

Pengaruh Penambahan Daun Jeruk Nipis (*Citrus Aurantifolia*) terhadap Aktivitas Antioksidan Minuman Seduhan Daun Kumis Kucing (*Orthosiphon Aristatus* Bl. Miq.)

Bahria Ulfa¹, Khoirin Maghfiroh^{2*}

^{1,2} Yudharta University

Email : maghfiroh.khoirin@yudharta.ac.id^{2*}

Alamat : I. Yudharta No.7, Kembangkuning, Sengonagun, Kec. Purwosari, Pasuruan, Jawa Timur 67162

*Penulis Korespondensi

Abstract. *The use of medicinal plants as herbal beverages has long been a part of Indonesian culture. However, the less preferred taste and aroma are obstacles to consumer acceptance. Cat's Whiskers leaves (*Orthosiphon aristatus*) are known to contain bioactive compounds that act as antioxidants, while Key Lime leaves (*Citrus aurantifolia*) have a fresh aroma and functional properties that can enhance flavor and health benefits. This study aims to evaluate the effect of adding Key Lime leaves (*Citrus aurantifolia*) on the chemical characteristics, sensory properties, and effectiveness of brewed Cat's Whiskers (*Orthosiphon aristatus*) leaf beverages. Five formulations with varying concentrations of Key Lime leaves (0%, 5%, 10%, 15%, and 20%) were tested based on the parameters of moisture content, ash content, pH, solubility, antioxidant activity, and organoleptic tests including color, aroma, taste, and texture. The results showed that the addition of Key Lime leaves significantly improved the chemical quality and sensory acceptability, with the best formulation obtained in treatment P4 (20% Key Lime leaves + 15g Cat's Whiskers), which provided an optimal balance between stability, nutritional content, and organoleptic quality. The addition of Key Lime leaves is recommended as an innovation in the development of functional herbal beverages based on Cat's Whiskers.*

Keywords: *Antioxidant; Cat's Whiskers; Functional Beverage; Key Lime; Organoleptic.*

Abstrak. Penggunaan tanaman obat sebagai minuman herbal telah lama menjadi bagian dari budaya Indonesia, namun rasa dan aroma yang kurang disukai menjadi kendala penerimaan konsumen. Daun kumis kucing (*Orthosiphon aristatus*) dikenal memiliki senyawa bioaktif berkhasiat sebagai antioksidan, sedangkan daun jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) memiliki aroma segar dan sifat fungsional yang dapat meningkatkan cita rasa serta manfaat kesehatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan daun jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) terhadap karakteristik kimia, sensorik, dan efektivitas minuman seduhan daun kumis kucing (*Orthosiphon aristatus*). Lima formulasi dengan variasi konsentrasi daun jeruk nipis (0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%) diuji berdasarkan parameter kadar air, kadar abu, pH, kelarutan, aktivitas antioksidan, serta uji organoleptik meliputi warna, aroma, rasa, dan tekstur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan daun jeruk nipis secara signifikan meningkatkan mutu kimia dan daya terima sensorik, dengan formulasi terbaik diperoleh pada perlakuan P4 (20% daun jeruk nipis + 15 g kumis kucing) yang memberikan keseimbangan optimal antara stabilitas, kandungan nutrisi, dan kualitas organoleptik. Penambahan daun jeruk nipis direkomendasikan sebagai inovasi dalam pengembangan minuman fungsional herbal berbasis kumis kucing.

Kata kunci: Antioksidan; Jeruk Nipis; Kumis Kucing; Minuman Fungsional; Organoleptik.

1. LATAR BELAKANG

Penggunaan tanaman obat dan rempah-rempah dalam bentuk obat herbal tradisional telah menjadi bagian dari budaya masyarakat Indonesia dalam menjaga kesehatan dan kebugaran. Obat-obatan herbal digunakan untuk tujuan preventif, perawatan, dan pemulihan kesehatan. Namun, tidak semua masyarakat menyukai rasa dan aroma obat herbal, yang sering kali pahit dan tajam, sehingga membatasi penerimaan dan konsumsi obat herbal tersebut (Pramiastuti et al., 2020). Belakangan ini, semakin banyak masyarakat yang menyadari manfaat kesehatan dari

konsumsi obat-obatan herbal tradisional. Penggabungan berbagai rempah dalam formulasi minuman dipercaya dapat menciptakan sinergi yang meningkatkan aktivitas antioksidan. Antioksidan berperan penting dalam menangkal radikal bebas yang dapat merusak sel tubuh. Salah satu tanaman yang memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai minuman fungsional adalah Kumis Kucing (*Orthosiphon aristatus* Bl. Miq.), yang telah lama digunakan dalam pengobatan tradisional untuk berbagai penyakit seperti diabetes, radang ginjal, dan batuk (Kartika et al., 2021).

Kumis Kucing mengandung berbagai senyawa bioaktif seperti flavonoid, saponin, kalium, minyak atsiri, dan asam kafeat, yang diketahui bermanfaat untuk kesehatan. Flavonoid, sebagai salah satu senyawa utamanya, berfungsi sebagai antioksidan alami yang efektif menangkal radikal bebas. Selain memiliki khasiat kesehatan, daun Kumis Kucing juga berpotensi diolah menjadi minuman herbal yang praktis dan disukai masyarakat. Untuk meningkatkan cita rasa dan daya terima minuman seduhan daun Kumis Kucing, penambahan daun jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) dapat menjadi solusi inovatif. Daun jeruk nipis tidak hanya memberikan aroma dan rasa yang lebih segar, tetapi juga memiliki sifat antioksidan dan antimikroba yang dapat meningkatkan manfaat fungsional minuman (Permata et al., 2018). Kombinasi ini diharapkan dapat menciptakan produk minuman herbal yang tidak hanya menyehatkan tetapi juga diterima secara luas oleh masyarakat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh penambahan daun jeruk nipis terhadap karakteristik organoleptik dan aktivitas antioksidan minuman seduhan daun Kumis Kucing. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan produk minuman herbal yang inovatif dan bermanfaat bagi kesehatan masyarakat.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Universitas Yudharta Pasuruan dan Laboratorium Universitas Muhammadiyah Sidoarjo pada bulan April hingga Juni 2025. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan daun jeruk nipis terhadap aktivitas antioksidan minuman seduhan daun Kumis Kucing.

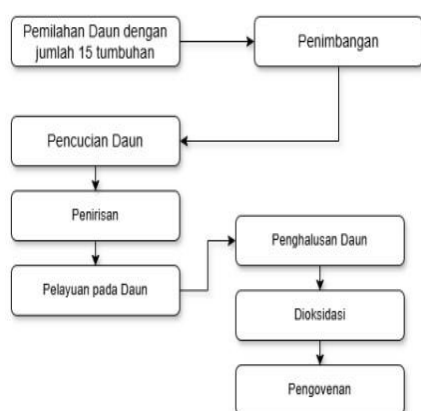
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi daun Kumis Kucing dan daun jeruk nipis, aquades, aluminium foil, kertas label, dan kantong teh celup. Alat-alat yang digunakan antara lain pH meter, spektrofotometer, timbangan analitik, oven, ayakan Tyler 60 mesh, dry mill blender, dan kertas saring. Daun Kumis Kucing dan daun jeruk nipis dipersiapkan dalam bentuk bubuk melalui proses pencucian, pelayuan, pengeringan, dan penghalusan hingga menjadi serbuk halus.

