

Implementasi Teknik Granulasi Serbuk Jamu untuk Optimalisasi Proses Produksi Pabrik Jamu Suti Sejati

DOI: <http://dx.doi.org/10.18196/berdikari.v10i2.13262>

ABSTRACT

The process of making herbal powder needs to be optimized because it is not efficient, and the filling process is still manually into teabags. The purpose of empowerment is to increase the effectiveness and efficiency of the herbal medicine-making process through a pharmaceutical approach with granulation techniques. This service is based on data obtained quantitatively in the laboratory, including the characteristics of the size distribution of *Simplicia* powder and granules and the flowability of herbal medicine powders. The data obtained were analyzed statistically with a 95% confidence level ($p=0.05$). The results showed that the granulation technique increased the flowability of the herbal powder with a flowability of 0 to 11.94 ± 0.54 g/second. The granulation technique is able to improve the process of extracting herbs during brewing. The success of this activity is measured through the technique of increasing the flowability of herbal powders and the use of automatic teabag fillers. The results of the program showed that the granulation technique was able to increase the efficiency of the herbal powder manufacturing process at the Suti Sehati Herbal Medicine Factory, Sukoharjo.

Keywords: herbal medicine, granulation, herbal medicine industry, brewed herbal medicine

ABSTRAK

Proses pembuatan serbuk jamu perlu optimalisasi karena tidak efisien dan proses pengisian masih secara manual ke dalam *teabag*. Tujuan pemberdayaan yakni meningkatkan keefektifan dan efisiensi proses pembuatan jamu melalui pendekatan farmasetis dengan teknik granulasi. Pengabdian ini didasarkan atas data yang diperoleh secara kuantitatif di laboratorium meliputi karakteristik distribusi ukuran serbuk *simplicia* dan granul dan daya alir serbuk jamu. Data yang diperoleh dianalisis secara statistik dengan taraf kepercayaan 95% ($p=0,05$) Hasil menunjukkan bahwa teknik granulasi mampu meningkatkan kemampuan mengalir dari serbuk jamu dengan daya alir dari 0 menjadi $11,94\pm 0,54$ g/detik. Teknik granulasi mampu meningkatkan proses penyarian jamu ketika penyeduhan. Keberhasilan dari kegiatan ini diukur melalui teknik peningkatan kemampuan mengalir serbuk jamu dan penggunaan alat *automatic tea-bag filler*. Hasil program diperoleh bahwa teknik granulasi mampu meningkatkan efisiensi proses pembuatan serbuk jamu di Pabrik Jamu Suti Sehati Sukoharjo.

Kata kunci: Jamu, granulasi, industri jamu, jamu seduh

**AHMAD AINUROFIQ¹,
SYAIFUL CHOIRI², DINAR
SARI CAHYANIRUM
WAHYUNI³, SAPTONO
HADI⁴, RITA RAKHMAWATI⁵,
NESTRI HANDAYANI⁶, ESTU
RETNANINGYAS
NUGRAHENI⁷, MUHAMMAD
ADAM FIRDAUSI⁸**

^{1,2,3,4,5,6,7} Grup Riset Active Pharmaceutical
Discovery and Development, Program
Studi S1 Farmasi, Universitas Sebelas
Maret, Jalan Ir. Sutami 36A, Surakarta,
Indonesia 57126

⁸ Program Studi D3 Farmasi, Sekolah
Vokasi, Universitas Sebelas Maret,
Jalan Kolonel Sutarto 150, Surakarta,
Indonesia, 57126
Email: s.choiri@mipa.uns.ac.id

PENDAHULUAN

Saintifikasi jamu memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan eksistensi jamu sebagai warisan leluhur (Elfahmi *et al.*, 2014; Liem & Rahmawati, 2017; Luo *et al.*, 2020). Akan tetapi, banyak produk-produk jamu yang beredar di masyarakat menjadi surut dan kalah daya saing. Beberapa sebab antara lain: pemasaran yang kurang, keefektifan dampak yang tidak dirasakan secara nyata, produsen tidak konsisten, aspek legalitas yang dirasa sulit, bahkan efisiensi produksi jamu yang rendah karena diproses secara manual (Astana & Triyono, 2017; Delima *et al.*, 2012). Jamu menawarkan khasiat secara empiris yang mampu memberikan kontribusi nyata dalam pencegahan penanganan penyakit degeneratif dalam jangka waktu yang panjang disertai aktivitas fisik yang tepat (Kesetyaningsih *et al.*, 2020).

