rullyansyah, S., Prijo, T. A., Widyowati, R., Ekowati, J., Hestianah, E. P., Maat, S., & Matsunami, K. (2018). Anti-aging properties of *Curcuma heyneana* Valetton & Zipj: A scientific approach to its use in Javanese tradition. *Journal of Ethnopharmacology*, 225, 64–70. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2018.06.038>
- Li, M.-X., Bai, X., Ma, Y.-P., Zhang, H.-X., Nama, N., Pei, S.-J., & Du, Z.-Z. (2019). Cosmetic potentials of extracts and compounds from *Zingiber cassumunar* Roxb. rhizome. *Industrial Crops and Products*, 141, 111764. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111764>
- Muchtar, H., Kamsina, & Anova, I. T. (2011). Pengaruh kondisi penyimpanan terhadap pertumbuhan jamur pada gambir (The effect of storage condition on mold growth in gambir). *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, 22(1), 36–43.
- Munadi, E. (2017). Tanaman Obat, Sebuah Tinjauan Singkat. In Z. Salim & E. Munadi (Eds.), *Info Komoditi Tanaman Obat* (pp. 1–8). Badan Pengkajian dan Pengembangan Perdagangan. https://bkperdag.kemendag.go.id/media_content/2017/12/Isi_BRIK_Tanaman_Obat.pdf
- Mursalim, A. (2018). Pemeriksaan Angka Lempeng Total Bakteri pada Minuman Sari Kedelai yang Diperjualbelikan di Kecamatan Manggala Kota Makassar. *Jurnal Media Analisis Kesehatan*, 1(1), 56–61. <https://doi.org/10.32382/mak.v1i1.148>
- Murti, S., Suharyanto, S., & Kaharuddin, D. (2013). Pengaruh Pemberian Kunyit (*Curcuma domestica*) terhadap Beberapa Kualitas Fisik dan Organoleptik Bakso Daging Itik. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 8(1), 16–24. <https://doi.org/10.31186/jspi.id.8.1.16-24>
- Novianti, D. (2017). Potensi dan Pengembangan Jenis Tanaman Obat di Desa Meranjat Kecamatan Indralaya Selatan. *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika Dan Ilmu Pengetahuan*

Alam, 14(1), 45–52.

- Nurchahyani, E., Aniqotun Mutmainah, N., Farisi, S., & Agustrina, R. (2019). Analisis Kandungan Karbohidrat Terlarut Total *Planlet Buncis* (*Phaseolus Vulgaris* L.) Menggunakan Metode Fenol-Sulfur Secara *in Vitro*. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, 4(01), 73–80. <https://doi.org/10.23960/aec.v4.i1.2019.p73-80>
- Pulung, M. L. (2018). Standarisasi Bahan Rimpang Temulawak Asal Manokwari Papua Barat Sebagai Antimalaria Alami. *Chemistry Progress*, 11(1), 7–14.
- Putri, R. M. S. (2013). Si “kuning” temulawak (*Curcuma xanthoriza* Roxb.) dengan “segudang” khasiat. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 2(2), 42–49.
- Rifkowaty, E. E., & Martanto. (2016). Fungsional Beverages Instant Ginger Powder (*Zingiber Officinale* Rosc) with the Addition of *Bulbulus* Extract Variation (*Eleutherine Americana* Merr) as Natural Dyes. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 4(4).
- Rusmilan, R., & Putra, M. F. (2017). Pengurangan Biaya Penyimpanan (Carrying Cost) Limbah dengan Cara Pemanfaatan Limbah Ampas Ekstrak Jamu menjadi Pupuk Organik. *Sosio E-Kons*, 9(2), 160. <https://doi.org/10.30998/sosioekons.v9i2.1947>
- Santana, Á. L., Zobot, G. L., Osorio-Tobón, J. F., Johner, J. C. F., Coelho, A. S., Schmiele, M., Steel, C. J., & Meireles, M. A. A. (2017). Starch recovery from turmeric wastes using supercritical technology. *Journal of Food Engineering*, 214, 266–276. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.07.010>
- Sari, D., & Nasuha, A. (2021). Kandungan Zat Gizi, Fitokimia, dan Aktivitas Farmakologis pada Jahe (*Zingiber officinale* Rosc.): Review. *Tropical Bioscience: Journal of Biological Science*, 1(2), 11–18. <https://doi.org/10.32678/tropicalbiosci.v1i2.5246>
- Sharma, A., Khamar, D., Cullen, S., Hayden, A., & Hughes, H. (2021). Innovative Drying Technologies for Biopharmaceuticals. *International Journal of Pharmaceutics*, 609, 121115. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2021.121115>
- Siboro, E. S., Surya, E., & Herlina, N. (2013). Pembuatan Pupuk Cair dan Biogas dari Campuran Limbah Sayuran. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2(3), 40–43. <https://doi.org/10.32734/jtk.v2i3.1448>
- Sundari, D., Almasyhuri, A., & Lamid, A. (2015). Pengaruh Proses Pemasakan Terhadap Komposisi Zat Gizi Bahan Pangan Sumber Protein. *Media Penelitian Dan Pengembangan Kesehatan*, 25(4), 235–242. <https://doi.org/10.22435/mpk.v25i4.4590.235-242>
- Yuan, X., Ling, K. H., & Keung, C. W. (2009). The analysis of heavy metals in Chinese herbal medicine by flow injection-mercury hydride system and graphite furnace atomic absorption spectrometry. *Phytochemical Analysis*, 20(4), 293–297. <https://doi.org/10.1002/pca.1126>
- Yulianti, R., & Bintoro, B. P. K. (2021). Scenario Planning for Indonesian FDA In the Enforcement of GMP Guideline for Traditional Medicine 2021 Edition. *Journal of International Conference Proceedings*, 4(3), 380–395. <https://doi.org/10.32535/jicp.v4i3.1340>

Tentang Penulis

- 1) **Etty Soesilowati** memperoleh gelar Doktor dari Universitas Brawijaya, Indonesia, pada tahun 2008. Penulis adalah Guru Besar pada Program Studi Ekonomi Pembangunan, Universitas Negeri Malang, Indonesia.
E-Mail: ettysoesilowati.fe@um.ac.id
- 2) **Evi Susanti** memperoleh gelar Doktor dari Universitas Brawijaya, Indonesia, pada tahun 2017. Penulis adalah Guru Besar pada Program Studi Bioteknologi, Universitas Negeri Malang, Indonesia.
E-Mail: evi.susanti.fmipa@um.ac.id
- 3) **Hikmah Tri Prihatini** adalah mahasiswa Magister Ilmu Ekonomi, Universitas Negeri Malang, Indonesia.
E-Mail: hikmahtri01@gmail.com