CHARACTERISTICS OF SALAK PEEL EXTRACT AS A NATURAL DYE SOURCE AT VARIOUS ETHANOL SOLVENT CONCENTRATIONS AND EXTRACTION TIMES USING MICROWAVE ASSISTED EXTRACTION

KARAKTERISTIK EKSTRAK KULIT BUAH SALAK SEBAGAI SUMBER PEWARNA ALAMI PADA VARIASI KONSENTRASI PELARUT ETANOL DAN WAKTU EKSTRAKSI DENGAN *MICROWAVE ASSISTED EXTRACTION*

I Wayan Janitra Utama Trada, Gusti Putu Ganda Putra*, I Gusti Ayu Lani Triani
Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Indonesia

Diterima 2 Juli 2026 / Disetujui 20 Oktober 2026

ABSTRACT

Salak peel is rich in polyphenols, flavonoids, and tannins, which makes it a promising raw material for natural colorants. These compounds can be recovered by Microwave Assisted Extraction (MAE). This research examined how ethanol concentration and extraction time in MAE influence the characteristics of salak peel extract, and identified the treatment combination best suited to producing a natural colorant. A factorial Randomized Block Design (RBD) with two factors was applied, with blocks defined by the time of experimentation. Ethanol concentration was set at three levels (50, 70, and 90%), and extraction time at three levels (3, 5, and 7 minutes). The data were subjected to Analysis of Variance (ANOVA), followed by the Honestly Significant Difference (HSD) test. Ethanol concentration, extraction time, and the interaction between them exerted a highly significant effect on total phenols, total flavonoids, total tannins, and L color intensity. In contrast, the interaction had no significant effect on yield, a intensity, or b intensity, although each factor individually had a highly significant effect on these three parameters. The effectiveness index test identified 70% ethanol with a 7-minute extraction as the best treatment for obtaining salak peel extract as a natural colorant, giving a yield of 13.73%, total phenols of 13.86 mg GAE/g, total flavonoids of 7.26 mg QE/g, total tannins of 6.67 mg TAE/g, L 11.20, a 5.15, and b 8.34.
***Keywords**: ethanol solvent concentration, extraction, extraction time, natural colorant, salak peel*

ABSTRAK

Kulit buah salak kaya akan polifenol, flavonoid, dan tanin sehingga berpotensi dijadikan pewarna alami. Senyawa tersebut dapat diisolasi melalui ekstraksi dengan *Microwave Assisted Extraction* (MAE). Penelitian ini dilakukan untuk menelaah pengaruh konsentrasi etanol dan lama ekstraksi pada metode tersebut terhadap karakteristik ekstrak kulit buah salak, sekaligus menetapkan kombinasi perlakuan terbaik sebagai sumber pewarna alami. Percobaan disusun dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dua faktor, dengan kelompok ditentukan oleh waktu pelaksanaan. Faktor pertama ialah konsentrasi etanol pada tiga taraf (50, 70, dan 90%), sedangkan faktor kedua ialah waktu ekstraksi pada tiga taraf (3, 5, dan 7 menit). Data diolah dengan analisis varian, lalu uji Beda Nyata Jujur (BNJ) digunakan sebagai uji lanjut. Konsentrasi etanol, waktu ekstraksi, dan interaksi keduanya berpengaruh sangat nyata terhadap total fenol, total flavonoid, total tanin, dan intensitas warna L. *Sebaliknya, interaksi tersebut tidak berpengaruh nyata terhadap rendemen serta intensitas warna a* dan b*, meskipun masing-masing faktor secara tunggal berpengaruh sangat nyata pada ketiga parameter itu. Berdasarkan uji indeks efektivitas, perlakuan terbaik untuk memperoleh ekstrak kulit buah salak sebagai pewarna alami adalah etanol 70% dengan waktu ekstraksi 7 menit, yang menghasilkan rendemen 13,73%, total fenol 13,86 mg GAE/g, total flavonoid 7,26 mg QE/g, total tanin 6,67 mg TAE/g,*

* Korespondensi Penulis:
Email: gandaputra@unud.ac.id

L 11,20, a *5,15, dan b* 8,34.
Kata kunci: ekstrak kulit buah salak, konsentrasi pelarut etanol, *microwave assisted extraction*, pewarna alami, waktu ekstraksi

