

Rancang Bangun Mesin Ekstraksi Daun Kelor Sebagai Antiseptik Alami Untuk Pencegahan Mastitis Pada Sapi Perah

Moh Alfian Fahrosi¹, Cepi Yazirin², Ismi Choirotin³

¹mohalfianfahrosi02@gmail.com

²ismi.choirotin@unisma.ac.id

³cepiyazirin10@unisma.ac.id

ABSTRAK

peradangan ambing pada hewan ternak penghasil susu adalah salah satu penyakit yang menyerang hewan ternak penghasil susu dan sangat memengaruhi baik kuantitas maupun kualitas susu yang dihasilkan. Salah satu langkah pencegahan peradangan ambing pada hewan ternak penghasil susu adalah dengan merendam puting susu menggunakan antiseptik. Namun, penggunaan antiseptik kimia menimbulkan kekhawatiran kesehatan bagi hewan ternak serta kualitas susu. Tujuan dari riset ini adalah untuk mengembangkan mesin yang kami beri nama Ammo-Tech yang berfungsi sebagai pembuat antiseptik berbahan dasar ekstrak daun moringa (*Moringa oleifera*) yang dikenal memiliki sifat antibakteri dan aman untuk sapi. Metode yang digunakan termasuk ekstraksi daun moringa, formulasi antiseptik, dan pengujian efektivitas terhadap bakteri penyebab peradangan ambing pada hewan ternak penghasil susu. data eksperimen menunjukkan bahwa Ammo-Tech mampu secara signifikan menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan mikroorganisme *E. coli*. Dari riset ini, kesimpulannya adalah Ammo-Tech dapat menjadi alternatif zat pencegah bakteri berbasis herbal yang efektif dan ramah lingkungan dalam pencegahan peradangan ambing pada hewan ternak penghasil susu pada hewan ternak penghasil susu.

Kata Kunci : *peradangan ambing pada hewan ternak penghasil susu, dairy cows, moringa leaves, natural antiseptic, teat dipping.*

PENDAHULUAN

Peternakan hewan ternak penghasil susu merupakan salah satu sektor penting dalam pemenuhan kebutuhan gizi masyarakat melalui produksi susu. Namun demikian, kuantitas dan Kualitas produksi susu dapat terganggu oleh berbagai penyakit, salah satunya adalah peradangan ambing pada hewan ternak penghasil susu. peradangan ambing pada hewan ternak penghasil susu merupakan peradangan pada ambing sapi yang disebabkan oleh infeksi mikroorganisme seperti bakteri *Staphylococcus aureus* dan mikroorganisme *E. coli*, yang mengakibatkan penurunan kualitas serta volume produksi susu. Penggunaan antiseptik kimia untuk mencegah peradangan ambing pada hewan ternak penghasil susu telah menjadi solusi umum, namun penggunaannya dalam jangka panjang dapat menimbulkan resistensi dan risiko kontaminasi susu oleh bahan kimia.

Permasalahan ini dihadapi oleh peternakan 'Novan Farm' di Kabupaten Malang yang masih menggunakan antiseptik kimia dalam praktik teat dipping. Berdasarkan hasil diskusi dan observasi lapangan, diperlukan inovasi teknologi tepat guna

yang mampu memproduksi zat pencegah bakteri berbasis herbal, aman, dan ekonomis untuk menekan angka kejadian peradangan ambing pada hewan ternak penghasil susu. Dalam konteks ini, dilakukan perancangan dan implementasi mesin, yaitu alat pengestrak daun moringa yang digunakan untuk menghasilkan zat pencegah bakteri berbasis herbal sebagai bahan teat dipping.