Permasalahan yang paling dominan pada jamu adalah kemampuan daya saing pasar yang rendah. Hal ini umumnya disebabkan lisensi pada produk jamu tersebut serta ketersediaan jamu dengan kualitas tinggi yang tidak konsisten. Pengaruh lisensi atau izin edar dapat meningkatkan nilai tawar dari suatu obat, kepercayaan dari pengguna/konsumen, klaim keamanan, dan menjangkau pangsa pasar yang lebih luas. Umumnya perajin/perusahaan jamu lokal memiliki izin edar PIRT (Perusahaan Industri Rumah Tangga) yang dikeluarkan oleh dinas kesehatan. Izin edar PIRT ini aspek produk tidak fleksibel karena dibatasi dalam bentuk sediaan tertentu misalkan seduhan/*godogan* atau minuman. Perubahan bentuk sediaan dari serbuk simplisia menjadi sediaan granul akan lebih mempermudah perusahaan jamu (PJ) dalam memperoleh nilai tawar dari produk jamu tersebut. Dalam upaya peningkatan mutu jamu, hal ini menjadi sangat dibutuhkan untuk dilakukan pendampingan. Pendampingan ini dimaksudkan untuk meningkatkan mutu dan kualitas dari produk jamu yang dihasilkan seperti peningkatan efisiensi proses produksi dan peningkatan khasiat dari jamu.

Permasalahan utama dari PJ. Suti Sehati adalah tidak efisiensinya proses produksi jamu karena daya guna alat yang merupakan bantuan hibah dari Kementerian Perindustrian dan Perdagangan tidak dapat difungsikan dengan tepat, hal ini disebabkan karena serbuk simplisia Jamu SIRMA tidak mampu mengalir. Thevenon *et al.* (2021) melaporkan serbuk dari tumbuhan memiliki aliran yang buruk dan perlu energi eksternal untuk meningkatkan efisiensi dalam produksi berbahan dari serbuk tanaman. Penelitian lain juga dilaporkan bahwa proses *milling* tanaman okra sebagai sumber antioksidan memberikan pengaruh terhadap penurunan ukuran partikel dan konsekuensinya terjadi penurunan kemampuan aliran sehingga memerlukan proses granulasi (Waiss *et al.*, 2020).

Simplisia dengan sumber dedaunan memiliki permasalahan yang perlu perhatian khusus terkait dengan sifat aliran. Serbuk daun tembakau dilaporkan memiliki kemampuan mengalir yang buruk setelah proses *milling* (Zhang *et al.*, 2021). Beberapa kajian tersebut yang mendasari perlunya proses granulasi karena granulasi mampu meningkatkan kemampuan mengalir dan menurunkan *bulk density* sehingga pengisian akan lebih konstan dan tidak bersifat *voluminous* (Nawatila *et al.*, 2020; Trifonova, 2021; Veronica *et al.*, 2020). Pemanfaatan teknologi yang tepat mampu meningkatkan efisiensi proses produksi (Juwitaningtyas *et al.*, 2020). Tujuan pemberdayaan mitra adalah untuk meningkatkan efisiensi melalui proses granulasi serta kemampuan mengalir dari serbuk simplisia Jamu SIRMA, kemudian menghasilkan formula granul yang diimplementasikan untuk produksi Jamu SIRMA di Pabrik Jamu Suti Sehati, Sukoharjo, Jawa Tengah.

METODE PELAKSANAAN

Metode pengabdian ini berdasarkan atas hasil uji laboratorium yang diimplementasikan pada penyuluhan pembuatan granul jamu SIRMA di PJ Suti Sehati (Nguter, Sukoharjo, Jawa Tengah). Oleh karena itu, proses pengabdian ini dilaksanakan 2 tahap yaitu tahap pertama adalah optimasi dan pengembangan formula granul jamu SIRMA di Laboratorium Teknologi Farmasi dan Penghantaran Obat, Universitas Sebelas Maret dan tahap kedua yakni pengarahan dan demonstrasi pembuatan granul SIRMA di PJ. Suti Sehati. Kegiatan pengabdian ini dilaksanakan melalui pengujian di laboratorium pada bulan Juli-Agustus, sedangkan tahap pendampingan dan demonstrasi pembuatan granul SIRMA di PJ Suti Sehati dilaksanakan pada tanggal 5 September 2020.