PENDAHULUAN

Salak (*Salacca zalacca*) termasuk tanaman buah tropis yang banyak diusahakan di Indonesia (Sholihah dan Tarmidzi, 2022). Salak pondoh merupakan salah satu varietas yang populer berkat aromanya yang khas, rasanya yang manis, serta nilai ekonominya yang tinggi, sehingga masyarakat banyak membudidayakannya (Ariviani dan Parnanto, 2013). Produksi salak pondoh di Kabupaten Sleman pada tahun 2023 mencapai 48.573 ton, angka yang menggambarkan besarnya potensi komoditas ini (Badan Pusat Statistik Kabupaten Sleman, 2024). Kandungan buah salak pondoh meliputi gula, mineral, pektin, selulosa, hemiselulosa, dan lignin, yang berperan pada perubahan karakteristik buah selama proses pematangan (Lestari et al., 2013). Di sisi lain, kulit salak mewakili sekitar 15% bobot buah segar, tetapi karena belum banyak dimanfaatkan, bagian ini kerap berakhir sebagai limbah (Robbiyan et al., 2021). Padahal kulit salak memuat alkaloid 7,61% (b/b), tanin 1,18% (b/b), dan flavonoid 0,041% (b/b) yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber zat warna alami (T. W. Handayani et al., 2021). Pengolahan kulit salak menjadi pewarna alami juga dapat menjadi cara untuk menambah nilai guna hasil samping pertanian (Dhyanaputri et al., 2016).

Zat warna alami dari tumbuhan dapat berupa warna hitam, cokelat, kuning, hingga biru, bergantung pada spesies dan bagian tanaman yang dipakai (Yusaerah et al., 2022). Kulit salak diketahui mengandung senyawa bioaktif, yaitu alkaloid, polifenolat, flavonoid, dan tanin, yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber pewarna alami (Setiyabudi et al., 2021). Agar dapat digunakan sebagai pewarna, pigmen dan senyawa bioaktif tersebut harus lebih dulu dilepaskan dari matriks bahan melalui ekstraksi (Molina et al., 2023). Ekstraksi sendiri adalah proses memisahkan komponen aktif dari bahan alam, dan dapat dikerjakan dengan cara konvensional ataupun teknik modern (Rismiyati et al., 2025). *Microwave Assisted Extraction* (MAE) tergolong teknik yang lebih efisien karena mempersingkat waktu ekstraksi, menaikkan rendemen, serta menghemat pelarut (Handayani et al., 2018). Gelombang mikro menaikkan suhu pelarut sehingga senyawa bioaktif lebih cepat berdifusi ke dalam pelarut dan rendemen ekstrak pun meningkat (Yulianti et al., 2014). Hasil ekstraksi MAE bergantung pada sejumlah faktor, di antaranya waktu ekstraksi, ukuran partikel, jenis pelarut, perbandingan bahan dengan pelarut, daya *microwave*, dan suhu (Sumantining et al., 2022).

Dua faktor yang paling menentukan keberhasilan ekstraksi MAE adalah konsentrasi pelarut dan waktu ekstraksi. Konsentrasi etanol mengatur polaritas pelarut dan karenanya memengaruhi kelarutan senyawa bioaktif, terutama flavonoid (Puspitaningtyas et al., 2021). Etanol adalah pelarut organik yang bisa dicampur dengan air untuk mendapatkan polaritas yang beragam, dan variasi ini berdampak pada ekstraksi senyawa fenolik dan flavonoid (Hakim dan Saputri., 2020). Dengan demikian, konsentrasi etanol dipandang sebagai salah satu faktor yang paling berperan dalam ekstraksi beragam senyawa bioaktif (Jiménez-Moreno et al., 2019). Selain itu, lama ekstraksi turut menentukan efektivitas prosesnya (Rahayu et al., 2022). Ekstraksi yang terlalu singkat membuat senyawa bioaktif belum terambil secara optimal, sementara ekstraksi yang berlebihan dapat mengubah sifat fisik dan kimia bahan serta merusak senyawa bioaktif (Pratiwi et al., 2023).

Khoerunniyssa et al. (2024) meneliti ekstraksi kulit pisang kepok dengan MAE dan memperoleh kondisi optimal pada etanol 70% dengan waktu 5 menit, dengan rendemen tertinggi 32,7% dan total flavonoid 8,246 mg QE/g. Pada ekstrak daun jati muda sebagai pewarna alami yang dibuat dengan maserasi menggunakan etanol, Zulfa et al. (2015) melaporkan nilai kecerahan (L*) 22,8, kemerahan (a)* 8,6, dan kekuningan (b*) 8,35. Agustina et al. (2024) juga melaporkan bahwa etanol dengan daya

600 watt memberi hasil terbaik pada ekstraksi kulit buah kakao dengan MAE. Sementara itu, Krisanta et al., (2021) mendapati bahwa ekstraksi daun buangit dengan MAE paling optimal pada etanol 70% selama 7 menit, dengan total fenol 18,52 mg GAE/g, flavonoid 19,28 mg QE/g, dan aktivitas antioksidan (IC_{50}) 131,85 ppm.

