

PENGARUH PROPORSI TAWAS DAN VITAMIN C TERHADAP HASIL JADI DEODOTAN SPRAY

Conita Bunga Asilmi¹, Sri Dwiyantri², Dindy Sinta Megasari³, Sri Usodoningtyas⁴

^{1,2,3,4} Pendidikan Tata Rias, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Jawa Timur, Indonesia

*Corresponding author: conita.210712@mhs.unesa.ac.id

Abstract. Indonesia's climatological conditions, characterized by high temperatures and dominant humidity, significantly support the activity of bacteria that cause body odor. This study aimed to design and test the effectiveness of an alum-based deodorant spray as an antibacterial agent. Using formula variations (F1–F5) as independent variables, the research was conducted through two stages of evaluation. The methods included physical quality evaluation using a Repeated Measures ANOVA approach to reduce the formulas, followed by a subjective effectiveness test on 30 respondents analyzed using a Linear Mixed Model (LMM). The results indicated that the differences in formulations provided a significant influence on all assessment indicators. Formula 1 (F1) consistently outperformed Formula 2 (F2) across the dimensions of effectiveness, comfort, and stability. This was evidenced by the accumulated assessment scores (Y1.TOT), where Formula 1 achieved a score of \$63.97\$, significantly higher than Formula 2, which only obtained a score of \$43.87\$ (\$p < 0.001\$). Based on these findings, Formula 1 is declared to have the most dominant and effective performance in suppressing body odor compared to the other formulations.

Keywords: deodorant, alum, Linear Mixed Model, body odor, product effectiveness

Abstrak kondisi klimatologis Indonesia dengan suhu tinggi dan kelembapan dominan mendukung aktivitas bakteri penyebab bau badan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji efektivitas sediaan deodoran semprot berbasis tawas sebagai agen antibakteri. Dengan menggunakan variabel independen berupa variasi formula deodoran (F1–F5), penelitian ini dilakukan melalui dua tahap evaluasi. Metode yang digunakan meliputi evaluasi mutu fisik dengan pendekatan *Repeated Measures ANOVA* untuk mereduksi formula, serta uji efektivitas subjektif pada 30 responden yang dianalisis menggunakan *Linear Mixed Model* (LMM). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan formula memberikan pengaruh bermakna terhadap seluruh indikator penilaian. Formula 1 (F1) secara konsisten mengungguli Formula 2 (F2) dalam dimensi efektivitas, kenyamanan, dan kestabilan. Hal ini dibuktikan melalui akumulasi skor penilaian (Y1.TOT) di mana Formula 1 mencapai skor 63,97, jauh lebih tinggi dibandingkan Formula 2 yang hanya memperoleh skor 43,87 (\$p < 0,001\$). Berdasarkan temuan tersebut, Formula 1 dinyatakan memiliki performa paling dominan dan efektif dalam menekan bau badan dibandingkan formula lainnya.

Kata Kunci: deodoran, tawas, Linear Mixed Model, bau badan, efektivitas produk.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang berada pada zona iklim tropis, yang secara karakteristik ditandai dengan intensitas paparan sinar matahari yang tinggi serta fluktuasi cuaca yang relatif ekstrem sepanjang tahun (Hasrianti et al., 2017). Kondisi iklim tersebut menyebabkan sebagian besar wilayah Indonesia memiliki suhu lingkungan dan tingkat kelembapan udara yang tinggi, yang secara fisiologis berimplikasi terhadap peningkatan suhu tubuh manusia. Sebagai bentuk respons homeostatik, tubuh akan mengaktifkan mekanisme pengaturan suhu melalui proses pengeluaran keringat. Keringat merupakan hasil dari aktivitas fisiologis kelenjar keringat dalam menjaga kestabilan suhu tubuh, sehingga proses berkeringat merupakan fenomena biologis yang bersifat alamiah dan tidak dapat dihindari.

Berkeringat merupakan mekanisme fisiologis yang normal, pada kondisi tertentu keringat dapat berkembang menjadi permasalahan kesehatan dan kenyamanan individu. Produksi keringat yang berlebihan sering dikaitkan dengan munculnya bau yang kurang sedap. Bau badan merupakan kondisi yang secara sosial kurang dapat diterima dan menjadi salah satu masalah yang paling dihindari oleh individu karena bau tidak sedap yang dihasilkan tubuh dapat berdampak pada penurunan rasa percaya diri (Hasby, 2009). Secara psikologis, permasalahan ini dapat memicu kecemasan sosial (*social anxiety*), di mana individu merasa khawatir akan penilaian negatif dari orang-orang di sekitarnya. Hal ini sering kali menyebabkan penarikan diri dari interaksi interpersonal dan membatasi partisipasi dalam kegiatan sosial demi menghindari rasa malu (*self-consciousness*). Jika dibiarkan, tekanan emosional ini dapat mengganggu kesejahteraan mental secara keseluruhan, karena individu merasa kehilangan kendali atas citra diri mereka di ruang publik. Bau badan umumnya mulai dirasakan ketika seseorang mengalami proses berkeringat, meskipun tidak seluruh keringat yang dihasilkan secara langsung menimbulkan bau.