Desain penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima variasi konsentrasi penambahan daun jeruk nipis yaitu 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%, yang masing-masing dikombinasikan dengan daun Kumis Kucing. Setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali sehingga diperoleh 15 unit percobaan. Setelah proses persiapan bahan, dilakukan penyeduhan minuman sesuai dengan formulasi yang telah ditetapkan. Berikut formulasi perlakuannya:

Tabel 1. Formulasi Perlakuan

Perlakuan	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
P0	P0.1	P0.2	P0.3
P1	P1.1	P1.2	P1.3
P2	P2.1	P2.2	P2.3
P3	P3.1	P3.2	P3.3

Pengujian dalam penelitian ini terbagi dalam dua tahap utama, yaitu pengujian bahan dan pengujian minuman seduhan. Pada tahap pertama, dilakukan uji kelarutan untuk menilai seberapa cepat dan banyak komponen dalam serbuk larut dalam air, uji kadar air dengan metode Thermogravimetri pada suhu 105°C, dan uji kadar abu untuk mengetahui kandungan mineral yang tersisa setelah proses pembakaran. Tahap kedua melibatkan penyeduhan dan pengujian minuman yang mencakup uji warna baik secara visual maupun menggunakan spektrofotometer, uji pH dengan pH-meter, uji aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH, serta uji organoleptik untuk menilai tingkat kesukaan panelis terhadap warna, rasa, aroma, dan tekstur minuman. Berikut mekanisme pembuatan bubuk kucing.



Gambar 1. Mekanisme Pembuatan Bubuk Kucing



Gambar 2. Mekanisme Pembuatan Bubuk dan Jeruk Nipis

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan Analysis of Variance (ANOVA) dengan bantuan aplikasi Minitab 21. Jika terdapat perbedaan yang signifikan, maka dilanjutkan dengan Uji Tukey pada taraf signifikansi 5%. Untuk menentukan perlakuan terbaik berdasarkan parameter fisikokimia dan organoleptik, digunakan metode Indeks Efektivitas De Garmo. Analisis ini memungkinkan evaluasi menyeluruh guna mendapatkan formulasi optimal minuman fungsional berbasis daun Kumis Kucing dan daun jeruk nipis.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap I: Karakteristik Serbuk Minuman Daun Kumis Kucing dan Jeruk

Kelarutan Air

Kelarutan bertujuan untuk mengetahui seberapa besar zat aktif dalam serbuk seduhan dapat larut dalam pelarut air, yang berhubungan langsung dengan efektivitas senyawa fungsional seperti antioksidan. Semakin tinggi kelarutan suatu serbuk, maka semakin besar pula peluang zat aktifnya terserap dalam larutan dan memberikan manfaat fungsional saat dikonsumsi.



Gambar 3. Hasil Uji Kelarutan

Dari hasil tersebut, terlihat bahwa nilai kelarutan tertinggi terdapat pada perlakuan P4 (20% daun jeruk nipis), sedangkan nilai terendah pada perlakuan P0 (tanpa jeruk nipis). Tingginya kelarutan pada P4 dapat dijelaskan oleh beberapa faktor di antaranya, daun jeruk nipis mengandung senyawa flavonoid dan asam organik yang bersifat polar dan larut dalam air, sehingga meningkatkan jumlah total zat terlarut dalam seduhan, penambahan daun jeruk nipis juga memberikan kontribusi senyawa minyak atsiri yang meskipun sebagian bersifat non-polar, tetap membantu proses disintegrasi serbuk secara fisik, sehingga lebih mudah larut, untuk fisik daun jeruk nipis yang lebih tipis dan halus setelah dihaluskan, juga berperan dalam mempercepat kontak dengan air selama penyeduhan, mempercepat pelarutan senyawa aktif.

Sebaliknya, nilai kelarutan terendah pada P0 disebabkan karena hanya menggunakan daun kumis kucing. Kumis kucing memiliki struktur daunang lebih tebal dan kasar, serta kandungan senyawanya (seperti saponin dan alkaloid) lebih lambat larut dalam air jika dibandingkan dengan flavonoid dari jeruk nipis.

Menurut penelitian oleh Due et al. (2019), senyawa flavonoid seperti quercetin dan asam askorbat yang terkandung dalam daun jeruk nipis cenderung cepat larut dalam pelarut polar seperti air, terutama pada suhu hangat. Hal ini menjelaskan mengapa peningkatan konsentrasi jeruk nipis berkorelasi dengan meningkatnya kelarutan dalam uji ini. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penambahan daun jeruk nipis meningkatkan kelarutan campuran serbuk seduhan secara signifikan, dengan perlakuan terbaik untuk kelarutan tertinggi adalah P4 (20% jeruk nipis + 15 g kumis kucing). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penambahan daun jeruk nipis meningkatkan kelarutan campuran serbuk seduhan secara signifikan, dengan perlakuan terbaik untuk kelarutan tertinggi ditunjukkan oleh P4 (20% jeruk nipis + 15 g daun kumis kucing). Peningkatan kelarutan ini berkaitan erat dengan perubahan karakteristik kimiawi, terutama kadar air dan kadar abu. Pada perlakuan P4, kadar air menurun dibandingkan P0, yang memiliki kadar air tertinggi ($15,170 \pm 0,0529\%$). Penurunan kadar air ini mendukung peningkatan kelarutan karena senyawa-senyawa aktif dan komponen larut air dalam daun jeruk nipis lebih mudah terekstraksi dalam kondisi kadar air rendah. Menurut Barbosa-Cánovas et al. (2005), kadar air yang lebih rendah pada bahan kering mempercepat pelarutan zat terlarut karena permukaan partikel lebih mudah berinteraksi dengan pelarut saat proses rehidrasi. Selain itu, peningkatan kadar abu pada P4 juga berkontribusi terhadap kenaikan kelarutan. Kadar abu yang tinggi mencerminkan keberadaan mineral anorganik yang larut air, seperti kalsium, magnesium, dan kalium, yang memang terkandung cukup tinggi dalam daun jeruk nipis (Tavallali et al., 2021). Mineral ini tidak hanya meningkatkan nilai nutrisi, tetapi juga mempermudah pelarutan karena sifat ioniknya yang bersifat hidrofilik. dalam penelitiannya menyatakan bahwa tingginya kandungan abu dalam serbuk herbal berkorelasi positif dengan kelarutan, terutama bila mineral yang terkandung bersifat larut air.

Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu parameter kritis dalam penentuan mutu dan daya simpan bahan pangan, terutama produk berbasis herbal kering seperti minuman seduhan daun kumis kucing dan jeruk nipis. Kadar air yang tinggi dalam bahan pangan dapat memicu pertumbuhan mikroorganisme serta mempercepat reaksi kimia, seperti oksidasi lemak dan pencoklatan non enzimatis. Sebaliknya, kadar air yang rendah dapat meningkatkan stabilitas kimia dan mikrobiologis produk, sehingga memperpanjang umur simpannya."(Winarno, F.G., 2004).



Gambar 4. Hasil Kadar Air

Perlakuan P0 (0% jeruk nipis) menunjukkan kadar air tertinggi yaitu $15,170 \pm 0,0529\%$, Perlakuan P4 (20% jeruk nipis) menunjukkan kadar air terendah yaitu $11,347 \pm 0,469\%$. Penurunan kadar air dari P0 hingga P4 menunjukkan bahwa semakin tinggi penambahan daun jeruk nipis dalam campuran, maka semakin rendah kadar air yang tersisa setelah proses pengeringan. Hal ini berkaitan erat dengan komposisi kimia dan morfologi dari masing-masing jenis daun yang digunakan.

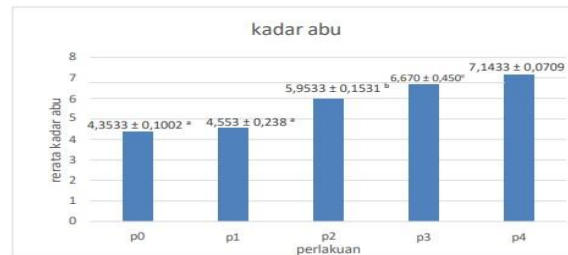
Daun kumis kucing memiliki jaringan daun yang lebih tebal dan kaya akan air, serta mengandung senyawa seperti saponin dan triterpenoid yang bersifat higroskopis, sehingga cenderung mempertahankan kelembapan lebih tinggi meskipun telah dikeringkan. Sebaliknya, daun jeruk nipis memiliki struktur yang lebih tipis, dan kaya akan senyawa minyak atsiri seperti limonene dan sitral yang bersifat volatil dan hidrofobik, sehingga mampu mempercepat proses penguapan air saat pengeringan.

Semakin tinggi konsentrasi jeruk nipis (seperti pada P4), maka semakin besar kontribusi daun yang cepat kering dan mudah melepaskan airnya. Selain itu, kandungan flavonoid pada daun jeruk nipis juga mempercepat proses dehidrasi karena berperan dalam menurunkan afinitas terhadap air.

Fenomena ini sesuai dengan hasil penelitian Tavallali et al. (2021) yang menyatakan bahwa kandungan minyak atsiri dan fenolik pada daun jeruk nipis bersifat volatil dan dapat mempercepat laju penguapan air selama proses pengeringan, sehingga bahan menjadi lebih kering dan kadar airnya lebih rendah. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penambahan daun jeruk nipis dalam formulasi seduhan kumis kucing secara signifikan menurunkan kadar air, dan perlakuan terbaik untuk kadar air terendah adalah pada konsentrasi 20% daun jeruk nipis (P4).

Kadar Abu

Kadar abu merupakan parameter penting dalam penilaian mutu bahan pangan kering, karena menunjukkan total kandungan mineral anorganik yang tersisa setelah proses pembakaran atau pemanasan. Nilai kadar abu dapat mencerminkan jumlah mineral alami yang terkandung dalam bahan, dan juga bisa dipengaruhi oleh metode pengolahan seperti pengeringan atau pemanggangan (Balasooriya et al., 2019).



Gambar 5. Hasil Kadar Abu

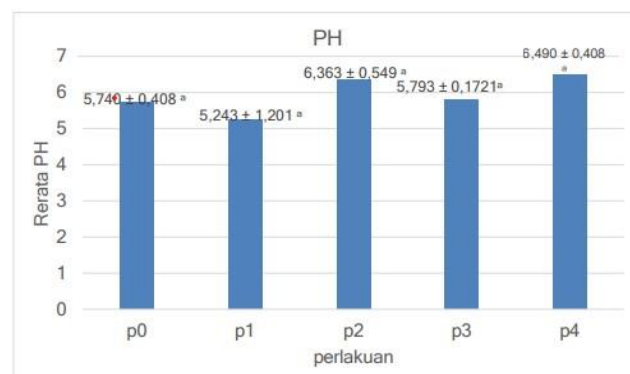
Dari data di atas, terlihat bahwa nilai kadar abu tertinggi terdapat pada P4 (20% daun jeruk nipis), sedangkan nilai terendah terdapat pada P0 (tanpa penambahan daun jeruk nipis). Perlakuan P0 (0% daun jeruk nipis) menunjukkan kadar air tertinggi sebesar $15,170 \pm 0,0529\%$, yang mencerminkan kandungan air masih cukup tinggi dalam formulasi tanpa penambahan daun jeruk nipis. Kadar air yang tinggi ini dapat berdampak terhadap kestabilan produk, karena berpotensi mempercepat kerusakan mikrobiologis dan reaksi kimia, seperti oksidasi dan pencoklatan non-enzimatis. Dalam konteks ini, penurunan kadar air pada perlakuan dengan penambahan daun jeruk nipis menunjukkan peningkatan stabilitas produk seduhan. Sementara itu, data kadar abu tertinggi diperoleh pada perlakuan dengan konsentrasi daun jeruk nipis yang lebih tinggi. Peningkatan kadar abu secara signifikan mencerminkan tingginya kandungan mineral anorganik yang berasal dari daun jeruk nipis.

Hal ini sejalan dengan temuan dari Tavallali et al. (2021) yang menyebutkan bahwa tanaman dalam kelompok sitrus, termasuk jeruk nipis, mengandung beragam mineral seperti kalsium, magnesium, kalium, dan zat besi dalam jumlah cukup tinggi. Oleh karena itu, peningkatan kadar abu pada perlakuan dengan proporsi daun jeruk nipis yang lebih besar menunjukkan kontribusi positif terhadap nilai nutrisi produk, terutama dari sisi kandungan mineral. Dengan demikian, formulasi yang mengandung daun jeruk nipis tidak hanya menurunkan kadar air yang berimplikasi pada daya simpan dan kestabilan produk tetapi juga meningkatkan kadar abu sebagai indikator kontribusi mineral. Hubungan ini menunjukkan bahwa penambahan daun.

Tahap II: karakteristik minuman seduhan daun kumis kucing (*orthosiphon aristatus* Bl. Miq)

Analisis PH

Analisis pH dilakukan dengan menimbang sampel 3 gram sediaan yang dilarutkan dengan 100 mL aquadest dalam beaker glass lalu diaduk hingga merata. Larutan diukur dengan pH meter yang sudah dikalibrasi dan di catat hasil pengukuran pH. Derajat keasaman atau pH digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu zat, larutan atau benda. pH basa memiliki nilai $\text{pH} > 7$, pH normal memiliki nilai 7, dan pH asam memiliki nilai $\text{pH} < 7$. Uji pH dilakukan bertujuan untuk mengetahui nilai pH yang terkandung dalam produk ini.