Sejauh ini, kajian mengenai pengaruh konsentrasi etanol dan waktu ekstraksi MAE terhadap ekstrak kulit salak sebagai sumber pewarna alami masih terbatas. Karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh kedua faktor tersebut terhadap karakteristik ekstrak kulit buah salak sebagai pewarna alami, serta menentukan kombinasi konsentrasi etanol dan waktu ekstraksi MAE yang terbaik.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan utama berupa kulit buah salak pondoh yang telah dipisahkan dari daging buahnya dan dikeringkan; buahnya dibeli dari Pasar Badung, Denpasar. Bahan kimia yang dipakai meliputi aquades, etanol (50, 70, dan 90%) (Bratachem), standar asam galat (Sigma Aldrich), asam tanat (Merck), standar kuersetin (Sigma Aldrich), NaOH 1% (Merck), $NaNO_2$ 5% (Merck), $AlCl_3$ 10% (Merck), Na_2CO_3 5% (Merck), reagen *Folin-Ciocalteu* (Merck), metanol PA (Merck), dan etanol PA (Merck).

Alat yang digunakan dapat dikelompokkan menurut tahap kerja. Untuk persiapan bahan dipakai pisau, talenan, oven pengering (ESCO Isotherm OFA-110-8), blender (Miyako), dan ayakan 60 mesh (Retsch D-42759 HAAN). Tahap ekstraksi menggunakan microwave (Samsung), kertas saring Whatman No.1, dan rotary evaporator (IKA RV 10 basic). Adapun analisis dilakukan dengan bantuan timbangan analitik (Ohaus), spektrofotometer UV-Vis (Geneves 10S UV-Vis), vortex (Thermo), color reader, pipet volume, pipet mikro (Socorex), serta peralatan gelas berupa tabung reaksi dan erlenmeyer (Iwaki), gelas ukur dan gelas beaker (Iwaki), labu didih (Durhan), dan labu ukur (Iwaki), ditambah rak tabung reaksi dan pot cream.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini bersifat eksperimental dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dua faktor. Faktor pertama berupa konsentrasi etanol pada tiga taraf (50, 70, dan 90%), dan faktor kedua berupa waktu ekstraksi pada tiga taraf (3, 5, dan 7 menit). Seluruh kombinasi perlakuan dibagi ke dalam dua kelompok menurut waktu pelaksanaan, sehingga total terdapat 18 unit percobaan. Data diolah dengan analisis varians (ANOVA) menggunakan perangkat lunak Minitab 17, dan bila terdapat pengaruh nyata, analisis dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ). Perlakuan terbaik dari semua parameter ditentukan melalui uji indeks efektivitas.

Pelaksanaan Penelitian

Bubuk kulit salak dibuat dengan memodifikasi prosedur Wardana et al. (2025). Kulit dipisahkan dari daging buah, dibersihkan dari kotoran, lalu dipotong kecil dan dicuci, kemudian ditiriskan sampai air di permukaannya berkurang. Pengeringan dilakukan di dalam oven pada suhu 70°C hingga kadar air mencapai sekitar 7 %, dengan tanda bahan kering dan mudah patah. Kulit kering kemudian diblender dan diayak dengan ayakan 60 mesh sehingga diperoleh bubuk berukuran seragam.

Ekstraksi bubuk kulit salak mengikuti metode Puspitaningtyas et al. (2021) dengan modifikasi. Sebanyak 10 gram bubuk dicampurkan dengan 200 ml etanol berkonsentrasi 50, 70, atau 90% sesuai perlakuan (rasio 1:20 g/ml). Campuran lalu diekstraksi dalam microwave berdaya 600 Watt selama 3, 5, atau 7 menit sesuai perlakuan. Hasilnya disaring dengan kertas saring Whatman No.1. Filtrat yang diperoleh dipekatkan menggunakan rotary vacuum evaporator pada tekanan 100 mBar, suhu 40°C, dan kecepatan putar 60 rpm sampai menjadi ekstrak kental. Ekstrak kental tersebut ditimbang

* Korespondensi Penulis:
Email: gandaputra@unud.ac.id

untuk menghitung rendemen, kemudian dilanjutkan ke tahap analisis.