Secara fisiologis, keringat dapat dibedakan menjadi keringat yang tidak berbau dan keringat yang menimbulkan bau tidak sedap. Bau badan muncul ketika keringat berinteraksi dengan mikroorganisme, khususnya bakteri, yang terdapat pada permukaan kulit. Kondisi ini lebih dominan terjadi pada area tubuh yang memiliki kelenjar apokrin dalam jumlah lebih banyak, seperti pada area ketiak. Menurut Hickman et al. (2021), tubuh manusia memiliki dua jenis kelenjar keringat utama, yaitu kelenjar ekrin dan apokrin. Kelenjar ekrin tersebar di seluruh permukaan tubuh dan menghasilkan keringat yang sebagian besar terdiri dari air dan elektrolit untuk tujuan termoregulasi. Sebaliknya, Wilke et al. (2007) menjelaskan bahwa kelenjar apokrin menghasilkan jenis keringat yang kaya akan komponen organik seperti protein, lipid, dan steroid. Komponen organik inilah yang menjadi nutrisi bagi bakteri flora normal kulit (seperti *Staphylococcus* dan *Corynebacterium*). Proses degradasi zat organik oleh enzim bakteri tersebut kemudian menghasilkan senyawa volatil seperti asam lemak rantai pendek dan tioalkohol yang menimbulkan bau khas yang tajam (Natsch, 2015).

Bau badan secara umum dipicu oleh kurangnya kebersihan diri serta aktivitas mikrobiota kulit yang menguraikan komponen keringat menjadi senyawa volatil berbau tidak sedap (Lundström & Olsson, 2010). Selain faktor eksternal, kondisi ini juga dipengaruhi oleh fluktuasi hormonal dan pola konsumsi makanan harian. Secara biokimia, bakteri genus *Staphylococcus* berperan krusial dalam mentransformasi prekursor organik pada keringat apokrin menjadi asam isovalerik yang menyengat. Berdasarkan penelitian James et al. (2013), proses ini melibatkan aktivitas enzimatis spesifik yang memecah asam amino leusin, sehingga menghasilkan aroma tajam yang menjadi karakteristik utama bau ketiak.

Permasalahan bau badan dapat dialami oleh seluruh kelompok usia dan dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain faktor genetik, kondisi kejiwaan, faktor makanan, faktor kegemukan, serta jenis bahan pakaian yang digunakan. Keringat yang dihasilkan oleh kelenjar apokrin merupakan faktor utama yang berperan dalam proses terbentuknya bau badan, terutama ketika kelenjar tersebut terinfeksi oleh bakteri. Aktivitas bakteri tersebut memicu terjadinya proses pembusukan keringat yang menghasilkan senyawa volatil berbau tidak sedap.

Sebagian masyarakat beranggapan bahwa mandi dengan sabun dan air sudah cukup untuk mencegah bau badan. Namun, secara ilmiah, metode ini belum sepenuhnya efektif karena tidak semua sabun mengandung zat antibakteri yang mampu menghambat mikroorganisme secara optimal. Oleh karena itu, penggunaan deodoran menjadi sangat penting sebagai perlindungan tambahan. Berbeda dengan sabun yang bersifat bilas, deodoran meninggalkan residu agen antibakteri yang bekerja aktif menekan proliferasi bakteri penyebab bau sepanjang hari. Selain sebagai *masking agent* untuk memberikan aroma segar, deodoran berfungsi menciptakan lingkungan kulit yang tidak ideal bagi aktivitas enzimatik bakteri, sehingga mampu mencegah bau badan langsung dari sumbernya.

Sebagai upaya pencegahan bau badan, penggunaan kosmetik antibakteri, khususnya deodoran yang diformulasikan untuk area ketiak, menjadi pendekatan yang umum dilakukan. Tawas bekerja melalui dua jalur utama. Pertama, sebagai agen astringen, tawas menyebabkan konstiksi pori-pori kulit secara sementara dan mengkoagulasi protein pada permukaan kulit, yang secara efektif mengurangi ekskresi keringat sebagai substrat pertumbuhan bakteri. Kedua, tawas memiliki sifat antiseptik yang bekerja dengan menurunkan pH permukaan kulit menjadi lebih asam. Kondisi lingkungan dengan pH rendah ini menghambat proliferasi bakteri patogen dan aktivitas enzimatik mikrobiota kulit dalam mendegradasi komponen keringat menjadi senyawa volatil berbau. Penelitian Dilliana, Agustin, dan Nurani (2025) dalam jurnal *Beauty and Beauty Health Education* menunjukkan bahwa persepsi remaja terhadap keamanan kosmetik berpengaruh terhadap penerimaan dan penilaian produk. Kesamaan dengan penelitian ini terletak pada subjek

remaja dan penilaian produk kosmetik berbasis persepsi pengguna, sehingga temuan tersebut menegaskan bahwa efektivitas antibakteri perlu disertai aspek keamanan dan kenyamanan agar produk deodoran dapat diterima secara optimal.