Gambar 6. Hasil PH

Data yang diperoleh pada Gambar 6. di atas , menunjukkan rerata produk minuman daun kumis dan daun jeruk nipis memiliki pH dibawah 7 dapat diketahui bahwa yang dihasilkan bersifat asam. Perlakuan P4 (penambahan 20% daun jeruk nipis + 10 gram daun kumis kucing) memiliki rata-rata nilai pH tertinggi yaitu 6,490 sedangkan perlakuan (5% penambahan daun jeruk nipis + 6 gr kumis kucing) memiliki rata-rata nilai pH terendah yaitu 5,243. Produk dengan pH rendah umumnya lebih awet karena mikroba akan sulit tumbuh pada media dengan keasaman tinggi (Triswandari, 2006). Nilai pH suatu bahan pangan perlu diketahui karena mempengaruhi jumlah dan jenis mikroorganisme yang dapat tumbuh dalam bahan pangan tersebut (Fardiaz, 1989).

Berdasarkan hasil penelitian, pH minuman daun kumis kucing dan daun jeruk nipis berpengaruh sangat nyata. Hasil rekapitulasi ragam menunjukkan perlakuan p4 berbeda sangat nyata dengan perlakuan p0, p1 dan p3, dan p4 Dimana, semakin tinggi penambahan daun kumis kucing pH yang dihasilkan semakin tinggi. Perlakuan. Derajat keasaman (pH) dipengaruhi oleh penambahan zat asam yang ditambahkan kedalam air mengakibatkan bertambahnya ion hidrogen (H^+) dalam air dan berkurangnya ion hidroksida (OH^-), sehingga semakin

bertambahnya ion hidrogen (H^+) maka pH suatu zat akan semakin menurun, demikian sebaliknya (Agustin, 2014). Berdasarkan hasil penelitian, nilai pH minuman seduhan campuran daun kumis kucing dan daun jeruk nipis menunjukkan perbedaan yang sangat nyata, terutama pada perlakuan P4, yang secara statistik berbeda signifikan dibandingkan P0, P1, dan P3. Perlakuan P4 (20% jeruk nipis + 15 g kumis kucing) menghasilkan pH tertinggi dibanding perlakuan lain. Hal ini mengindikasikan bahwa penambahan jumlah daun kumis kucing yang lebih besar berkontribusi terhadap peningkatan pH, karena kumis kucing memiliki sifat yang lebih basa dibandingkan daun jeruk nipis yang kaya akan asam organik seperti asam sitrat.

Kondisi ini dapat dikaitkan dengan data kadar air, di mana P0 memiliki kadar air tertinggi ($15,170 \pm 0,0529\%$), sementara P4 menunjukkan kadar air lebih rendah. Penurunan kadar air dalam formulasi P4 membantu memperkecil tingkat reaksi degradasi senyawa organik asam yang mudah larut, sehingga mengurangi pembentukan ion hidrogen (H^+) bebas di dalam larutan, yang berpengaruh terhadap naiknya pH. Menurut Damodaran et al. (2008), kadar air memengaruhi kestabilan senyawa kimia dan keseimbangan ion dalam larutan, termasuk ion H^+ yang menentukan nilai pH. Selain itu, kadar abu pada P4 juga mengalami peningkatan signifikan, menandakan bahwa kandungan mineral anorganik seperti kalium (K^+), kalsium (Ca^{2+}), dan magnesium (Mg^{2+}) yang bersifat basa turut berkontribusi dalam minuman dipengaruhi oleh kandungan asam yang terdapat pada bahan pangan secara alami. Jeruk nipis lebih bersifat asam karena banyak mengandung asam-asam organik berupa asam sitrat yaitu sebesar 7%-7,5% (Imanuela et al., 2012). Sehingga tidak menutup kemungkinan penambahan daun jeruk nipis dapat menurunkan nilai pH karena adanya kandungan asam sitrat pada daun jeruk nipis.

Aktivitas Antioksidan

Pengujian aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH (2,2- Diphenyl-1-Pycrylhydrazil) . Dan Pengujian aktivitas panjang gelombang antioksidan dihitung menggunakan alat Spektrofotometer UV Vis pada $\lambda = 515$ nm (sesuai dengan hasil rata-rata nilai panjang gelombang tertinggi).



Gambar 7. Hasil Antioksidan

Grafik menunjukkan aktivitas antioksidan dalam bentuk persen inhibisi (%), Inhibisi menunjukkan seberapa besar kemampuan suatu zat (biasanya ekstrak atau bahan uji) menghambat aktivitas radikal bebas. Nilainya semakin tinggi, semakin baik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan daun jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) memberikan pengaruh signifikan terhadap aktivitas antioksidan pada minuman seduhan daun kumis kucing (*Orthosiphon aristatus*). Perlakuan tanpa penambahan daun jeruk nipis (P0) memiliki aktivitas antioksidan paling rendah sebesar $39,500 \pm 0,600$, sedangkan perlakuan dengan penambahan 10% jeruk nipis (P2) menunjukkan nilai tertinggi yaitu $52,300 \pm 0,700$. Hal ini mengindikasikan adanya sinergi antara senyawa aktif dalam kumis kucing dan komponen bioaktif daun jeruk nipis seperti flavonoid, vitamin C, dan minyak atsiri yang berperan sebagai antioksidan alami. Flavonoid seperti quercetin dan senyawa fenolik mampu menetralkan radikal bebas melalui mekanisme donasi elektron dan pengkelatan ion logam (Aryanti, R. et al., 2021).

Menariknya, meskipun P2 memberikan hasil tertinggi, peningkatan konsentrasi jeruk nipis menjadi 15% dan 20% (P3 dan P4) justru sedikit menurunkan efektivitas antioksidan. Aktivitas antioksidan P4 tercatat sebesar $50,467 \pm 0,751$ dan P3 sebesar $48,700 \pm 0,819$. Penurunan efektivitas ini kemungkinan besar berkaitan erat dengan nilai pH seduhan yang cenderung lebih rendah (lebih asam) seiring meningkatnya konsentrasi jeruk nipis. pH yang terlalu asam dapat memengaruhi kestabilan senyawa fenolik dan flavonoid, yaitu senyawa aktif yang berperan besar dalam aktivitas antioksidan. Senyawa-senyawa tersebut lebih stabil dan aktif pada kondisi pH mendekati netral. Ketika pH turun secara signifikan, struktur kimia senyawa fenolik dapat mengalami perubahan atau degradasi, sehingga mengurangi kemampuannya dalam menangkap radikal bebas (Kedare & Singh, 2011). Dalam penelitian oleh Kusumaningrum et al. (2021), disebutkan bahwa aktivitas antioksidan pada seduhan herbal dipengaruhi tidak hanya oleh jumlah senyawa aktif, tetapi juga oleh kestabilannya dalam kondisi pH tertentu.