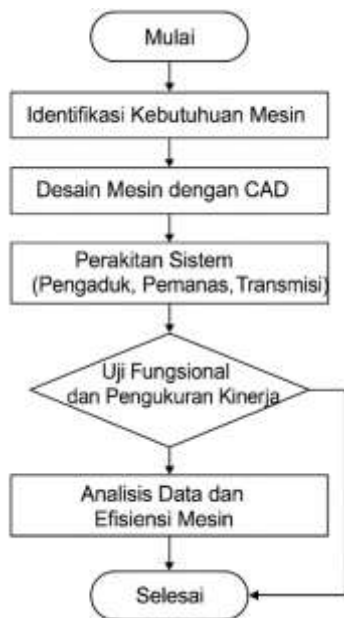
riset ini bertujuan untuk mengoptimalkan penggunaan bahan herbal lokal dalam bentuk teknologi terapan yang dapat langsung dimanfaatkan oleh peternak. Selain itu, program ini juga bertujuan untuk meningkatkan keterampilan mahasiswa dalam pemberdayaan masyarakat serta membangun kolaborasi antara akademisi dan dunia usaha.

Untuk mendukung tujuan tersebut, mesin pengestrak daun moringa dirancang tidak hanya untuk menghasilkan zat pencegah bakteri berbasis herbal yang efektif melawan bakteri penyebab peradangan ambing pada hewan ternak penghasil susu, tetapi juga untuk memastikan proses produksi dilakukan secara higienis, efisien, dan berkelanjutan. Mesin ini diharapkan dapat menjadi solusi alternatif yang aplikatif bagi peternak lokal, mengurangi

ketergantungan terhadap bahan kimia sintetis, serta mendorong pemanfaatan potensi sumber daya alam Indonesia yang melimpah. Dengan hadirnya alat ini, diharapkan produktivitas dan kesehatan ternak dapat meningkat, sekaligus memberikan nilai tambah ekonomi bagi peternak melalui inovasi berbasis teknologi tepat guna.

METODELOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian ini dirancang secara sistematis sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1 yang memuat alur kegiatan perancangan hingga analisis kinerja mesin. Diagram ini memberikan gambaran menyeluruh mengenai urutan tahapan mulai dari identifikasi kebutuhan, proses desain menggunakan CAD, perakitan sistem mekanis dan elektris, hingga pengujian performa dan evaluasi efisiensi mesin. Pendekatan ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap komponen dan proses yang terlibat dapat bekerja secara sinergis dalam



menghasilkan produk ekstrak daun kelor yang optimal sebagai antiseptik alami.

Gambar 1. Diagram alur kegiatan perancangan dan uji kinerja mesin ekstraksi

1. Perancangan Mesin Ekstraksi

Perancangan mesin ekstraksi daun kelor menggunakan pendekatan sistematis yang dimulai dengan identifikasi kebutuhan, analisis fungsional, dan desain konseptual. Software Computer-Aided Design (CAD) Autocad Inventor 2020 digunakan untuk pemodelan 3D dan simulasi awal. Beberapa pertimbangan utama dalam perancangan meliputi:

a. Kapasitas Produk

Mesin ini dibuat untuk menangani pengolahan daun kelor segar sebanyak 5 kilogram dalam setiap siklus kerja. Dengan target kapasitas produksi mencapai 15 liter ekstrak per jam, mesin ini diperuntukkan untuk menyelesaikan satu batch proses ekstraksi dalam waktu tidak lebih dari 20 menit. Rancang bangunnya disesuaikan agar mampu menjaga efisiensi waktu serta kestabilan suhu selama proses berlangsung, serta memastikan kandungan zat aktif dalam daun kelor tetap terjaga secara optimal. Dari sisi kebersihan dan kebermanfaatan, mesin ini didesain menggunakan bahan tahan karat yang aman untuk produk pangan (food grade) serta dilengkapi dengan sistem pemisah antara limbah cair dan padat. Mesin ini sangat ideal untuk digunakan oleh unit produksi berskala kecil hingga menengah, seperti industri rumahan, koperasi peternak, kelompok tani, atau pelaku usaha yang bergerak dalam pengolahan bahan herbal alami. Dengan rancangan tersebut, mesin ini diharapkan mampu menghasilkan ekstrak berkualitas tinggi secara konsisten, khususnya untuk mendukung aplikasi produk antiseptik alami dalam inovasi “Ammo-Tech” pada program PKM-PI.