Variabel yang Diamati

Parameter yang diamati meliputi rendemen ekstrak (Silsia et al., 2021), total tanin (Mukhriani et al., 2014), total flavonoid (Bhaigyabati et al., 2014), total fenol (Sakanaka et al., 2005), serta intensitas warna L*, a*, dan b* (Silmi et al., 2013).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen

Analisis sidik ragam memperlihatkan bahwa konsentrasi pelarut etanol dan waktu ekstraksi pada metode MAE masing-masing berpengaruh sangat nyata ($p \leq 0,01$) terhadap rendemen ekstrak kulit buah salak, sedangkan interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$). Rata-rata rendemen (%) ekstrak disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Rata-rata rendemen (%) ekstrak kulit buah salak pada berbagai konsentrasi etanol dan waktu ekstraksi

Konsentrasi Pelarut Etanol (%)	Waktu (Menit)			Rerata (P)
	W1 (3)	W2 (5)	W3 (7)	
P1 (50)	9,07 ± 0,06	9,86 ± 0,13	10,92 ± 0,10	9,95±0,83^{c}
P2 (70)	12,19 ± 0,18	12,75 ± 0,20	13,73 ± 0,16	12,89±0,71$_{a}$
P3 (90)	11,05 ± 0,17	11,71 ± 0,05	12,24 ± 0,16	11,67±0,54$_{b}$
Rerata (W)	10,77 ± 1,42^{c}	11,44 ± 1,32^{b}	12,30 ± 1,26^{a}	

Keterangan: Huruf yang berbeda pada baris dan kolom menandakan perbedaan nyata menurut uji BNJ pada taraf kesalahan 5% ($p \leq 0,05$)

Tabel 1 menunjukkan bahwa rendemen tertinggi dicapai pada etanol 70%, yaitu rata-rata 12,89%, dan nilai ini berbeda nyata dengan rendemen pada konsentrasi etanol lainnya. Tingginya rendemen pada etanol 70% diduga karena polaritas pelarut pada konsentrasi tersebut cocok dengan senyawa-senyawa dalam kulit salak. Campuran etanol-air pada kadar ini dapat meningkatkan kemampuan pelarut menembus jaringan bahan, sehingga senyawa terlarut dengan lebih efektif. Gejala ini sesuai dengan prinsip *like dissolves like*, yaitu kecocokan polaritas antara pelarut dan senyawa target menentukan seberapa efektif ekstraksi berlangsung dan berapa banyak senyawa yang terlarut (Sulistiawanti et al., 2025). Temuan serupa dilaporkan oleh Khoerunniyssa et al. (2024), yang memperoleh rendemen tertinggi dari ekstrak etanol 70% kulit pisang kepok dengan MAE, yaitu 32,7%.

Waktu ekstraksi juga berpengaruh nyata terhadap rendemen. Rendemen rata-rata tertinggi, yaitu 12,30 %, diperoleh pada waktu 7 menit dan berbeda nyata dengan waktu ekstraksi lainnya. Secara umum rendemen naik seiring lamanya ekstraksi dan mencapai kondisi optimal pada menit ke-7. Pada kajian Krisanta et al. (2021) mengenai ekstraksi MAE, lama paparan gelombang mikro dilaporkan berbanding lurus dengan jumlah senyawa yang terekstrak dari matriks bahan, dan kajian itu juga menemukan bahwa rendemen berkorelasi positif dengan lama kontak ekstraksi. Penyebabnya, semakin lama ekstraksi berlangsung, semakin banyak dinding sel yang pecah sehingga senyawa di dalamnya dapat terekstrak dengan lebih baik (Puspitaningtyas et al., 2021).

Total Fenol

Menurut hasil sidik ragam, konsentrasi etanol dan waktu ekstraksi MAE, beserta interaksinya, berpengaruh sangat nyata ($p \leq 0,01$) terhadap total fenol ekstrak kulit buah salak. Rata-rata total fenol (mg GAE/g) disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata total fenol (mg GAE/g) ekstrak kulit buah salak pada berbagai konsentrasi etanol dan waktu ekstraksi

Konsentrasi	Waktu (Menit)		
Pelarut Etanol (%)	W1 (3)	W2 (5)	W3 (7)
P1 (50)	$6,42 \pm 0,14^{f}$	$7,27 \pm 0,27^{e}$	$10,14 \pm 0,19^{c}$
P2 (70)	$9,49 \pm 0,14^{cd}$	$11,59 \pm 0,28^{b}$	$13,86 \pm 0,25^{a}$
P3 (90)	$5,90 \pm 0,13^{f}$	$7,42 \pm 0,25^{e}$	$8,70 \pm 0,13^{d}$

Keterangan: Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata menandakan perbedaan nyata menurut uji BNJ pada taraf kesalahan 5% ($p \leq 0,05$)

Pada Tabel 2, total fenol tertinggi dijumpai pada kombinasi etanol 70% dan waktu ekstraksi 7 menit, yaitu 13,86 mg GAE/g, dan berbeda nyata dengan seluruh kombinasi lainnya. Total fenol terendah, yaitu 5,90 mg GAE/g, berasal dari kombinasi etanol 90% dan waktu 3 menit, namun nilai ini tidak berbeda nyata dengan kombinasi etanol 50% dan waktu 3 menit yang sebesar 6,42 mg GAE/g.