Bahan

Racikan Jamu SIRMA yang diperoleh dari PJ. Suti Sehati (Nguter, Sukoharjo, Jawa Tengah). Bahan tambahan yang digunakan untuk membuat granul yaitu maltodextrin, laktosa, dan sukrosa dalam derajat makanan (*food grade product*) yang diperoleh dari CV. Agung Jaya (Surakarta, Indonesia).

Pengayaan Serbuk Simplisia

Serbuk simplisia jamu SIRMA diayak dengan menggunakan alat ayak bertingkat. Sebanyak lebih kurang 120 gram serbuk simplisia dilewatkan pada ayakan 30, 40, 60, dan 100 mesh. Granul diayak menggunakan ayakan bertingkat dan *sieve shaker* selama 15 menit. Bobot granul yang tertahan pada setiap ayakan dan lolos pada ayakan 100 mesh dinyatakan sebagai serbuk simplisia dengan ukuran tertentu.

Pembuatan Granul Jamu SIRMA

Serbuk simplisia, dan bahan yaitu maltodextrin, laktosa, dan sukrosa dicampur jadi satu kemudian ditambahkan air sebagai bahan pengikat sampai terbentuk masa elastis. Campuran massa elastis kemudian diayak menggunakan alat ayak 10 mesh. Granul basah kemudian dikeringkan dalam *oven* pada suhu 40°C selama 3 jam. Granul kering kemudian dilakukan proses pengayakan menggunakan ayakan nomor 12. Granul disimpan untuk evaluasi lebih lanjut.

Evaluasi Granul Jamu SIRMA

Evaluasi granul SIRMA yaitu dilakukan beberapa karakterisasi fisik utamanya kemampuan mengalir. Pada dasarnya, tujuan utama proses pengabdian ini adalah pemanfaatan peralatan yang telah diberikan oleh Kementerian Perindustrian dan Perdagangan yaitu alat pengisi *tea bag* otomatis.

Kemampuan mengalir Granul SIRMA dievaluasi menggunakan metode corong. Sebanyak 100 gram serbuk simplisia SIRMA dan granul diuji kemampuan mengalir. Sampel dimasukkan dalam corong dengan diameter bukaan corong 12 mm. Waktu yang dibutuhkan serbuk atau granul untuk melewati corong dicatat sebagai waktu alir, kecepatan alir dapat dihitung sebagai perbandingan antara bobot granul dengan waktu alir (Ainurofiq *et al.*, 2020).

Pengujian secara dispersi dilakukan dengan cara menyeduh granul setara dengan 4 gram simplisia SIRMA ditambah dengan 200 ml air mendidih. Proses penyeduhan diamati dan dievaluasi terkait kemudahan serbuk simplisia atau granul untuk terbasahi dan hasil seduhan yang terbentuk.

Proses Penyuluhan dan Pengarahan dalam Pembuatan Granul Jamu SIRMA

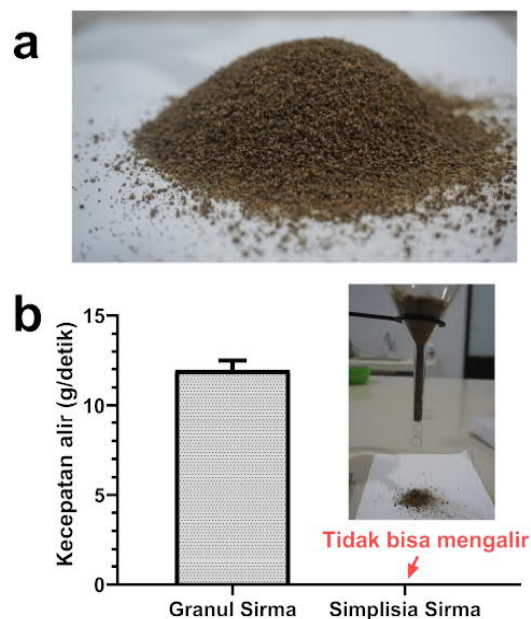
Pengarahan dan demonstrasi pembuatan granul SIRMA hasil optimasi dilakukan di PJ. Suti Sehati (Nguter, Jawa Tengah). Pendampingan ini dilaksanakan dengan cara pemberian penyuluhan tentang teori dan konsep granulasi serta keuntungan proses granulasi. Kemudian dilanjutkan dengan demonstrasi pembuatan granul melalui teknik granulasi serbuk simplisia SIRMA sesuai dengan hasil pengembangan di laboratorium.