Senyawa flavonoid seperti quercetin dan rutin diketahui akan terdegradasi lebih cepat dalam kondisi sangat asam, yang menyebabkan penurunan efektivitas meskipun jumlahnya masih tinggi. Dengan demikian, P2 kemungkinan memiliki pH yang lebih seimbang, tidak terlalu rendah, sehingga senyawa aktif tetap stabil dan mampu memberikan perlindungan antioksidan yang optimal. Hal ini menegaskan bahwa tidak hanya komposisi bahan, tetapi juga sifat kimiawi larutan, seperti 28 pH, memegang peran penting dalam efektivitas produk herbal sebagai sumber antioksidan. Penurunan ini kemungkinan disebabkan oleh ketidakseimbangan konsentrasi senyawa aktif atau pengaruh interaksi antarsenyawa yang justru dapat menurunkan efektivitas reaksi radikal bebas. Fenomena ini sesuai dengan hasil penelitian (Mahbub &

Swasono 2017). Yang menunjukkan bahwa penambahan bahan herbal dalam jumlah berlebih tidak selalu menghasilkan peningkatan efektivitas antioksidan (Mahbub, A. S. A., & Swasono, M. A. H.2017).

Kecerahan

Kecerahan warna (Brightness) warna bertujuan untuk melihat tingkat kecerahan yang dihasilkan dari teh seduhan. Pada hasil analisis intensitas warna terhadap teh daun jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) terhadap minuman seduhan daun kumis kucing (*Orthosiphon aristatus* Bl. Miq.). Dengan menggunakan alat colorimeter menjelaskan pengukuran warna dinyatakan dengan nilai brightness (L^*), redness (a^*), dan yellowness (b^*).

Nilai Brightness (L^*)

Nilai L^* merupakan tingkat kecerahan dari bahan yang diuji. Notasi L^* memiliki nilai 0 (hitam) sampai dengan 100 (putih) yang menyatakan bahwa cahaya pantul menghasilkan warna akromatik putih, abu-abu dan hitam.



Gambar 8. Hasil Brightness L^*

Dari diagram di atas terlihat bahwa nilai L (kecerahan) mengalami perbedaan signifikan antar perlakuan. P1 memiliki nilai L terendah ($27,267 \pm 0,153$), menunjukkan sampel paling gelap, sementara P3 menampilkan paling terang ($28,067 \pm 0,153$), disusul oleh P2 dan P4. Penanda huruf (a, ab, c) menunjukkan bahwa P1 secara statistik berbeda nyata dari P3, sedangkan P2, P3, dan P4 tidak berbeda signifikan satu sama lain. Artinya, perlakuan pada P3 secara konsisten menghasilkan kecerahan terbaik, (Dari diagram tersebut terlihat bahwa nilai L (kecerahan) mengalami perbedaan signifikan antar perlakuan. P1 memiliki nilai L terendah ($27,267 \pm 0,153$), menunjukkan sampel paling gelap, sementara P3 menampilkan paling terang ($28,067 \pm 0,153$), disusul oleh P2 dan P4.

Penanda huruf (a, ab, c) menunjukkan bahwa P1 secara statistik berbeda nyata dari P3, sedangkan P2, P3, dan P4 tidak berbeda signifikan satu sama lain. Artinya, perlakuan pada P3 secara konsisten menghasilkan kecerahan terbaik, sementara perlakuan pada P1 justru mengurangi intensitas cahaya seperti yang diukur dalam sistem CIELAB. (marković, I. (2020).

Hasil ANOVA pada uji intensitas warna dengan nilai L^* menunjukkan nilai $p\text{-value} < 0,05$ yang artinya Hasil ini menjelaskan bahwa formulasi minuman teh seduhan daun kumis kucing dan daun jeruk berpengaruh nyata terhadap nilai L^* pada uji intensitas warna minuman fungsional teh bunga telang kurma pada taraf signifikansi 0,05.

Nilai Redness (a^*)

Nilai a^* merupakan notasi dari warna kromatik merah dan hijau. Nilai a^* yang positif (0 sampai 100) menunjukkan warna merah. Sedangkan nilai negatif dari a^* (0 sampai -100) menunjukkan warna hijau Hasil rata-rata nilai a^* dari uji intensitas warna sebagai berikut:



Gambar 9. Redness

Grafik menunjukkan nilai mean a^* (indeks kebolehan merah ke hijau) untuk lima perlakuan (p0–p4). Perlakuan p1 memiliki nilai a^* tertinggi ($2,590 \pm 0,591^a$), yang secara signifikan lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya (berbeda huruf superskrip “a”), mengindikasikan warna paling “merah” di antara sampel. Perlakuan p0 (kontrol) menghasilkan a^* sebesar $1,627 \pm 0,484$ (superskrip ab), tidak berbeda signifikan dari p1 dan p2. Sementara itu, p2, p3, dan p4 menunjukkan penurunan nilai a^* secara bertahap ($1,120 \pm 0,396^b$; $0,820 \pm 0,271^b$; $0,683 \pm 0,501^b$), semuanya berada dalam kelompok “b” dan secara statistik lebih rendah daripada p1 (huruf berbeda), serta secara bermakna lebih rendah daripada kontrol pada tingkat signifikansi 95%. Secara umum, penurunan nilai a^* dari p1 ke p4 menggambarkan bahwa peningkatan intensitas atau waktu perlakuan (asumsi dosis/treatment meningkat) menyebabkan warna sampel semakin “hijau ke abu-abu/hilang merahnya”. Kondisi ini umum dijumpai dalam penelitian-penelitian respons warna terhadap perlakuan tekstur atau enzim; misalnya, (Rais et al. (2025) menemukan bahwa marination menggunakan papain atau bromelain tidak memengaruhi warna (L^* , a^* , b^*) sampel steak sapi, menunjukkan bahwa perubahan warna kerap lebih sensitif terhadap kondisi pH, oksidasi, atau pigmentasi tambahan daripada enzim saja (Fariz, 2025).

Nilai Yellowness (b^*)

Nilai b^* merupakan notasi dari warna kromatik campuran dari warna biru hingga kuning. Diagram akan menyatakan warna biru apabila nilai dari b^* adalah negatif (0 sampai -100) sedangkan diagram akan menunjukkan warna kuning apabila nilai dari b^* adalah positif (0 sampai 100). Hasil rata-rata nilai b^* dari uji intensitas warna dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 10. Yellowness

Grafik menunjukkan nilai rata-rata b^* (indeks intensitas kuning ke biru) untuk lima perlakuan (p0–p4). Perlakuan p4 memiliki nilai b^* tertinggi, yaitu $9,300 \pm 0,458^a$, yang secara signifikan lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya (indeks huruf “a”), menandakan warna yang paling "kuning" atau muncul warna hangat dominan pada sampel. Sedangkan p0 (kontrol) dan p2 berada pada kelompok “b” dengan nilai $8,040 \pm 0,122^b$ dan $7,867 \pm 0,252^b$, menunjukkan intensitas kuning sedang. p1 ($4,877 \pm 0,402^c$) dan p3 ($4,810 \pm 0,357^c$) menunjukkan nilai b^* paling rendah secara signifikan, berada dalam kelompok “c”, serta tidak berbeda signifikan satu sama lain, menandakan warna paling netral/cenderung biru di antara sampel.