Kandungan total fenol sangat dipengaruhi oleh konsentrasi etanol dan lama ekstraksi gelombang mikro. Polaritas campuran etanol dan air menjadi faktor kunci dalam ekstraksi senyawa fenolik, sebab efisiensi pemisahan ditentukan oleh seberapa cocok polaritas pelarut dengan sifat senyawa target (Ariviani dan Parnanto, 2013). Temuan ini sejalan dengan Lohvina et al. (2022), yang memperoleh total fenolik tertinggi pada etanol 70%, disusul etanol 96% dan 50%, serta menemukan bahwa total fenolik yang terekstrak meningkat dengan lamanya waktu ekstraksi.

Ekstraksi yang lebih lama memperbesar kontak antara bahan dan pelarut, sehingga perpindahan massa lebih efektif. Dampaknya, senyawa fenolik berdifusi lebih baik dari matriks bahan ke pelarut dan total fenol meningkat sampai mencapai titik optimum (Pratiwi et al., 2023). Waktu merupakan faktor penting dalam MAE karena erat kaitannya dengan efisiensi ekstraksi. Waktu yang tepat diperlukan agar pemanasan berlangsung efektif dan senyawa target dapat terekstrak dengan baik dalam waktu singkat (Rismiyati et al., 2025).

Total Flavonoid

Berdasarkan sidik ragam, konsentrasi etanol, waktu ekstraksi MAE, dan interaksi keduanya berpengaruh sangat nyata ($p \leq 0,01$) terhadap total flavonoid ekstrak kulit buah salak. Rata-rata total flavonoid (mg QE/g) ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata total flavonoid (mg QE/g) ekstrak kulit buah salak pada berbagai konsentrasi etanol dan waktu ekstraksi

Konsentrasi	Waktu (Menit)		
Pelarut Etanol (%)	W1 (3)	W2 (5)	W3 (7)
P1 (50)	$3,87 \pm 0,08^{g}$	$4,47 \pm 0,18^{f}$	$5,20 \pm 0,06^{e}$
P2 (70)	$5,98 \pm 0,08^{cd}$	$6,75 \pm 0,12^{ab}$	$7,26 \pm 0,16^{a}$

* Korespondensi Penulis:
Email: gandaputra@unud.ac.id

P3 (90)	$5,70 \pm 0,16^{de}$	$6,00 \pm 0,13^{cd}$	$6,39 \pm 0,09^{bc}$

Keterangan: Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata menandakan perbedaan nyata menurut uji BNJ pada taraf kesalahan 5% ($p \leq 0,05$)

Menurut Tabel 3, total flavonoid tertinggi, 7,26 mg QE/g, diperoleh pada etanol 70% dengan waktu 7 menit. Nilai ini tidak berbeda nyata dengan perlakuan etanol 70% dan waktu 5 menit (6,75 mg QE/g). Nilai terendah, 3,87 mg QE/g, berasal dari etanol 50% dengan waktu 3 menit, dan berbeda nyata dengan semua perlakuan lain. Total flavonoid naik ketika konsentrasi etanol ditingkatkan dari 50% ke 70%, tetapi turun pada 90%. Penurunan ini diduga disebabkan oleh konsentrasi pelarut yang terlalu tinggi sehingga jumlah senyawa yang terekstrak ikut terpengaruh (Khoerunniyssa et al., 2024).

Flavonoid yang terekstrak sangat dipengaruhi oleh konsentrasi etanol dan lama ekstraksi gelombang mikro. Kepolaran pelarut sangat menentukan ekstraksi flavonoid: bila polaritas pelarut sesuai dengan polaritas flavonoid, senyawa tersebut lebih mudah larut dan terekstrak sehingga kandungannya lebih tinggi (Hakim dan Saputri, 2020). Pada penelitian ini, flavonoid tertinggi diperoleh dengan etanol 70% yang polaritasnya optimal untuk melarutkan flavonoid dari kulit buah salak. Hartanti et al. (2021) juga melaporkan hal yang sama, yakni total flavonoid paling tinggi pada etanol 70% dibandingkan konsentrasi lainnya.