Pengukuran dan Analisis Data

Data kuantitatif yang diperoleh di laboratorium dianalisis menggunakan statistik dengan taraf kepercayaan 95%.

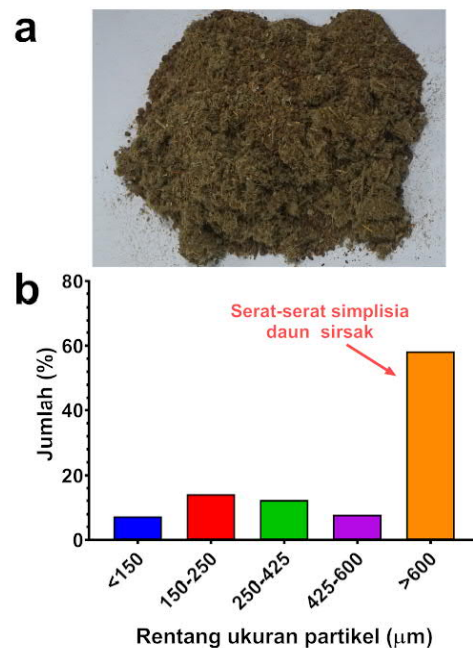
HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pengabdian ini diawali dengan kajian secara mendalam di laboratorium yaitu serbuk simplisia SIRMA. Hasil investigasi menunjukkan bahwa serbuk simplisia SIRMA tidak dapat diisikan secara otomatis menggunakan *automatic tea bag filler* karena tidak mampu mengalir. Fenomena ini akan menyebabkan tidak berfungsinya alat dan menyebabkan alat yang diberikan melalui hibah ini menjadi mangkrak. Jika dipaksakan, pengisian ke dalam setiap kemasan granul tidak akan seragam sehingga menghasilkan efek yang tidak sama pada setiap produk jamu. Proses pengembangan produk ini bertujuan meningkatkan daya guna mesin yang merupakan bantuan dari Kementerian Perdagangan dan Perindustrian kepada PJ Suti Sehati. Kajian di laboratorium dilaksanakan dengan pemeriksaan sebab serbuk tidak mampu mengalir dengan baik. Makroskopis serbuk simplisia jamu SIRMA dapat dilihat pada Gambar 1a. Hasil menunjukkan bahwa serbuk simplisia Jamu SIRMA tersebut memiliki komponen serbuk dan serat. Hal tersebut mengakibatkan serbuk simplisia tidak mampu mengalir dengan baik (Ainurofiq *et al.*, 2020). Karakteristik ini menyebabkan serbuk simplisia yang diisikan pada alat *automatic tea bag filler* tidak mampu mengalir sehingga tidak bisa difungsikan dengan optimal. Karakteristik lebih lanjut adalah melakukan evaluasi distribusi ukuran partikel dari serbuk simplisia Jamu SIRMA yang disajikan pada Gambar 1b.



Gambar 1. Makroskopis serbuk simplisia Jamu SIRMA (a) dan hasil pemeriksaan distribusi ukuran partikel jamu SIRMA (b).

Hasil evaluasi distribusi partikel serbuk simplisia SIRMA menunjukkan bahwa hampir 50% komponen serbuk simplisia jamu SIRMA terdiri atas serat-serat daun sirsak dan beberapa ukuran serbuk kulit manggis yang tidak optimal dalam penurunan ukuran partikelnya. Semakin rendah densitas dari suatu bahan (serat daun sirsak) menyebabkan penurunan kemampuan mengalir, bahkan menyebabkan serbuk tidak mampu mengalir (Ainurofiq *et al.*, 2020; Trifonova, 2021). Salah satu upaya dalam penanganan permasalahan ini adalah sentuhan secara farmasetik melalui teknik granulasi. Peningkatan ukuran partikel melalui proses granulasi serbuk jamu mampu meningkatkan kemampuan mengalir serbuk simplisia Jamu SIRMA.