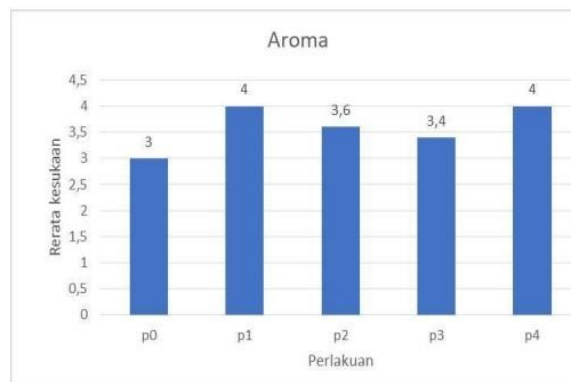
Nilai b^* ini mencerminkan bahwa perlakuan moderat (p1 dan p3) memberi warna paling rendah pada skala kuning–biru, sedangkan perlakuan berat (p4) meningkatkan intensitas kuning secara maksimal, kemungkinan disebabkan akumulasi pigmen kuning atau proses kimia (seperti reaksi Maillard atau oksidasi). Secara umum, interaksi antara durasi atau dosis perlakuan terhadap pigmen dan senyawa kromofor menghasilkan perubahan dramatis pada parameter b^* . Dalam banyak studi menggunakan ruang warna CIELAB (parameter L^* , a^* , b^*), nilai b^* digunakan untuk mencerminkan intensitas kuning, biru. (Pankaj & Opara (2013) menekankan peran parameter ini dalam analisis instrumentasi warna pada produk pangan dan hubungannya dengan perubahan pigmen akibat proses fisiko-kimia (seperti pemanasan atau proses enzimatik). (Pathare, P. B., & Opara, U. L. (2013).

Hasil ANOVA pada uji intensitas warna dengan nilai b^* menunjukkan nilai p -value $> 0,05$ yang Hasil ini menjelaskan bahwa minuman teh seduhan daun kumis kucing dan daun jeruk berpengaruh nyata terhadap nilai L^* pada uji intensitas warna minuman fungsional teh bunga telang kurma pada taraf signifikansi 0,05.

Uji Organoleptik

Aroma

Aroma menjadi parameter sensorik utama yang sangat memengaruhi preferensi konsumen terhadap minuman herbal. Berdasarkan Gambar 4.1, hasil uji organoleptik menunjukkan bahwa perlakuan P1 (5% jeruk nipis) dan P4 (20% jeruk nipis) memperoleh skor tertinggi yaitu 4,0, yang menunjukkan bahwa aroma pada kedua perlakuan tersebut paling disukai oleh panelis. Sementara itu, skor terendah terdapat pada P0 (0% jeruk nipis) dengan nilai 3,0, menunjukkan bahwa aroma minuman hanya dari kumis kucing tanpa tambahan jeruk nipis kurang diminati.



Gambar 11. Hasil Organoleptik Aroma

Penambahan daun jeruk nipis meningkatkan aroma segar citrus pada seduhan kumis kucing berkat senyawa volatil seperti limonene, sitral, dan linalool yang menyamarkan aroma langu. Formulasi P1 (5%) dan P4 (20%) memberikan skor aroma tertinggi, sedangkan P2 (10%) dan P3 (15%) sedikit menurun karena interaksi aroma yang tidak seimbang. Meskipun P4 mengalami penurunan aktivitas antioksidan akibat pH lebih asam, aroma justru meningkat karena volatilitas senyawa monoterpen lebih tinggi pada kondisi asam (Zhu et al., 2020). Aktivitas antioksidan tertinggi dicapai P2 (10%) karena keseimbangan senyawa bioaktif kumis kucing dan jeruk nipis, tetapi menurun pada P3 dan P4 akibat degradasi fenolik dan flavonoid di pH rendah (Kedare & Singh, 2011). Rendahnya skor P0 disebabkan aroma langu khas kumis kucing, sejalan dengan temuan Permata et al. (2018) bahwa jeruk nipis dapat meningkatkan profil aroma minuman herbal berkat minyak atsiri dan flavonoidnya. Secara keseluruhan, jeruk nipis meningkatkan kesukaan terhadap aroma, dengan P1 dan P4 sebagai formulasi terbaik.

Warna



Gambar 12. Hasil Organoleptik Warna

Penambahan daun jeruk nipis 10% pada perlakuan P2 menghasilkan skor warna tertinggi (4,0) karena keseimbangan pigmen kumis kucing dengan flavonoid dan asam organik dari jeruk nipis, sehingga warna lebih cerah dan stabil. Kandungan asam sitrat dan vitamin C pada jeruk nipis menurunkan pH ke tingkat optimal bagi kestabilan pigmen alami (Ozcelik et al., 2011) dan mendukung aktivitas antioksidan tinggi (Kedare & Singh, 2011). Stabilitas warna ini diperkuat oleh senyawa bioaktif seperti asam askorbat, flavonoid, dan fenolik yang menghambat degradasi pigmen (Marković, 2020). Temuan ini sejalan dengan Pathare et al. (2013) yang menyatakan bahwa persepsi warna dipengaruhi intensitas kromatik, pH, dan kejernihan. Sebaliknya, P1 (5%) memiliki skor terendah (3,2) karena flavonoid belum cukup dominan untuk memperbaiki warna, sedangkan P3 dan P4 mengalami penurunan stabilitas pigmen akibat pH terlalu rendah yang memicu degradasi flavonoid (Zhu et al., 2020; Kusuma et al., 2021). P4 juga menghasilkan warna terlalu pekat atau keruh yang mengurangi daya tarik visual. Secara keseluruhan, P2 menjadi formulasi optimal untuk warna seduhan herbal (Aminah et al., 2016).

Rasa

Hasil uji organoleptik rasa menunjukkan skor tertinggi pada P4 (20% jeruk nipis) sebesar 4,0, diikuti P2 dan P3 (3,8), dan terendah P1 (3,0). P2 menonjol karena pH moderat 5,9–6,2 yang menciptakan keseimbangan rasa asam dan segar tanpa rasa getir berlebihan (Triswandari, 2006). Aktivitas antioksidan tinggi pada P2, yang dipengaruhi oleh senyawa fenolik dan flavonoid seperti rosmarinic acid, sinensetin, serta asam sitrat, berkontribusi pada rasa astringen ringan yang menyegarkan (Kähkönen et al., 1999; Imanuela et al., 2012). Interaksi senyawa bioaktif dan asam organik dalam P2 membentuk profil rasa harmonis yang paling disukai panelis. P1 cenderung terlalu asam, sedangkan P4 memiliki rasa agak getir akibat konsentrasi fenolik berlebihan. pH berperan penting dalam menjaga stabilitas rasa, dan keunggulan P2 terletak pada integrasi pH seimbang dengan aktivitas antioksidan tinggi, yang

memberikan rasa menyenangkan sekaligus mendukung kualitas fungsional minuman herbal (Fardiaz, 1989).