Penelitian ini berangkat dari hasil observasi langsung di lingkungan sekolah, yang menunjukkan realita bahwa permasalahan bau badan sering kali muncul pada siswa sejak pagi hari. Fenomena ini ditemukan terutama setelah siswa menjalani aktivitas fisik yang intens, seperti pelajaran olahraga atau kegiatan luar ruangan lainnya. Fakta di lapangan mengindikasikan bahwa faktor lingkungan—termasuk cuaca panas dan tingkat kelembapan udara yang tinggi—secara signifikan memicu produksi keringat berlebih. Selain faktor eksternal tersebut, observasi juga menangkap bahwa jenis bahan pakaian seragam, tingkat kesadaran akan kebersihan diri, serta pola konsumsi harian menjadi variabel krusial yang memperparah intensitas bau badan di kalangan siswa.

Menurut Astuti, R. (2019), dalam penelitiannya mengenai formulasi sediaan deodoran antiperspiran berbentuk batang (*stick*) dengan kandungan aluminium kalium sulfat (*tawas*), disimpulkan bahwa *tawas* 20% mampu mengurangi bau badan selama ± 9 jam tanpa menimbulkan iritasi pada kulit, memiliki efek antimikroba, serta tidak menyebabkan noda pada pakaian. Selanjutnya, Naurfalah et al. (2024) menyatakan bahwa *tawas* dipercaya oleh masyarakat sebagai bahan deodoran alami karena kemampuannya dalam mengecilkan saluran keringat sehingga dapat menghambat pertumbuhan bakteri penyebab bau badan. Penelitian ini mengembangkan lebih lanjut dengan menambahkan kebaruan berupa penambahan Vitamin C ke dalam formulasi. Integrasi Vitamin C tidak hanya bertujuan untuk mengoptimalkan aktivasi antibakteri, tetapi juga berfungsi sebagai agen pencerah kulit dan antioksidan yang mampu meminimalkan risiko pigmentasi. Dengan demikian, penelitian ini menawarkan Solusi yang lebih komprehensif dibandingkan sediaan konvensional, yakni tidak sekadar menghambat mikroflora penyebab aroma tidak sedap, namun juga memberikan perawatan nutrisi pada kulit.

Selain permasalahan bau badan, hiperpigmentasi pada kulit ketiak merupakan salah satu keluhan yang banyak dialami, khususnya oleh perempuan. Selain faktor hormonal, penggunaan produk perawatan pribadi seperti *roll-on* sering dikaitkan dengan terjadinya hiperpigmentasi. *Roll-on* yang mengandung alkohol, parfum sintetis, serta senyawa aluminium chlorohydrate diketahui berpotensi menyebabkan iritasi kulit, terutama pada individu dengan sensitivitas kulit yang tinggi.

Iritasi kulit yang terjadi secara berulang dapat memicu peradangan kronis, yang selanjutnya menyebabkan peningkatan produksi melanin dan perubahan warna kulit di area ketiak. Reaksi iritasi tersebut berpotensi menimbulkan inflamasi yang berujung pada terjadinya hiperpigmentasi. Oleh karena itu, penggunaan deodorant berbahan alami dengan efek samping minimal, seperti *tawas* yang dikombinasikan dengan vitamin C, dapat menjadi alternatif yang layak untuk dikaji dalam mengatasi permasalahan tersebut.

Vitamin C ditambahkan dalam formulasi deodoran *spray* karena memiliki fungsi sebagai pelembap yang membantu menjaga kelembapan kulit serta sebagai agen pencerah yang dapat membantu mengurangi hiperpigmentasi pada area ketiak. Berdasarkan pertimbangan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menganalisis formulasi deodoran *spray* yang mengandung *tawas* dengan **optimasi penambahan Vitamin C pada konsentrasi tepat sebesar 2%**. Ketetapan konsentrasi ini dipilih untuk memastikan efektivitas maksimal dalam mengatasi bau badan tanpa menimbulkan risiko iritasi akibat keasaman berlebih, sekaligus memberikan perawatan kulit yang seimbang.

Berdasarkan fenomena bau badan yang ditemukan pada observasi siswa di lingkungan sekolah, diperlukan solusi praktis yang tidak hanya efektif secara antimikroba tetapi juga aman bagi kulit remaja. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk merancang dan mengevaluasi formulasi deodoran *spray* alami dengan mengombinasikan *tawas* dan kebaruan berupa penambahan Vitamin C pada konsentrasi presisi 2%. Penggunaan konsentrasi ini bertujuan untuk mengoptimalkan sinergi antara *tawas* sebagai penghambat bakteri penyebab bau badan dengan Vitamin C sebagai agen pencerah serta pelembap ketiak. Melalui penelitian ini, diharapkan diperoleh sebuah produk deodoran yang mampu mengatasi masalah hiperpigmentasi dan bau badan akibat aktivitas fisik tinggi, sekaligus memberikan kenyamanan penggunaan yang sesuai dengan karakteristik iklim tropis bagi para siswa.