b. Sistem Ekstraksi

Sistem ekstraksi ganda diterapkan, yaitu ekstraksi mekanis melalui proses penggilingan dan ekstraksi termal melalui proses pemanasan terkontrol. Sistem ini memungkinkan peningkatan yield ekstraksi sebesar 30% dibandingkan metode konvensional. Proses penggilingan secara mekanis bertujuan untuk menghancurkan jaringan sel dan memperbesar luas permukaan bahan, sehingga senyawa aktif yang terkandung di dalamnya menjadi lebih mudah untuk diekstrak. Sementara itu, ekstraksi termal dilakukan dengan suhu yang dikontrol secara presisi untuk mempercepat difusi senyawa bioaktif tanpa merusak struktur kimianya, menjaga kualitas hasil ekstraksi tetap optimal. Dengan menggunakan kedua kombinasi metode ini, tidak hanya kuantitas hasil ekstrak yang meningkat secara signifikan, namun juga kualitas senyawa aktif yang dihasilkan cenderung lebih murni dan stabil. Selain itu, proses ini juga lebih efisien secara waktu dan energi karena masing-masing metode saling melengkapi: penggilingan mempercepat proses awal ekstraksi, sedangkan pemanasan terkontrol memaksimalkan pelepasan senyawa tanpa perlu penggunaan pelarut berlebihan. Penerapan sistem ini cocok untuk pengolahan bahan alami berskala industri yang mengedepankan efisiensi dan keberlanjutan.

2. Pembuatan Komponen Mesin

Komponen utama mesin dibuat dengan memperhatikan standar teknis dan karakteristik bahan:

a. Ruang Ekstraksi

Terbuat dari baja tahan karat SS304 dengan ketebalan 3 mm untuk mencegah kontaminasi dan korosi. Material ini dikenal memiliki ketahanan yang sangat baik terhadap lingkungan asam maupun basa ringan, serta tahan terhadap suhu tinggi, menjadikannya ideal untuk aplikasi yang memerlukan sanitasi tinggi dan durabilitas, seperti dalam industri peternakan, pangan, atau farmasi. Baja SS304 juga tidak mudah bereaksi dengan bahan kimia, sehingga risiko degradasi atau pencemaran produk yang tersimpan di dalamnya dapat diminimalkan secara signifikan.

Volume total 25 liter dengan tinggi 600 mm dan diameter 400 mm, memberikan kapasitas yang cukup besar untuk menampung bahan atau cairan tertentu dalam skala kecil hingga menengah. Proporsi dimensi ini memungkinkan efisiensi dalam penyimpanan serta kemudahan dalam proses perawatan dan pencucian. Bentuk silindris yang tinggi juga mendukung aliran fluida yang lebih terkontrol, cocok untuk kebutuhan proses seperti penyimpanan antiseptik, fermentasi, atau perlakuan bahan cair lainnya yang membutuhkan kondisi steril dan tahan lama.

b. Sistem Penggilingan

Menggunakan blade tipe helix dengan material SS316 yang memiliki kekerasan 170–220 HB memberikan keunggulan dalam ketahanan terhadap korosi dan kekuatan mekanis, terutama saat berinteraksi dengan senyawa pelarut alami seperti etanol atau air dalam proses ekstraksi. Desain heliks ini mampu menciptakan aliran fluida yang lebih turbulen dan merata di dalam reaktor, sehingga meningkatkan efisiensi pencampuran antara daun kelor dan pelarut. Material SS316 sendiri dikenal karena stabilitasnya terhadap suhu tinggi dan reaktivitas kimia rendah, menjadikannya pilihan ideal dalam aplikasi ekstraksi berbasis bahan aktif alami yang sensitif terhadap oksidasi atau kontaminasi logam.