Gambar 13. Hasil Organoleptik Rasa

Rasa terbaik diperoleh pada P4 (20% jeruk nipis) berkat kombinasi optimal cita rasa segar, sedikit asam, dan aromatik dari jeruk nipis yang menyeimbangkan rasa herbal kuat kumis kucing. P2 dan P3 juga mendapat nilai tinggi, menunjukkan bahwa konsentrasi sedang tetap memberi pengaruh positif tanpa mendominasi rasa. P1 (5%) mendapat skor terendah karena tidak cukup menutupi rasa pahit atau langu, namun justru mengganggu rasa dasar, sementara P0 (tanpa jeruk nipis) mencatat skor 3,4 dengan rasa masih dapat diterima tetapi kurang bervariasi. Temuan ini mendukung Mahbub & Swasono (2017) yang menyatakan bahwa kombinasi bahan herbal dapat meningkatkan kompleksitas dan keseimbangan rasa, terutama jika salah satunya memiliki karakter sensori segar seperti daun jeruk nipis. Secara keseluruhan, penambahan jeruk nipis berdampak positif pada cita rasa minuman herbal, dengan P4 sebagai formulasi terbaik dari aspek rasa.

Perlakuan Terbaik

Dalam penentuan perlakuan terbaik sifat mekanik-kimia dari teh daun kumis kucing Pengaruh penambahan daun jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) terhadap aktivitas antioksidan minuman seduhan daun kumis (*Orthosiphon aristatus* Bl. Miq.) menggunakan Metode De Garmo yang telah diperbarui oleh Susrini dengan pemberian bobot pada setiap parameter yang digunakan untuk mengukur sebuah indeks efektivitas.



Gambar 14. Perlakuan Terbaik Sifat Mekanik-Kimia

Berdasarkan grafik indeks efektivitas, parameter yang paling berpengaruh dalam menentukan kualitas minuman seduhan daun kumis kucing dengan penambahan daun jeruk nipis adalah aktivitas antioksidan (0,1667), diikuti oleh warna L (0,1515) dan kadar air (0,1364), yang mencerminkan manfaat fungsional, daya tarik visual, dan stabilitas produk. Kelarutan (0,1212) dan warna b (0,1061) juga berkontribusi cukup besar karena berkaitan dengan kemudahan penyeduhan dan estetika warna. Sementara itu, kadar abu (0,0909) dan pH (0,0758) menempati posisi menengah, menunjukkan peran penting namun tidak dominan. Parameter dengan bobot terendah adalah warna a (0,0152), warna umum (0,0303), rasa (0,0455), dan aroma (0,0606), yang meskipun tidak menjadi faktor utama, tetap mendukung penilaian kualitas secara menyeluruh. Indeks efektivitas ini penting dalam analisis multi-kriteria untuk menentukan perlakuan terbaik yang menghasilkan minuman fungsional dengan mutu sensorik dan kimiawi optimal serta dapat diterima oleh konsumen.



Gambar 15. Perlakuan Terbaik

Grafik di atas menggambarkan hasil evaluasi perlakuan terbaik berdasarkan indeks efektivitas sifat mekanik-kimia dari lima formulasi minuman seduhan daun kumis kucing dengan variasi penambahan daun jeruk nipis. Terlihat bahwa perlakuan P4 (20 % daun jeruk nipis + 15 g kumis kucing) memiliki nilai indeks tertinggi sebesar 0,7469, diikuti oleh P2 (10 % jeruk nipis) dengan 0,7202, dan P3 (15 % jeruk nipis) dengan 0,6156. Ketiga metode ini menunjukkan keseimbangan antara aspek kimiawi (kadar air, kelarutan, pH, aktivitas antioksidan) dan sensorik (warna, aroma, rasa, tekstur), menempatkan P4 sebagai formulasi paling optimal secara keseluruhan.

Pendekatan ini paralel dengan metode polyherbal optimization berbasis pengujian antioksidan, seperti yang diterapkan pada kombinasi tanaman medicinal untuk menemukan formula dengan efek sinergis optimal melalui parameter DPPH, FRAP, dan total fenolik (Rahim et al., 2018). Studi pada formulasi TC-16 juga menunjukkan bahwa interaksi antara berbagai herba dapat menghasilkan aktivitas antioksidan yang sinergis—atau tidak selalu hanya aditif yang mendasari pentingnya evaluasi interaksi bahan dalam formulasi herbal.

Perlakuan P4 unggul karena kadar jeruk nipis yang tinggi memperkuat aktivitas antioksidan serta memberikan aroma dan rasa yang lebih kuat. Animasi ini relevan dengan prinsip sinergisme dalam formulasi multi-herba, di mana kombinasi bahan dapat meningkatkan efektivitas fungsional maupun sensorik (BMC Complementary Medicine and Therapies, 2023). Meskipun terjadi sedikit penurunan tekstur, keunggulan kimiawi dan organoleptik tetap mendominasi. P2 menjadi alternatif terkuat kedua menghasilkan warna paling menarik dan keseimbangan antara rasa dan kandungan bioaktif. Hal ini konsisten dengan penggunaan antioxidant index dalam evaluasi formulasi herbal, yang menyertakan pengukuran parameter seperti fenolik total dan kemampuan reduksi untuk menentukan formulasi optimal (Rahim et al., 2018). Sebaliknya, P0 (tanpa jeruk nipis) dan P1 (5 % jeruk nipis) menunjukkan skor efektivitas terendah (masing-masing 0,2913 dan 0,2101). Hal ini mengindikasikan bahwa tanpa atau dengan penambahan jeruk nipis yang terlalu sedikit, formulasi kekurangan sinergisme kimia-sensorik yang diperlukan untuk menghasilkan kualitas minuman herbal yang optimal. Secara keseluruhan, grafik ini menegaskan bahwa penambahan daun jeruk nipis pada konsentrasi antara 10–20 % secara signifikan meningkatkan kualitas produk, baik dari segi sifat fungsional maupun sensorik. Oleh karena itu, P4 direkomendasikan sebagai formulasi terbaik untuk pengembangan produk minuman fungsional herbal lebih lanjut.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang disesuaikan dengan tujuan penelitian, dapat disimpulkan bahwa karakteristik sifat kimia daun jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) memberikan pengaruh nyata terhadap mutu minuman seduhan daun kumis kucing (*Orthosiphon aristatus* Bl. Miq.). Penambahan daun jeruk nipis mampu meningkatkan kadar abu sebagai indikator kandungan mineral, menurunkan kadar air yang berdampak positif terhadap daya simpan, serta meningkatkan kelarutan dan kestabilan pH larutan. Selain itu, kualitas sensorik yang meliputi warna, aroma, rasa, dan tekstur juga dipengaruhi oleh kombinasi proporsi daun jeruk nipis dan daun kumis kucing, di mana penambahan jeruk nipis memberikan aroma khas sitrus, warna yang lebih menarik, rasa lebih segar, serta tekstur yang lebih ringan dan disukai panelis. Formulasi dengan konsentrasi jeruk nipis sedang hingga tinggi menunjukkan tingkat penerimaan yang lebih baik. Perlakuan terbaik dalam pengembangan produk minuman seduhan diperoleh pada formulasi P4 (20% daun jeruk nipis + 15 g daun kumis kucing), yang memberikan hasil paling optimal pada hampir seluruh parameter uji, baik kimia maupun sensorik, dengan keseimbangan antara kandungan nutrisi, kestabilan produk, serta kualitas rasa dan tampilan yang disukai secara organoleptik.