METODE

Penelitian ini menggunakan desain kuantitatif eksperimental dengan pendekatan bertahap. Kegiatan penelitian dilaksanakan pada 3 Juli 2025 di SMK Negeri 2 Jombang, yang difokuskan pada tahap awal evaluasi karakteristik fisikokimia lima formulasi deodoran *spray* (F1–F5) sebagai dasar seleksi kandidat produk. Parameter yang diuji meliputi organoleptik, pH, homogenitas, pola semprot, waktu kering, interaksi terhadap kain, dan stabilitas sediaan. Seluruh parameter dinilai menggunakan skala ordinal 1–5 dan dianalisis secara komparatif menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) untuk mengidentifikasi perbedaan kinerja antar formulasi. Formulasi dengan kinerja paling konsisten ditetapkan sebagai kandidat utama melalui penerapan *decision rule* berdasarkan hasil *Repeated Measures* ANOVA. Aspek etika penelitian dijunjung tinggi dalam seluruh rangkaian proses, mencakup prinsip kehati-hatian dalam penanganan bahan kimia serta perlindungan terhadap kenyamanan subjek selama proses pengujian di lingkungan sekolah. Kriteria penilaian setiap parameter disusun mengacu pada standar dan rujukan yang relevan sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tabel Kriteria Uji Seleksi Kandidat Produk (F1-F5)

Jenis Uji	Kriteria	Sumber
Uji Organoleptik	Tidak mengalami perubahan bentuk, warna, dan aroma	Nurani & Pujiastuti (2023)
Uji pH	pH berada pada rentang 3 – 6,5 (sesuai pH kulit normal)	BPOM (2022)
Uji Homogenitas	Tidak terdapat partikel, gumpalan, atau endapan	Kurniawan et al. (2024)
Uji Pola Semprot	Pola semprot berada pada rentang 5–7 cm	Kurniawan et al. (2024)
Uji Waktu Kering	Kering < 5 menit; tidak lengket di kulit	Kurniawan et al. (2024)
Uji Interaksi terhadap Kain	Tidak menimbulkan noda pada kain putih maupun hitam	Kurniawan et al. (2024)
Uji Stabilitas	Tidak berubah warna, aroma, bentuk, dan bebas endapan	Yusnita & Usman (2023)

Formulasi yang menunjukkan kinerja paling konsisten selanjutnya ditetapkan sebagai kandidat utama melalui penerapan *decision rule* yang disusun berdasarkan hasil analisis *Repeated Measures* ANOVA. Penetapan kandidat formulasi dilakukan dengan mempertimbangkan pemenuhan kriteria uji kualitas fisikokimia yang telah ditetapkan sebelumnya. Kriteria penilaian untuk setiap parameter uji disusun berdasarkan standar dan rujukan yang relevan, sebagaimana dirangkum pada Tabel 2.

Tabel 2. Decision Rule Formula

No.	Jenis Uji	Parameter Utama	Satuan
1	Uji Deskriptif	Warna, aroma, kejernihan, tekstur, noda, stabilitas	Skala 1–5
2	pH	Tingkat keasaman	Nilai pH
3	Pola Semprot	Sebaran dan jarak semprot	cm
4	Waktu Kering	Durasi pengeringan	Menit:detik

Berdasarkan hasil seleksi awal, Formula 1 dan Formula 2 ditetapkan sebagai perlakuan uji lanjutan dengan perbedaan pada proporsi tawas dan Vitamin C sebagai komponen aktif, sementara komponen lainnya dibuat relatif seragam. Pengujian ini melibatkan 30 siswa SMK Negeri 2 Jombang sebagai responden. Penentuan jumlah 30 responden didasarkan pada prinsip *Central Limit Theorem*, di mana ukuran sampel tersebut dianggap sebagai batas minimal untuk memenuhi asumsi distribusi normal dalam analisis statistik sehingga data yang dihasilkan memiliki validitas yang kuat. Adapun kriteria responden ditetapkan secara purposif, mencakup, siswa aktif dengan intensitas aktivitas fisik tinggi (seperti peserta kegiatan olahraga atau ekstrakurikuler lapangan) untuk menguji efektivitas produk pada kondisi produksi keringat maksimal, tidak memiliki riwayat hipersensitivitas atau alergi terhadap komponen tawas dan Vitamin C guna menjamin keamanan subjek, bersedia berpartisipasi secara sukarela melalui pengisian *informed consent*. Evaluasi dilakukan melalui kuesioner skala Likert (1–5) untuk mengukur persepsi responden terhadap efektivitas antibakteri dalam mereduksi bau badan, tingkat kenyamanan penggunaan di kulit ketiak, serta stabilitas produk selama diaplikasikan dalam aktivitas harian. Tabel 3. Formulasi Deodoran F1 dan F2

Formulasi yang menunjukkan kinerja paling konsisten selanjutnya ditetapkan sebagai kandidat utama melalui penerapan decision rule yang disusun berdasarkan hasil analisis Repeated Measures ANOVA. Penetapan kandidat formulasi dilakukan dengan mempertimbangkan pemenuhan kriteria uji kualitas fisikokimia yang telah ditetapkan sebelumnya. Kriteria penilaian untuk setiap parameter uji disusun berdasarkan standar dan rujukan yang relevan, sebagaimana dirangkum pada Tabel 2.