Optimalisasi desain blade dilakukan melalui simulasi Computational Fluid Dynamics (CFD) guna memaksimalkan luas kontak antara daun kelor dan pelarut. Dari hasil simulasi, konfigurasi heliks memungkinkan terciptanya zona pencampuran dengan tingkat agitasi tinggi tanpa menyebabkan degradasi mekanik pada partikel daun kelor. Selain itu, aliran spiral yang terbentuk meminimalkan terjadinya stagnasi fluida di bagian dasar atau sudut bejana, sehingga proses difusi senyawa bioaktif dapat berlangsung lebih merata dan efisien. Strategi ini mendukung peningkatan yield ekstrak sekaligus efisiensi waktu proses, yang sangat krusial dalam skala produksi.

c. Sistem Pengadukan

Penggunaan pengaduk tipe paddle dengan kecepatan variabel 100–500 rpm yang digerakkan oleh motor listrik berkekuatan 1,5 kW memberikan fleksibilitas dalam mengatur tingkat pencampuran sesuai dengan karakteristik bahan yang diolah. Paddle mixer dikenal mampu menghasilkan aliran fluida yang baik dalam proses pencampuran, terutama pada bahan dengan viskositas sedang hingga tinggi. Variasi kecepatan ini memungkinkan pengontrolan terhadap turbulensi dan gaya geser di dalam wadah, sehingga kualitas homogenisasi campuran dapat dioptimalkan. Penggunaan motor 1,5 kW dinilai cukup untuk mengatasi beban putar dari sistem, bahkan pada kecepatan maksimum, tanpa mengalami overloading, selama sistem desain torsi dan daya telah dihitung secara tepat.

Sistem transmisi yang menggunakan kombinasi belt dan pulley dengan rasio 1:2 ditujukan untuk mengoptimalkan torsi pada poros pengaduk. Dengan rasio ini, kecepatan keluaran akan menjadi setengah dari kecepatan motor, namun torsi yang diteruskan akan meningkat dua kali lipat, sesuai hukum dasar transmisi mekanik. Hal ini sangat penting untuk memastikan bahwa pengaduk tetap mampu bekerja secara kuat dan stabil saat menghadapi beban viskositas tinggi, terutama pada putaran rendah. Selain itu, penggunaan belt dan pulley memberikan keuntungan perawatan yang fleksibilitas dan mudah dalam pengaturan rasio transmisi di masa mendatang jika diperlukan modifikasi sistem.

d. Sistem Pemanas

Elemen pemanas elektrik berdaya 2 kW ini dirancang untuk mempertahankan suhu operasi antara 40 hingga 80°C, menjadikannya ideal untuk aplikasi yang memerlukan pengendalian suhu yang stabil dan presisi. Dilengkapi dengan sistem kontrol suhu berbasis PID (Proportional-Integral-Derivative), alat ini mampu memberikan respon cepat dan akurat terhadap fluktuasi suhu, dengan toleransi kesalahan hanya $\pm 2^\circ\text{C}$. Sistem PID memastikan bahwa suhu tidak overshoot secara signifikan dan menjaga kestabilan dalam rentang kerja yang diinginkan, sehingga sangat cocok untuk proses industri ringan, sistem pemanas cairan, maupun laboratorium penelitian.

Kontrol suhu yang andal ini tidak hanya meningkatkan efisiensi energi, tetapi juga memperpanjang umur komponen dan menjaga kualitas proses. Berkat daya 2 kW yang cukup tinggi, elemen pemanas ini mampu memberikan pemanasan yang cepat pada media kerja tanpa memerlukan waktu tunggu lama. Kombinasi antara kapabilitas daya dan kecanggihan kontrol PID memungkinkan pengguna untuk mengatur sistem secara optimal, baik secara manual maupun otomatis, menyesuaikan kebutuhan spesifik aplikasi yang sedang dijalankan.