DAFTAR REFERENSI

- Amin, S., Cahya, N. A., Rachmat, S. W., Adri, A., & Amelya, I. N. (2024). *Tanaman lingkungan sebagai penyembuhan penyakit*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Aminah, A., Maryam, S., Baits, M., & Kalsum, U. (2016). Perbandingan aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun sirsak (*Annona muricata* L.) berdasarkan tempat tumbuh dengan metode peredaman DPPH. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 3(1), Article 1. <https://doi.org/10.33096/jffi.v3i1.175>
- Anggono, W. A., Susilowati, R., & Jannah, A. (2024). Analisa aktivitas antioksidan serta eksplorasi flavonoid dari daun *Synsepalum dulcificum* sebagai inhibitor aldosa reduktase. *Teknologi Pangan: Media Informasi dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, 15(2), Article 2. <https://doi.org/10.35891/tp.v15i2.5307>
- Aryanti, R., Perdana, F., & Syamsudin, R. A. M. R. (2021). Telaah metode pengujian aktivitas antioksidan pada teh hijau (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze): Study of antioxidant activity testing methods of green tea (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze). *Jurnal Surya Medika*, 7(1), Article 1. <https://doi.org/10.33084/jsm.v7i1.2024>
- Balasooriya, A., Jayasinghe, M., & Senanayake, C. (2019). Chemical and physical quality parameters in herbal tea. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 4(5), 12–19.
- Boekosoe, L. (2021). Pembuatan larvasida dari daun jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) sebagai pengganti bubuk abate. *Jurnal Pengabdian Kesehatan Masyarakat*, 2(1), Article 1. <https://doi.org/10.37905/jpkm.v1i2.10338>
- Due, Y. P., Bukit, M., & Johannes, A. Z. (2019). Kajian awal spektrum serapan UV–Vis senyawa hasil ekstrak daun jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) asal Tarus Kabupaten Kupang. *Jurnal Fisika: Fisika Sains dan Aplikasinya*, 4(1), Article 1. <https://doi.org/10.35508/fisa.v4i1.1437>
- Fitri, H. (2021). *Etnobotani tanaman yang digunakan dalam pengobatan tradisional oleh tabib di Kecamatan Way Tuba Kabupaten Way Kanan* [Skripsi, UIN Raden Intan Lampung]. <https://repository.radenintan.ac.id/15748/>
- Kartika, T., Eddy, S., & Khairani, R. (2021). Studi etnobotani tumbuhan obat di Desa Perajen Kecamatan Banyuasin I Kabupaten Banyuasin. *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 18(1). <https://doi.org/10.31851/sainmatika.v17i3.5188>
- Kartini, K., Jayani, N. I. E., Setiawan, F., & Oktaviyanti, N. D. (2024). *Aplikasi sidik jari KLT & FTIR untuk analisis daun kumis kucing*. Deepublish Publisher. <https://repository.ubaya.ac.id/46833/>
- Lamusu, D. (2018). Uji organoleptik jalangkote ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.) sebagai upaya diversifikasi pangan. *Jurnal Pengolahan Pangan*, 3(1), Article 1. <https://doi.org/10.31970/pangan.v3i1.7>

- Mahbub, A. S. A., & Swasono, M. A. H. (2017). Pengaruh proporsi kayu secang (*Caesalpinia sappan* L.) dan kayu manis (*Cinnamomum burmanii* Bl.) terhadap aktivitas antioksidan “Wedang Semanis.” *Teknologi Pangan: Media Informasi dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, 8(2), Article 2. <https://doi.org/10.35891/tp.v8i2.649>
- Mohamed, N., Rashid, N., Salim, F., & Ahmad, F. (2023). Evaluation of phytochemicals and antioxidant potential of a new polyherbal formulation TC-16: Additive, synergistic or antagonistic? *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 23(93). <https://doi.org/10.1186/s12906-023-03921-0>
- Nurhidayah, B. (2019). Analisis kandungan abu dan kadar air tanaman herbal tradisional di Indonesia. *Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia*, 4(1), 55–60.
- Parubak, A. S. (2019). Senyawa flavonoid yang bersifat antibakteri dari Akway (*Drimys beccariana* Gibbs). *Chemistry Progress*, 6(1), Article 1. <https://doi.org/10.35799/cp.6.1.2013.2069>
- Pelu, A. D., Umar, C. B. P., & Patimahu, N. F. (2022). Aktivitas antibakteri ekstrak etanol kumis kucing (*Orthosiphon aristatus*) terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dengan menggunakan metode difusi. *Jurnal Ilmiah Kedokteran dan Kesehatan*, 1(2), Article 2. <https://doi.org/10.55606/klinik.v1i2.1176>
- Permata, A. N., Kurniawati, A., & Lukiati, B. (2018). Screening fitokimia, aktivitas antioksidan dan antimikroba pada buah jeruk lemon (*Citrus limon*) dan jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*). *Jurnal Ilmiah Ibnu Sina*, 3(1), 64–76. <https://doi.org/10.36387/jiis.v3i1>
- Pramiastuti, O., Listina, O., Alquraishi, R. H. A., & Nandayani, E. (2020). Manajemen diri untuk pencegahan penyakit diabetes melitus dan hipertensi masyarakat Desa Mangunsaren melalui produk minuman tanaman herbal. *JABI: Jurnal Abdimas Bhakti Indonesia*, 1(2), Article 2. <https://doi.org/10.36308/jabi.v1i2.214>
- Rahim, N. F. A., Muhammad, N., Abdullah, N., Talip, B. H. A., & Dusuki, N. J. S. (2018). Polyherbal formulations with optimum antioxidant properties. *AIP Conference Proceedings*, 2016(1), 020007. <https://doi.org/10.1063/1.5055486>
- Sarwono, B. (2001). *Khasiat dan manfaat jeruk nipis*. AgroMedia.
- Siregar, S., Indriani, I., Rizky, V. V. A., Krisdianilo, V. V., & Marbun, R. A. T. (2020). Perbandingan aktivitas antibakteri infusa daun jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) dan daun jeruk purut (*Citrus hystrix*) terhadap bakteri *Escherichia coli*. *Jurnal Farmasimed (JFM)*, 3(1), Article 1. <https://doi.org/10.35451/jfm.v3i1.524>
- Tavallali, H., Bahmanzadegan, A., Rowshan, V., & Tavallali, V. (2021). Essential oil composition, antioxidant activity, phenolic compounds, total phenolic and flavonoid contents from pomace of *Citrus aurantifolia*. *Journal of Medicinal Plants and By-Products*, 10(Special), 103–116. <https://doi.org/10.22092/jmpb.2020.341476.1175>