Tabel 2. Decision Rule Formula

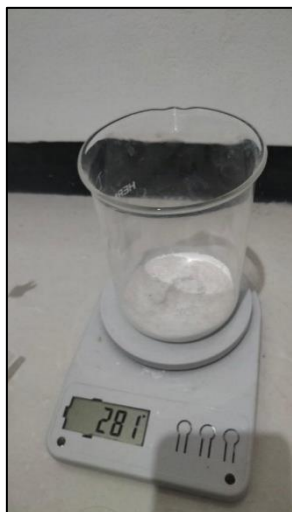
No.	Jenis Uji	Parameter Utama	Satuan
1	Uji Deskriptif	Warna, aroma, kejernihan, tekstur, noda, stabilitas	Skala 1–5
2	pH	Tingkat keasaman	Nilai pH
3	Pola Semprot	Sebaran dan jarak semprot	cm
4	Waktu Kering	Durasi pengeringan	Menit:detik

Berdasarkan hasil seleksi awal, Formula 1 dan Formula 2 ditetapkan sebagai perlakuan uji lanjutan dengan perbedaan pada proporsi tawas dan Vitamin C sebagai komponen aktif, sementara komponen lainnya dibuat relatif seragam. Pengujian ini melibatkan 30 siswa SMK Negeri 2 Jombang sebagai responden. Penentuan jumlah 30 responden didasarkan pada prinsip *Central Limit Theorem*, di mana ukuran sampel tersebut dianggap sebagai batas minimal untuk memenuhi asumsi distribusi normal dalam analisis statistik sehingga data yang dihasilkan memiliki validitas yang kuat. Adapun kriteria responden ditetapkan secara purposif, mencakup, siswa aktif dengan intensitas aktivitas fisik tinggi (seperti peserta kegiatan olahraga atau ekstrakurikuler lapangan) untuk menguji efektivitas produk pada kondisi produksi keringat maksimal, tidak memiliki riwayat hipersensitivitas atau alergi terhadap komponen tawas dan Vitamin C guna menjamin keamanan subjek, bersedia berpartisipasi secara sukarela melalui pengisian *informed consent*. Evaluasi dilakukan melalui kuesioner skala Likert (1–5) untuk mengukur persepsi responden terhadap efektivitas antibakteri dalam mereduksi bau badan, tingkat kenyamanan penggunaan di kulit ketiak, serta stabilitas produk selama diaplikasikan dalam aktivitas harian. Tabel 3. Formulasi Deodoran F1 dan F2

Tabel 3. Formulasi Deodoran F1 dan F2

Bahan	F1	F2
Tawas	20%	15%
Vitamin C	2%	4%
DMDM	0.5%	0.5%
NaOH	1%	1%
Aquadest	76.5%	79.5%
Total	100%	100%

Kelayakan instrumen dievaluasi melalui uji validitas dan reliabilitas, dengan validitas item kuesioner dianalisis menggunakan korelasi Pearson Product Moment dan reliabilitas internal dinilai berdasarkan koefisien Cronbach's Alpha ($\alpha \geq 0,70$). Validitas dan reliabilitas data uji kualitas produk ditetapkan melalui pemenuhan kriteria mutu menggunakan metode decision rule. Analisis inferensial terhadap tanggapan responden dilakukan menggunakan *Linear Mixed Model* (LMM) karena metode ini memiliki keunggulan spesifik dalam mengakomodasi struktur data *repeated measures* (pengukuran berulang). Dalam penelitian ini, responden yang sama memberikan penilaian terhadap beberapa formula sekaligus (F1 dan F2), sehingga terdapat ketergantungan antar observasi di dalam subjek yang sama (*within-subject correlation*). Berbeda dengan regresi linear konvensional atau ANOVA biasa yang mengasumsikan independensi antar data, LMM mampu memisahkan variasi data menjadi *fixed effects* (pengaruh formula dan karakteristik produk) serta *random effects* (variasi antar individu responden). Pendekatan ini meminimalkan bias akibat perbedaan subjektivitas antar responden, sehingga hasil pengujian asumsi model—seperti normalitas residual, linearitas, dan homogenitas varians—menjadi lebih akurat dan kesimpulan mengenai efektivitas produk menjadi lebih valid