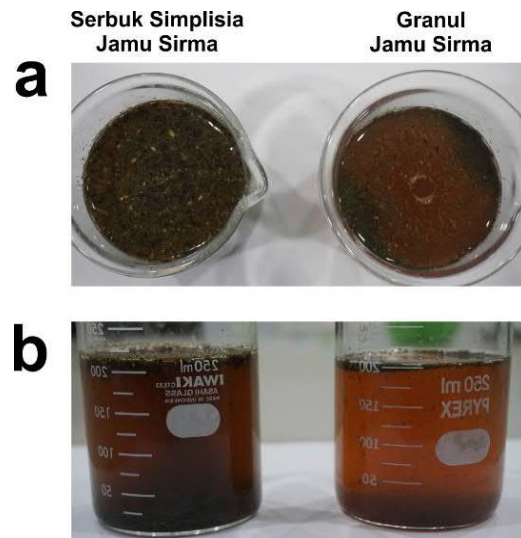
Gambar 2. Makroskopis granul simplisia Jamu SIRMA (a) dan hasil karakterisasi serbuk simplisia dan granul jamu SIRMA (b)

Hasil pembuatan granul SIRMA dapat dilihat pada Gambar 2a. Hasil menunjukkan secara makroskopis serbuk simplisia memiliki volume yang lebih meruah dibandingkan dengan granul SIRMA. Formulasi dalam bentuk granul ini mampu meningkatkan kemampuan aliran sehingga efisiensi meningkat dan meningkat pula produksi dalam hal pengemasan (Adi-Dako *et al.*, 2021). Formulasi granul mampu memberikan peningkatan kemampuan mengalir karena peningkatan ukuran partikel serta perubahan volume ruah yang lebih mampat. Bahan dengan ukuran yang besar umumnya tidak bersifat kohesif sehingga mampu meningkatkan kemampuan mengalir (Dewi & Lestari,

2016). Kombinasi dari serbuk jamu berbagai simplisia melalui teknik granulasi dengan bahan pengisi maltodextrin dan Avicel PH101 juga dilaporkan mampu meningkatkan kemampuan mengalir dan efisiensi proses produksi granul serbuk jamu (Nawatila *et al.*, 2020).

Hasil karakterisasi kemampuan mengalir (Gambar 2b) membuktikan bahwa proses granulasi ini mampu meningkatkan kemampuan mengalir dengan kecepatan alir $11,94 \pm 0,54$ g/detik, sedangkan serbuk simplisia Jamu SIRMA sama sekali tidak mampu mengalir ($p < 0,05$) (Gambar 2b). Hasil distribusi ukuran partikel tersebut memberikan bukti saintifik dan menjelaskan penyebab dari jamu serbuk simplisia tidak mampu mengalir. Serat-serat pada daun yang diserbuk tersebut memiliki densitas yang rendah dan menurunkan kemampuan alir dari serbuk tanaman (Zhang *et al.*, 2021). Hasil ini menunjukkan bahwa modifikasi melalui teknik granulasi dapat diimplementasikan pada penggunaan alat *automatic tea bag filler* untuk mengisikan serbuk simplisia pada *tea bag* sehingga secara langsung mampu meningkatkan efisiensi produksi jamu SIRMA.

Karakteristik lainnya selain kemampuan mengalir adalah dengan dilakukan perbandingan pengaruh granulasi terhadap proses penyeduhan. Hasil proses penyeduhan disajikan pada Gambar 3a yang menunjukkan bahwa proses granulasi pada serbuk jamu SIRMA mampu meningkatkan kemampuan terbasahi serbuk. Proses pembasahan ini mampu meningkatkan ekstraksi senyawa aktif pada simplisia Jamu SIRMA. Pada serbuk simplisia Jamu SIRMA menunjukkan proses penyarian tidak optimal karena serbuk tidak mampu terbasahi dengan sempurna ditunjukkan banyak komponen serbuk yang mengapung di permukaan air. Evaluasi proses penyeduhan diamati setelah 5 menit proses penyeduhan (Gambar 3b). Hasil menunjukkan bahwa formulasi granul Jamu SIRMA mampu meningkatkan kejernihan. Tingkat kekeruhan pada seduhan serbuk simplisia jamu SIRMA tidak disebabkan oleh banyaknya senyawa aktif yang terpilah akan tetapi disebabkan karena partikel-partikel serbuk yang terdispersi sehingga terlihat lebih keruh. Proses ekstraksi ini akan lebih optimal jika semua serbuk terbasahi sehingga senyawa aktif pada simplisia dapat berdifusi dan tersari ketika proses penyeduhan. Tingkat pembasahan pada granul jamu SIRMA mampu meningkatkan proses pemilahan dibandingkan dengan serbuk jamu tanpa proses granulasi. Bahan tambahan mampu meningkatkan interaksi dengan pelarut sehingga meningkatkan proses pembasahan dan ekstraksi (Nawaz *et al.*, 2020).