Total flavonoid yang terekstrak bertambah seiring lamanya ekstraksi karena waktu yang lebih panjang memberi kesempatan bagi pelarut untuk melarutkan dan membawa flavonoid keluar dari matriks bahan secara lebih optimal. Sebaliknya, ekstraksi yang terlalu singkat membuat senyawa aktif belum terekstrak maksimal (Ibrahim et al., 2015). Namun, jika waktu ekstraksi melampaui batas optimal, total flavonoid akan menurun. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian (Krisanta et al., 2021) pada ekstrak daun buangit dengan MAE, yang menunjukkan peningkatan total flavonoid seiring bertambahnya waktu dan mencapai nilai tertinggi pada 7 menit sebagai kondisi optimum.

Total Tanin

Hasil sidik ragam menyatakan bahwa konsentrasi etanol, waktu ekstraksi MAE, dan interaksinya berpengaruh sangat nyata ($p \leq 0,01$) terhadap total tanin ekstrak kulit buah salak. Rata-rata total tanin (mg TAE/g) dicantumkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata total tanin (mg TAE/g) ekstrak kulit buah salak pada berbagai konsentrasi etanol dan waktu ekstraksi

Konsentrasi	Waktu (Menit)		
Pelarut Etanol (%)	W1 (3)	W2 (5)	W3 (7)
P1 (50)	$2,08 \pm 0,08^{g}$	$3,23 \pm 0,09^{e}$	$4,23 \pm 0,14^{c}$
P2 (70)	$4,00 \pm 0,05^{cd}$	$5,53 \pm 0,16^{b}$	$6,67 \pm 0,11^{a}$
P3 (90)	$2,05 \pm 0,11^{g}$	$2,57 \pm 0,12^{f}$	$3,63 \pm 0,16^{de}$

Keterangan: Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata menandakan perbedaan nyata menurut uji BNJ pada taraf kesalahan 5% ($p \leq 0,05$)

Tabel 4 memperlihatkan total tanin tertinggi, 6,67 mg TAE/g, pada kombinasi etanol 70% dan waktu 7 menit, yang berbeda nyata dengan seluruh kombinasi lain. Total tanin terendah, 2,05 mg TAE/g, terdapat pada kombinasi etanol 90% dan waktu 3 menit, namun tidak berbeda nyata dengan kombinasi etanol 50% dan waktu 3 menit (2,08 mg TAE/g). Hasil ini menunjukkan bahwa menaikkan konsentrasi etanol dari 50% ke 70% meningkatkan tanin yang terekstrak secara signifikan, tetapi kenaikan lebih lanjut hingga 90% justru menurunkan perolehan senyawa target. Dengan demikian,

etanol 70% dan waktu ekstraksi 7 menit merupakan kondisi ekstraksi paling optimal untuk memperoleh kadar tanin tertinggi.

Temuan ini sesuai dengan konsep bahwa pelarut yang kepolarannya cocok dengan senyawa target menghasilkan ekstraksi yang lebih optimal (Chintya dan Utami, 2017). Dalam penelitian ini, etanol 70% terbukti memiliki kepolaran yang sesuai untuk mengekstraksi tanin dari kulit buah salak. Dukungan datang dari Hartanti et al. (2021) pada ekstrak daun gonda (*Sphenoclea zeylanica*), yang mendapati total tanin tertinggi pada etanol 70% dan penurunan total tanin pada konsentrasi etanol yang lebih tinggi. Dengan demikian, etanol 70% dapat dikatakan sebagai konsentrasi pelarut yang paling efektif untuk mengekstraksi tanin.

Waktu ekstraksi turut memengaruhi total tanin. Total tanin yang terekstrak terus bertambah ketika waktu diperpanjang dari 3 hingga 7 menit, yang menunjukkan bahwa ekstraksi yang lebih lama memberi peluang bagi senyawa target untuk berdifusi ke pelarut secara lebih optimal (Yulianti et al., 2014). Hasil ini sejalan dengan Pratiwi et al. (2023) yang menyatakan bahwa jumlah senyawa terekstrak meningkat seiring waktu sampai titik optimum. Setelah titik optimum terlampaui, perpanjangan waktu tidak lagi menambah senyawa yang terekstrak. Oleh karena itu, waktu 7 menit adalah kondisi paling optimal untuk memperoleh total tanin tertinggi dalam penelitian ini.