a. Komposisi Tawas



b. Komposisi Larutan



c. Pengecekan pH



d. Aplikasi ke Siswa

Gambar 1a – 1d. Tahapan Penelitian

Rangkaian prosedur penelitian ini dimulai dengan tahap **komposisi tawas (Gambar a)**, di mana dilakukan penimbangan bahan aktif tawas dan vitamin C menggunakan timbangan digital presisi guna memastikan akurasi formulasi yang direncanakan. Selanjutnya, dilakukan proses pencampuran untuk membentuk **komposisi larutan (Gambar b)** yang mengintegrasikan bahan pendukung seperti DMDM Hydantoin sebagai pengawet, NaOH untuk penyesuaian pH, dan Aquadest sebagai pelarut utama. Penggunaan alat suntik (*syringe*) dalam tahap ini menjamin ketelitian volume pelarut sehingga distribusi bahan aktif dalam sediaan deodoran *spray* menjadi homogen. Setelah larutan terbentuk, dilakukan tahap **pengecekan pH (Gambar c)** menggunakan pH meter digital. Langkah ini krusial untuk memastikan derajat keasaman sediaan berada dalam rentang aman kulit manusia (pH normal), sehingga risiko iritasi akibat keasaman vitamin C atau tawas dapat diminimalisir. Seluruh rangkaian preparasi laboratorium ini menjadi dasar standar keamanan sebelum produk memasuki tahap **aplikasi ke siswa (Gambar d)**. Pada tahap akhir ini, sediaan diuji secara langsung kepada responden untuk mengevaluasi efektivitas antibakteri dalam mereduksi bau badan serta menilai tingkat kenyamanan penggunaannya selama beraktivitas di lingkungan sekolah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas dan kenyamanan penggunaan formulasi deodoran *spray* berbasis tawas dengan penambahan Vitamin C 2% sebagai solusi atas permasalahan bau badan siswa di SMK Negeri 2 Jombang. Berdasarkan pengujian terhadap 30 responden dengan desain *repeated measures*, ditemukan pola perbedaan yang konsisten antara Formula 1 (F1) dan Formula 2 (F2). Secara umum, **Formula 1** menunjukkan keunggulan pada dimensi stabilitas fisik dan kecepatan waktu kering, sementara **Formula 2** dengan proporsi bahan aktif yang berbeda cenderung memberikan persepsi kenyamanan kulit dan efek pencerah yang lebih tinggi menurut responden. Perbedaan pola ini mengindikasikan adanya pengaruh signifikan dari variasi komposisi tawas dan Vitamin C terhadap atribut fisikokimia maupun efektivitas fungsional produk. Data hasil penilaian dari 14 indikator terikat tersebut selanjutnya dianalisis menggunakan *Linear Mixed Model* (LMM) untuk memvalidasi signifikansi perbedaan kinerja antar-formula dengan tetap mempertimbangkan variasi subjektif antar-responden.

Sebelum dilakukan analisis inferensial, instrumen kuesioner dievaluasi untuk memastikan kelayakannya sebagai alat ukur. Hasil uji validitas menggunakan Pearson Product Moment menunjukkan seluruh item memiliki koefisien korelasi $> 0,6$ dengan nilai signifikansi $p < 0,05$, yang mengindikasikan bahwa seluruh item kuesioner valid. Uji reliabilitas menghasilkan nilai Cronbach's Alpha sebesar 0,772, yang menunjukkan konsistensi internal instrumen berada pada kategori baik dan layak digunakan dalam analisis lanjutan. Hasil uji ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen

Tipe Uji	Metode	Hasil	Keterangan
Uji Validitas	Pearson Correlation	$r < 0.05$	Signifikan
Uji Reliabilitas	Cronbach's Alpha	$\alpha > 0.70$	Reliabel/konsisten

Analisis inferensial dilakukan menggunakan Linear Mixed Model (LMM) dengan jenis formulasi sebagai fixed effect dan responden sebagai random effect. Pemilihan model ini didasarkan pada struktur data repeated measures, di mana setiap responden memberikan lebih dari satu pengukuran. Seluruh variabel dependen memenuhi asumsi dasar LMM yang meliputi normalitas residual, linearitas hubungan fixed effects, dan homokedastisitas, sehingga hasil estimasi model dapat diinterpretasikan secara valid. Hasil Uji Asumsi ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Asumsi Regresi

Tipe Uji	Metode	Hasil	Keterangan
Uji Normalitas	Scatterplot antara Fixed Predicted Values dan Residual	Pola sebaran titik acak tanpa pola melengkung; asumsi linearitas terpenuhi	Valid
Uji Heterokedastisitas	Scatterplot antara Predicted Values dan Residual	Varians residual relatif konstan dan menyebar acak; tidak terdeteksi heterokedastisitas	Valid
Linearitas	Q-Q Plot residual terstandarisasi	Titik residual mengikuti garis diagonal; residual berdistribusi norma	Valid

Hasil analisis inferensial menggunakan *Linear Mixed Model* (LMM) menunjukkan bahwa variasi formula memiliki pengaruh yang sangat signifikan terhadap persepsi kenyamanan dan efektivitas penggunaan ($F = 212,591$; $p < 0,001$). Secara substantif, keunggulan performa Formula 1 dibandingkan Formula 2 berkaitan erat dengan sinergi bio-kimia antara tawas dan Vitamin C 2%. Tawas (*Aluminium Kalium Sulfat*) bekerja melalui mekanisme antiperspiran alami dengan cara mengecilkan pori-pori saluran keringat secara sementara dan menciptakan lingkungan permukaan kulit yang asam, sehingga menghambat proliferasi mikroflora penyebab bau badan.