Gambar 3. Hasil proses penyeduhan serbuk simplisia dan granul Jamu SIRMA seketika setelah proses penyeduhan dengan visualisasi vertikal (a) dan setelah 5 menit proses penyeduhan (b)



Gambar 4. Demonstrasi pembuatan granul serbuk simplisia Jamu SIRMA di PJ Suti Sehati

Proses pendampingan pembuatan granul serbuk simplisia SIRMA dilakukan di PJ Suti Sehati dengan tujuan meningkatkan proses efisiensi dan daya guna dari mesin *automatic tea bag filler*. Proses pendampingan ini dilaksanakan dengan proses demonstrasi pembuatan granul serbuk simplisia SIRMA (dokumentasi pendampingan disajikan pada Gambar 4). Proses pembuatan granul ini menggunakan formula optimal dari proses pengembangan di laboratorium sehingga mampu diimplementasikan oleh PJ Suti Sehati dalam upaya pembuatan jamu SIRMA dengan memanfaatkan sumber daya yang ada agar lebih efisien dan tepat guna. Peningkatan efisiensi ini disebabkan oleh pemanfaatan teknologi yang tepat pada formula granul dalam proses manufaktur (Waiss *et al.*, 2020; Zhang *et al.*, 2021).

Evaluasi keberhasilan program ini dilakukan berdasarkan penerapan dan pengakuan dari PJ Suti sehati terhadap pemanfaatan teknik granulasi dalam meningkatkan efisiensi

produksi jamu SIRMA menggunakan alat *automatic tea bag filler*. Langkah ke depan yaitu pengujian kinerja dan manufakturabilitas berdasarkan prinsip proses kapabilitas manufaktur menggunakan alat *automatic tea bag filler* berbasis serbuk granul jamu. Implementasi program ini dengan sentuhan teknologi lebih memberikan dampak yang nyata bagi para produsen jamu dalam meningkatkan efisiensi produksi serta keefektifan dari produk Jamu.



Gambar 5. Dokumentasi pasca pengabdian di PJ Suti Sehati

SIMPULAN

Teknik granulasi meningkatkan efisiensi proses produksi jamu SIRMA melalui pemanfaatan alat *automatic tea bag filler* yang sudah dimiliki oleh Pabrik Jamu Suti Sehati (Sukoharjo) dalam upaya memfungsikan kembali untuk peningkatan kapasitas produksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi-Dako, O., Kumadoh, D., Egbi, G., Okyem, S., Addo, P. Y., Nyarko, A., Osei-Asare, C., Oppong, E. E., & Adase, E. (2021). Strategies for formulation of effervescent granules of an herbal product for the management of typhoid fever. *Heliyon*, 7(10), e08147. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08147>
- Ainurofiq, A., Choiri, S., Hadi, S., Wahyuni, D. S. C., Rakhmawati, R., Handayani, N., & Nugraheni, E. R. (2020). Understanding the interaction of excipient binary mixture on pre-tableting properties. *International Journal of Pharmaceutical Research*, 12, 2941–2949. Scopus. <https://doi.org/10.31838/ijpr/2020.SP2.349>
- Astana, P. R. W., & Triyono, A. (2017). Gambaran profil lipid pada pasien hipertensi di klinik saintifikasi jamu Hortus Medicus Tawangmangu. *Jurnal Farmasi Galenika*, 4(Edisi Khusus), 63–67.
- Delima, D., Widowati, L., Astuti, Y., Siswoyo, H., Gitawati, R., & Purwadianto, A. (2012). Gambaran praktik penggunaan jamu oleh dokter di enam provinsi di Indonesia. *Buletin Penelitian Kesehatan*, 40(3 Sep), 110-122–122. <https://doi.org/10.22435/bpk.v40i3Sep.2893.110-122>
- Dewi, I. K., & Lestari, T. (2016). Formulasi Dan Uji