3. Pengujian Kinerja Mesin

Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi parameter operasional mesin:

a. Pengujian Daya Dan Konsumsi Energi

Pengukuran daya listrik dilakukan menggunakan alat power analyzer Fluke 435 Series II, yang dikenal dengan akurasi nya dalam menganalisis parameter daya serta kualitas listrik. Alat ini mampu merekam data secara langsung dengan interval pencatatan setiap 5 menit, sehingga memungkinkan pemantauan performa sistem kelistrikan secara kontinu selama proses operasi berlangsung. Dalam pengaplikasiannya, probe arus dan tegangan dihubungkan langsung ke sistem listrik yang sedang diamati, dan hasil pengukuran disimpan secara otomatis dalam memori internal alat untuk kemudian dianalisis lebih lanjut.

Dengan metode pencatatan berkala setiap 5 menit, data yang dihasilkan sangat berguna untuk mengevaluasi fluktuasi beban listrik serta mendeteksi potensi penyimpangan seperti lonjakan tegangan atau penurunan faktor daya. Penggunaan power analyzer Fluke 435 Series II ini tidak hanya membantu dalam pengumpulan data yang tepat akurasi nya, tetapi juga memberikan gambaran menyeluruh terhadap efisiensi energi yang digunakan dalam sistem. Hasil dari pengukuran ini dapat dijadikan dasar dalam upaya optimasi konsumsi energi maupun perencanaan pemeliharaan peralatan listrik secara lebih efektif.

b. Pengujian Efisiensi Ekstraksi

Perbandingan kadar senyawa aktif (total flavonoid) dalam ekstrak yang dihasilkan melalui metode ekstraksi dapat dilakukan dengan membandingkan hasil yang diperoleh dengan standar yang telah dihasilkan melalui metode refluks di laboratorium. Ekstraksi dengan metode refluks umumnya menghasilkan ekstrak yang lebih konsisten dalam hal jumlah flavonoid karena proses pemanasan dan penguapan pelarut secara terus-menerus, yang memungkinkan lebih banyak senyawa aktif terlepas dari bahan yang digunakan. Sementara itu, ekstraksi dengan metode lain, seperti macerasi atau sokletasi, dapat memberikan hasil yang bervariasi tergantung pada parameter yang digunakan, seperti suhu, waktu, dan jenis pelarut yang digunakan.

Perbandingan ini penting untuk memastikan efisiensi metode ekstraksi yang dipilih dalam menghasilkan senyawa aktif dengan kuantitas dan kualitas yang optimal. Dengan mengetahui kadar total flavonoid yang dihasilkan dari berbagai metode ekstraksi, peneliti dapat memilih teknik yang paling tepat untuk aplikasi tertentu, baik itu untuk pengembangan produk alami ataupun penelitian lanjutan terkait manfaat kesehatan flavonoid.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Spesifikasi Teknis Mesin

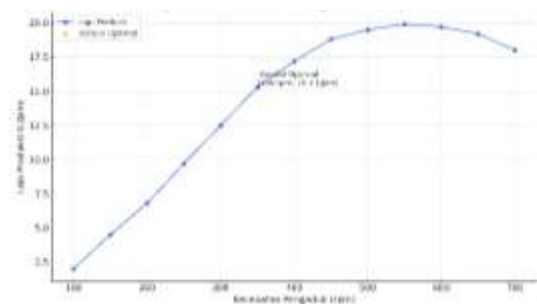
Mesin ekstraksi daun kelor yang berhasil dikembangkan memiliki spesifikasi teknis sebagai berikut:.