Integrasi Vitamin C pada konsentrasi presisi 2% menjadi faktor pembeda (kebaruan) yang signifikan dalam meningkatkan skor kenyamanan responden ($\beta = 6,033$). Secara teoretis, Vitamin C tidak hanya berperan sebagai antioksidan, tetapi juga sebagai agen pencerah (*brightening agent*) yang menghambat enzim tironase, sehingga membantu mengatasi hiperpigmentasi pada area ketiak yang sering menjadi keluhan siswa. Selain itu, sifat Vitamin C yang mampu menjaga hidrasi kulit membantu menyeimbangkan sifat tawas yang cenderung mengeringkan, sehingga menghasilkan sediaan deodoran *spray* yang tidak hanya protektif terhadap bau badan akibat aktivitas fisik tinggi, tetapi juga memberikan efek perawatan kulit (*skincare-infused*) yang aman dan nyaman untuk penggunaan jangka panjang di iklim tropis.

Tabel 6.

Jenis Analisis	Parameter Utama	Nilai Statistik	p-value	Interpretasi
Uji F (Type III)	Jenis Formula	$F = 212,591$	$< 0,001$	Jenis formula berpengaruh signifikan terhadap kenyamanan penggunaan
Uji t (Pairwise)	F1 vs F2	$\Delta \text{Mean} = 6,033$	$< 0,001$	Terdapat perbedaan signifikan antara F1 & F2
Koefisien Regresi		$\beta = 6,033$ (95% CI: 5,187–6,880)	$< 0,001$	Formula 1 meningkatkan skor kenyamanan dibandingkan Formula 2

SIMPULAN

Berdasarkan hasil evaluasi menyimpulkan bahwa Formula 1 (tawas 20% dan vitamin C 2%) merupakan formulasi deodoran *spray* yang paling optimal karena berhasil mengintegrasikan efektivitas fungsional, keamanan, dan stabilitas sediaan secara seimbang. Secara statistik, hasil analisis *Linear Mixed Model* (LMM) mengonfirmasi bahwa Formula 1 secara konsisten memperoleh penilaian tertinggi (\$63,97\$) pada seluruh dimensi, dengan kemampuan menghambat bakteri penyebab bau badan hingga 8 jam tanpa menimbulkan iritasi atau rasa lengket. Peningkatan proporsi tawas dalam batas aman terbukti meningkatkan efikasi antibakteri tanpa mengorbankan kenyamanan pengguna. Namun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan pada cakupan evaluasi yang masih berbasis persepsi responden (*perseptual*). Diperlukan penelitian lanjutan melalui pengujian laboratorium yang lebih objektif, seperti uji antibakteri secara *in vitro* dan uji dermatologis pada berbagai tipe kulit, untuk memvalidasi efektivitas serta keamanan jangka panjang formulasi ini secara lebih komprehensif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang tulus kepada Ibu Sri Dwiyantri, S.Pd., M.PSDM., selaku dosen pembimbing skripsi atas bimbingan, arahan, dan waktu yang telah diberikan dengan penuh kesabaran selama proses penyusunan. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Ibu Dindy Sinta Megasari, S.Pd., M.Pd., dan Ibu Sri Usodoningtyas, S.Pd., M.Pd., selaku dosen penguji atas saran dan masukan yang konstruktif bagi kesempurnaan penelitian ini. Penulis juga berterima kasih kepada Program Studi Pendidikan Tata Rias Angkatan 2021 serta seluruh civitas akademika Universitas Negeri Surabaya atas dukungan lingkungan belajar yang kondusif. Semoga segala bantuan yang telah diberikan mendapatkan balasan yang terbaik dari Tuhan Yang Maha Esa.