Intensitas Kecerahan (L*)

Sidik ragam menunjukkan bahwa konsentrasi etanol, waktu ekstraksi MAE, dan interaksi keduanya berpengaruh sangat nyata ($p \leq 0,01$) terhadap kecerahan (L*) ekstrak kulit buah salak. Rata-rata intensitas kecerahan (L*)* ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rata-rata intensitas kecerahan (L*) ekstrak kulit buah salak pada berbagai konsentrasi etanol dan waktu ekstraksi

Konsentrasi	Waktu (Menit)		
Pelarut Etanol (%)	W1 (3)	W2 (5)	W3 (7)
P1 (50)	$19,80 \pm 0,31^{a}$	$17,92 \pm 0,41^{b}$	$16,80 \pm 0,48^{bc}$
P2 (70)	$15,55 \pm 0,38^{cd}$	$14,05 \pm 0,37^{de}$	$11,20 \pm 0,48^{f}$
P3 (90)	$15,20 \pm 0,40^{d}$	$14,40 \pm 0,45^{de}$	$13,60 \pm 0,45^{e}$

Keterangan: Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata menandakan perbedaan nyata menurut uji BNJ pada taraf kesalahan 5% ($p \leq 0,05$)

Pada Tabel 5, kecerahan (L*) tertinggi, yaitu 19,80, diperoleh pada etanol 50% dengan waktu 3 menit dan berbeda nyata dengan seluruh perlakuan lainnya. Sebaliknya, kecerahan terendah, yaitu 11,20, dijumpai pada etanol 70% dengan waktu 7 menit, juga berbeda nyata dengan semua perlakuan lain. Ini berarti memperpanjang waktu ekstraksi cenderung menurunkan kecerahan, yang tampak dari warna ekstrak yang semakin gelap. Pola tersebut sesuai dengan Syafutri et al. (2019) pada ekstrak bunga eceng gondok dengan MAE, di mana waktu ekstraksi yang lebih panjang menurunkan nilai L *karena lebih banyak senyawa yang terekstrak sehingga ekstrak menjadi lebih gelap. Skala L* berkisar 0-100, dan nilai yang lebih tinggi menandakan warna yang lebih cerah (Bora et al., 2015).

Konsentrasi etanol juga memengaruhi kecerahan. Etanol 70% dan 90% pada umumnya menghasilkan L* yang lebih rendah daripada etanol 50%. Kecenderungan ini konsisten dengan hasil total tanin, total fenol, dan total flavonoid yang menunjukkan bahwa etanol 70% mengekstraksi senyawa-senyawa tersebut secara optimal. Ketika lebih banyak senyawa fenolik larut dalam ekstrak, warna ekstrak menjadi lebih pekat dan kecerahannya turun (Oktavian et al., 2020). Diduga etanol 70% memiliki kepolaran yang lebih tinggi karena kadar airnya lebih besar, sehingga lebih efektif

* Korespondensi Penulis:
Email: gandaputra@unud.ac.id

melarutkan senyawa fenolik dan flavonoid; akibatnya ekstrak menjadi lebih pekat dengan nilai L* yang lebih rendah (Nurhasanah et al., 2024).

Intensitas Kemerahan (a*)

Konsentrasi etanol dan waktu ekstraksi MAE masing-masing berpengaruh sangat nyata ($p \leq 0,01$) terhadap intensitas kemerahan (*a*) *ekstrak kulit buah salak, sedangkan interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) berdasarkan sidik ragam. Rata-rata intensitas kemerahan (a*) disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rata-rata intensitas kemerahan (a*) ekstrak kulit buah salak pada berbagai konsentrasi etanol dan waktu ekstraksi

Konsentrasi Pelarut Etanol (%)	Waktu (Menit)			Rerata (P)
	W1 (3)	W2 (5)	W3 (7)	
P1 (50)	1,10 ± 0,20	2,10 ± 0,25	2,80 ± 0,34	2,00 ± 0,79[c]
P2 (70)	2,40 ± 0,31	3,75 ± 0,33	5,15 ± 0,38	3,77 ± 1,26[a]
P3 (90)	1,80 ± 0,34	2,66 ± 0,42	3,40 ± 0,45	2,62 ± 0,78[b]
Rerata (W)	1,77 ± 0,62[c]	2,84 ± 0,80[b]	3,78 ±1,13[a]	

Keterangan: Huruf yang berbeda pada baris dan kolom menandakan perbedaan nyata menurut uji BNJ pada taraf kesalahan 5% ($p \leq 0,05$)

Menurut Tabel 6, intensitas kemerahan (a*) tertinggi diperoleh pada etanol 70% dengan rerata 3,77, berbeda nyata dengan etanol 90% (2,62) dan etanol 50% (2,00). Pada faktor waktu, nilai a* meningkat secara nyata seiring lamanya ekstraksi. Nilai terendah, 1,77, tercatat pada waktu 3 menit dan berbeda nyata dengan perlakuan waktu lainnya, sedangkan nilai tertinggi, 3,78, tercatat pada waktu 7 menit dan juga berbeda nyata dengan perlakuan waktu lainnya.