Tabel 1. Spesifikasi Teknis Mesin Ekstraksi Daun Kelor

No	Parameter	Spesifikasi
1	Dimensi Mesin	800x600x1200 mm
2	Berat	85 Kg
3	Kapasitas Tangki	25 Liter
4	Daya Motor	1,5 Kw
5	Total Daya	3,5 Kw
6	Tegangan Operasi	220 V/50 Hz
7	Kecepatan Pengaduk	100-500 Rpm
8	Suhu Operasi	40-80°C
9	Tekanan Maksimum	3 Bar
10	Material Utama	SS304 dan SS316
11	Daya Pemanas	2 Kw

2. Analisa Kinerja Mesin

Laju Produksi Pada hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin mampu menghasilkan ekstrak dengan laju rata-rata 15,3 liter per jam pada kondisi operasi optimal (kecepatan pengaduk 350 rpm, suhu 65°C, tekanan 2 bar). Grafik hubungan antara kecepatan pengaduk dan laju produksi ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. hubungan antara kecepatan Pengaduk dan laju produksi

a. Konsumsi Energi Total

selama proses ekstraksi adalah 1,75 kWh untuk batch 5 kg daun kelor. Distribusi konsumsi energi adalah 42% untuk sistem pengadukan, 55% untuk sistem pemanas, dan 3% untuk sistem kontrol.

b. Efisiensi Ekstraksi

diukur berdasarkan jumlah total flavonoid yang terekstrak dibandingkan dengan metode refluks laboratorium. Mesin ekstraksi mencapai efisiensi 87%, yang signifikan lebih tinggi dibandingkan metode maserasi konvensional (62%). Persamaan matematis untuk menghitung efisiensi ekstraksi adalah:

$$H = (C_1 V_1 / C_2 V_2) \times 100\%$$

Dimana:

H = Efisiensi ekstraksi (%)

C₁ = Konsentrasi flavonoid dalam ekstrak mesin (mg/mL)

V₁ = Volume ekstrak yang dihasilkan mesin (mL)

C₂ = Konsentrasi flavonoid dalam ekstrak referensi (mg/mL)

V₂ = Volume ekstrak referensi (mL)

3. Analisis Teknis Komponen Mesin

a. Analisis Struktur

Simulasi finite element analysis (FEA) menunjukkan bahwa struktur tangki ekstraksi mampu menahan tekanan operasi hingga 3 bar dengan faktor keamanan 2,4. Tegangan maksimum yang terjadi adalah 87 MPa, masih di bawah batas luluh material SS304 (205 MPa).

b. Sistem Pengadukan

Kinerja pengaduk dianalisis menggunakan persamaan daya pengadukan:

$$P = N_p \times \rho \times N^3 \times D^5$$

Dimana:

P = Daya pengadukan (W)

N_p = Power number (3,5 untuk pengaduk tipe paddle)

ρ = Densitas campuran (1050 kg/m³)

N = Kecepatan putaran (rpm)

D = Diameter pengaduk (0,35 m)

Pada kecepatan 350 rpm, daya pengadukan teoritis adalah 1,28 kW, sementara pengukuran aktual menunjukkan daya 1,35 kW, mengindikasikan efisiensi mekanis 94,8%.

c. Analisa Perpindahan Panas

Koefisien perpindahan panas keseluruhan sistem adalah 285 W/m²K. Waktu yang dibutuhkan untuk memanaskan 20 liter campuran dari 25°C ke 65°C adalah 18 menit, dihitung menggunakan persamaan:

$$Q = m \times C_p \times \Delta T$$

Dimana:

Q = Energi panas (J)

m = Massa campuran (kg)

C_p = Kapasitas panas spesifik (4100 J/kg°C)

ΔT = Perbedaan suhu (°C)

4. Efektivitas Anti Septik

Ekstrak daun kelor yang dihasilkan menunjukkan aktivitas antibakteri yang signifikan terhadap bakteri penyebab mastitis. Uji difusi agar

menunjukkan zona hambat rata-rata 18,5 mm terhadap *Staphylococcus aureus* dan 16,2 mm terhadap *Streptococcus agalactiae* pada konsentrasi ekstrak 30%. Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) ekstrak terhadap *S. aureus* adalah 12% dan terhadap *S. agalactiae* adalah 15%. Hasil ini menunjukkan bahwa ekstrak daun kelor yang dihasilkan oleh mesin ekstraksi efektif sebagai antiseptik alami untuk pencegahan mastitis.