DAFTAR PUSTAKA

- Anand, A., et al. (2019). An overview of Sphatika (*alum*). *International Journal of Ayurvedic Medicine*, 6, 288–294.
- Anderson, R., et al. (2020). DMDM hydantoin in cosmetics: A review of allergenic potential and safety concerns. *Journal of Dermatological Science*, 95(2), 78–85.
- Astuti, R. (2019). Formulasi sediaan deodoran antiperspiran bentuk batang (*stick*) dengan *aluminium kalium sulfat* (tawas) (Skripsi). Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. (2016). Peraturan Kepala BPOM Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2016 tentang pedoman pengelolaan obat-obat tertentu yang sering disalahgunakan. BPOM RI
- Chandra, A., Nuraini, L., & Rahmawati, D. (2023). Pengaruh penggunaan produk perawatan tubuh terhadap kebersihan dan kesehatan kulit. *Jurnal Kesehatan dan Kosmetologi*, 5(1), 25–33.
- Cosmetic Ingredient Review Expert Panel. (2019). *Safety assessment of DMDM hydantoin as used in cosmetics*. CIR.
- Cosmetic Ingredient Review Expert Panel. (2020). *Safety assessment of sodium hydroxide as used in cosmetics*. CIR.
- Dewi, R., & Pratama, H. (2018). Stabilitas fisik-kimia deodoran tawas dalam sediaan *spray*. *Jurnal Sains dan Teknologi Farmasi*, 10(2), 78–85.
- Dharmojono, A. (2009). *Kesehatan dan kebersihan tubuh manusia*. Jakarta: EGC.
- Dilliana, A. P., Agustin, E. W., & Nurani, I. A. (2025). Tingkat pengetahuan siswa SMA Negeri 2 Blora mengenai keamanan kosmetik untuk pemutih wajah. *Beauty and Beauty Health Education*, 14(1).
- Field, A., et al. (2012). *Discovering statistics using R: And sex and drugs and rock 'n' roll* (1st ed.). Sage Publications.
- Haerani, A., & Apriliana, P. (2024). Pemanfaatan tawas sebagai sediaan antiperspiran dan pasca-cukur. *Jurnal Kesehatan Rajawali*, 14(1), 1–4.
- Handayani, S., et al. (2020). Metodologi penelitian sosial. Bandung: Alfabeta.
- Hasrianti, H., et al. (2017). Perubahan iklim dan dampaknya terhadap kesehatan masyarakat. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin*, 3(2), 45–52.
- Hickman, J. G., et al. (2021). *Dermatology and Sweat Gland Physiology*. (Menjelaskan perbedaan anatomi kelenjar).
- Ilmiyah. (2023). Karakteristik dan kelarutan kristal tawas kalium ($KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$) dalam air pada berbagai suhu. *Jurnal Penelitian Kimia*, 1–6.
- Indriaty, S., et al. (2022). Formulasi dan uji aktivitas deodoran *spray* ekstrak etanol herba kemangi terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. *Medical Sains: Jurnal Ilmiah Kefarmasian*, 7(4), 1–10.

- Istua, M., & Umoh, R. (2016). Sediaan kosmetik deodorant sebagai solusi bau badan akibat sekresi kelenjar apokrin. *Jurnal Farmasi dan Ilmu Kesehatan*, 5(1), 34–40.
- Kembuan, M. V., *et al.* (2012). Peran vitamin C terhadap pigmentasi kulit. *Jurnal Biomedik*, 4(3), 13–17.
- Lulu, D. S. A., & Yuswar, M. A. (2022). Penggunaan vitamin C pada sediaan kosmetik. *Jurnal Cerebellum Review*, 8(3), 30–34.
- Lundström, J. N., & Olsson, M. J. (2010). Functional neuronal processing of human body odors. *Vitamins & Hormones*, 83, 1–23.
- Mayangsari, F. D., *et al.* (2024). Formulasi krim deodoran-antiperspiran alami yang mengandung kombinasi minyak atsiri sebagai pengaroma. *Majalah Farmasetika*, 9(1), 91–103.
- Musfiroh, I., & Sriwido. (2008). Formulasi dan uji evaluasi deodorant stick. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 6(2), 98–104.
- Nurhidayati, S., *et al.* (2021). Uji aktivitas antibakteri tawas terhadap bakteri penyebab bau badan. *Jurnal Ilmu Kesehatan*, 8(3), 112–120.
- Oktaviana, M. I., *et al.* (2019). Formulasi deodoran spray dari minyak atsiri daun kemangi (*Ocimum basilicum* L.) sebagai antibakteri penyebab bau badan. *PHARMACY: Jurnal Farmasi Indonesia*, 16(2), 396–405.
- Rahmawati, A., *et al.* (2020). Potensi tawas sebagai bahan aktif deodoran alami. *Jurnal Farmasi Indonesia*, 12(2), 45–53.
- Rangkuti, A. (2018). Peran deodoran dalam mengontrol bau badan melalui aktivitas antimikroba dan antiperspiran. *Farmagazine: Jurnal Ilmu Farmasi*, 3(2), 45–51.
- Saputra, D., & Wijaya, E. (2019). Formulasi deodoran padat berbasis tawas dan minyak atsiri. *Jurnal Kosmetika Indonesia*, 5(1), 22–30.
- Setiawan, A., & Suling, D. (2018). *Bromhidrosis: Gangguan kelenjar keringat apokrin sebagai penyebab bau badan berlebihan*. Jakarta: EGC.
- Sinko, P. J. (2006). *Martin's physical pharmacy and pharmaceutical sciences* (5th ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
- Smith, J., Brown, A., & Lee, K. (2021). *Evaluation of sodium hydroxide in cosmetic formulations: Safety and efficacy*. *Journal of Cosmetic Science*, 72(3), 145–150.
- Wilke, K., Martin, A., Terstegen, L., & Biel, S. S. (2007). *A short history of sweat; the structure and function of sweat glands*. International Journal of Cosmetic Science.