- Hedonik Serbuk Jamu Instan Antioksidan Buah Naga Super Merah (*Hylocereus Costaricensis*) Dengan Pemanis Alami Daun Stevia (*Stevia Rebaudiana* Bertoni M.). *Interest/ : Jurnal Ilmu Kesehatan*, 5(2), 149–156. <https://doi.org/10.37341/interest.v5i2.47>
- Elfahmi, Woerdenbag, H. J., & Kayser, O. (2014). Jamu: Indonesian traditional herbal medicine towards rational phytopharmacological use. *Journal of Herbal Medicine*, 4(2), 51–73. <https://doi.org/10.1016/j.hermed.2014.01.002>
- Juwitaningtyas, T., Astuti, E., & Tarmuji, A. (2020). Penguatan Teknologi Olah Buah Salak dalam Upaya Peningkatan Kualitas Produk. *Berdikari: Jurnal Inovasi dan Penerapan Ipteks*, 8(2), 123–131. <https://doi.org/10.18196/bdr.8284>
- Kesetyaningsih, T. W., Astuti, Y., & Noor, Z. (2020). Aktivitas Fisik Rutin untuk Mencegah Penyakit Degeneratif. *Berdikari: Jurnal Inovasi Dan Penerapan Ipteks*, 8(1), 48–58. <https://doi.org/10.18196/bdr.8176>
- Liem, A., & Rahmawati, K. D. (2017). The meaning of complementary, alternative and traditional medicine among the Indonesian psychology community: A pilot study. *Journal of Integrative Medicine*, 15(4), 288–294. [https://doi.org/10.1016/S2095-4964\(17\)60336-4](https://doi.org/10.1016/S2095-4964(17)60336-4)
- Luo, L., Jiang, J., Wang, C., Fitzgerald, M., Hu, W., Zhou, Y., Zhang, H., & Chen, S. (2020). Analysis on herbal medicines utilized for treatment of COVID-19. *Acta Pharmaceutica Sinica B*, 10(7), 1192–1204. <https://doi.org/10.1016/j.apsb.2020.05.007>
- Nawatila, R., Nabilla, D. A., Oktaviani, F. L., Efendi, R. N., Anjarsari, A. A. K., Tanuwijaya, C. D., Putri, R. A., & Pradana, A. T. (2020). Pengembangan Granul Herbal Kumis Kucing, Temulawak, dan Pegagan dengan Pengisi Maltodextrine dan Spray Dried Lactose. *Media Pharmaceutica Indonesiana*, 3(1), 1–9.
- Nawaz, H., Shad, M. A., Rehman, N., Andaleeb, H., & Ullah, N. (2020). Effect of solvent polarity on extraction yield and antioxidant properties of phytochemicals from bean (*Phaseolus vulgaris*) seeds. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 56. <https://doi.org/10.1590/s2175-97902019000417129>
- Thevenon, F., Marchand, M., Gateau, M., Demey, H., Chatroux, A., Pons de Vincent, P., De Ryck, A., & Melkior, T. (2021). Energy requirements to produce fine powders of raw and torrefied wood at pilot scale, and characterization of their flowability. *Biomass and Bioenergy*, 152, 106196. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2021.106196>
- Trifonova, O. (2021). Assessment of the granulation process effect on morpho-anatomical features and biologically active substances composition of senna leaves. *Farmacia*, 69(1), 44–50. <https://doi.org/10.31925/farmacia.2021.6>
- Veronica, N., Ang, X. H., Ooi, S. M., Liew, C. V., & Heng, P. W. S. (2020). A study on the formulation of plant matrix tablets from coarse botanical materials using cinnamon bark and areca nut as the model botanical materials. *Pharmaceutical Sciences and Research*, 7(2). <https://doi.org/10.7454/psrv7i2.1094>
- Waiss, I. M., Kimbonguila, A., Abdoul-Latif, F. M., Nkeletela, L. B., Matos, L., Scher, J., & Petit, J. (2020). Effect of milling and sieving processes on the physicochemical properties of okra seed powders. *International Journal of Food Science & Technology*, 55(6), 2517–2530. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14503>
- Zhang, Y., Li, R., Shang, G., Zhu, H., Mahmood, N., & Liu, Y. (2021). Mechanical grinding alters physicochemical, structural, and functional properties of tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) leaf powders. *Industrial Crops and Products*, 173, 114149. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.114149>