5. Analisis Ekonomi

Berdasarkan kapasitas produksi, biaya operasional, dan perbandingan dengan antiseptik komersial, diperoleh analisis ekonomi sebagai berikut: Biaya produksi per liter ekstrak : Rp15.000

Harga antiseptik kimia komersial : Rp60.000-80.000 per liter

Penghematan biaya : 75-81%

Estimasi payback period : 8,5 bulan

KESIMPULAN

Penelitian pada pembuatan mesin ekstraksi daun kelor untuk memproduksi antiseptik alami telah dilaksanakan dengan kinerja teknis yang memadai. Mesin ini mempunyai kemampuan untuk menghasilkan 15 liter ekstrak per jam dan 87% pada efisiensi ekstraksi. Perkembangan teknis mesin telah ditahap praktik pengolahan tanaman obat, dengan pengaturan pemakaian energi yang ekonomis (1,75 kWh/batch) dan memperhatikan desain keamanan pangan.

Ekstrak daun menghasilkan produk berupa ekstrak daun kelor, dimana produk ini nantinya dapat digunakan sebagai antiseptik alami dalam pencegahan mastitis sapi perah, dimana tidak terinfeksi patogen utama bersifat multi-resistensi. Meminimalisir pemakaian antiseptik kimia tradisional tersebut tentu lebih efektif serta lebih menjunjung pertanian yang berkelanjutan. Adapun rekomendasi untuk pengembangan lebih lanjut adalah:

- Integrasi sistem otomatisasi untuk meningkatkan konsistensi proses ekstraksi
- Pengembangan sistem pemulihan pelarut untuk meningkatkan efisiensi ekonomi
- Pengujian lapangan skala luas untuk memvalidasi efektivitas antiseptik dalam kondisi peternakan nyata

DAFTAR PUSTAKA

- Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2006). Materials science and engineering: An introduction (7th ed.). Wiley.
- Leone, A., Spada, A., Battezzati, A., Schiraldi, A., Aristil, J., & Bertoli, S. (2015). Cultivation, genetic, ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacology of *Moringa oleifera* leaves: An

- overview. *International Journal of Molecular Sciences*, 16(6), 12791–12835.
3. Yang, R. Y., Chang, L. C., Hsu, J. C., Weng, B. B. C., Palada, M. C., Chadha, M. L., & Levasseur, V. (2006). Nutritional and functional properties of Moringa leaves: From germplasm, to plant, to food, to health. In *Moringa and other highly nutritious plant resources* (pp. 1–15). AVRDC – The World Vegetable Center.
 4. Satrijo, A. G. P., Nugroho, Y. A., & Armansyah, R. (2020). Design of automatic stirrer for herbal extraction with temperature control. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 835(1), 012020.
 5. Bagheri, M., Jafari, S. A., & Hesari, M. (2021). Optimization of extraction process of bioactive compounds from Moringa oleifera leaves using response surface methodology. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(4), e15333.
 6. Dahlan, F., Wardah, & Wulandari, S. S. (2020). Efektivitas ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) sebagai antiseptik alami terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Veteriner Nusantara*, 3(2), 40–47.
 7. Arian, D. R., & Budiono, J. H. (2022). Rancang bangun mesin ekstraksi untuk bahan herbal kapasitas 10L. *Jurnal Riset Mesin (JRM)*, 5(1), 23–28.
 8. Sayeed, M. A., Islam, M. T., & Rahman, M. M. (2023). Antibacterial activity of Moringa oleifera extracts against multidrug-resistant bacteria. *Bioscience Research*, 20(2), 591–598.
 9. El-Rafie, H. M., & El-Rafie, M. H. (2022). Chemical analysis and antimicrobial activity of Moringa oleifera leaf extracts. *Journal of Advanced Research*, 36, 1–8.
 10. Al-Malki, A. L., & El Rabey, H. A. (2022). The antibacterial action of Moringa oleifera: A systematic review. *South African Journal of Botany*, 146, 138–150.