Pada penelitian ini, ekstrak kulit salak dengan etanol 70% tampak lebih merah, ditandai nilai a* yang lebih tinggi daripada etanol 50% maupun 90%. Warna merah kecokelatan pada ekstrak menandakan adanya senyawa yang berperan membentuk warna. Warna tersebut diduga berasal dari senyawa polifenol, terutama flavonoid dan tanin, yang dapat menghasilkan pigmen merah hingga cokelat (Maharani et al., 2024). Etanol 70% terbukti lebih efektif dalam menghasilkan total fenol, tanin, dan flavonoid yang lebih tinggi, karena campuran etanol dan air pada konsentrasi itu memiliki kepolaran yang paling dekat dengan senyawa target (Do et al., 2014).

Selain itu, waktu ekstraksi 7 menit menghasilkan intensitas warna merah (a*) dan total polifenol yang lebih tinggi daripada waktu 3 dan 5 menit. Puspitaningtyas et al. (2021) menyatakan bahwa paparan radiasi *microwave* (MAE) yang lebih lama menghasilkan total polifenol lebih tinggi, sebab energi *microwave* dapat memecah dinding sel jaringan tanaman sehingga senyawa target lebih mudah berpindah ke pelarut. Rusaknya struktur sel membantu pelepasan pigmen dan senyawa bioaktif secara lebih optimal, yang pada akhirnya meningkatkan kualitas ekstrak (Pratiwi et al., 2023).

Intensitas Kekuningan (b*)

Intensitas kekuningan (b*) ekstrak kulit buah salak dipengaruhi sangat nyata ($p \leq 0,01$) oleh konsentrasi etanol maupun waktu ekstraksi MAE, tetapi tidak oleh interaksi keduanya ($p > 0,05$). Rata-rata intensitas kekuningan (*b*) disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Rata-rata intensitas kekuningan (b*) ekstrak kulit buah salak pada berbagai konsentrasi etanol dan waktu ekstraksi

Konsentrasi Pelarut Etanol (%)	Waktu (Menit)			Rerata (P)
	W1 (3)	W2 (5)	W3 (7)	
P1 (50)	2,60 ± 0,37	3,40 ± 0,40	4,10 ± 0,34	3,37 ± 0,73[c]
P2 (70)	4,95 ± 0,33	6,30 ± 0,48	8,34 ± 0,14	6,53 ± 1,55[a]
P3 (90)	4,40 ± 0,54	5,20 ± 0,54	6,20 ± 0,37	5,27 ± 0,89[b]
Rerata (W)	3,98 ± 1,15[c]	4,97 ± 1,36[b]	6,21 ± 1,91[a]	

Keterangan: Huruf yang berbeda pada baris dan kolom menandakan perbedaan nyata menurut uji BNJ pada taraf kesalahan 5% (p≤0,05)

Tabel 7 menunjukkan intensitas kekuningan (b*) tertinggi pada etanol 70% dengan rerata 6,53, yang berbeda nyata dengan konsentrasi lainnya, sedangkan yang terendah terdapat pada etanol 50% dengan rerata 3,37 dan juga berbeda nyata dengan konsentrasi lainnya. Menurut waktu ekstraksi, nilai *b* naik secara nyata seiring bertambahnya waktu: nilai terendah, 3,98, tercatat pada waktu 3 menit dan berbeda nyata dengan perlakuan lain, dan nilai tertinggi, 6,21, tercatat pada waktu 7 menit dan juga berbeda nyata dengan perlakuan lain. Semakin besar nilai b*, semakin kuning warna yang dihasilkan (Bora et al., 2015).

Pada penelitian ini, etanol 70% menghasilkan intensitas kekuningan (b*) yang nyata lebih tinggi daripada etanol 50% maupun 90%. Warna kuning hingga kecokelatan pada ekstrak sangat berkaitan dengan terekstraknya senyawa polifenol, seperti flavonoid dan tanin (Agustina et al., 2024). Flavonoid adalah pigmen alami tumbuhan yang berperan membentuk warna kuning sampai oranye, juga warna lain seperti merah, biru, dan ungu pada buah, bunga, maupun daun (Arifin et al., 2018).

Peningkatan nilai b *sejalan dengan peningkatan total fenol, tanin, dan flavonoid. Penelitian ini juga menegaskan bahwa waktu ekstraksi 7 menit menghasilkan intensitas kekuningan (b*) tertinggi secara signifikan dibandingkan waktu 3 dan 5 menit. Hal ini didukung oleh Maharani et al. (2024), yang menemukan bahwa intensitas kekuningan (b*) ekstrak kulit buah kakao cenderung meningkat dengan lamanya ekstraksi MAE, dengan nilai tertinggi pada perlakuan 10 menit.

Indeks Efektivitas

Perlakuan terbaik ditentukan dengan uji indeks efektivitas yang melibatkan parameter rendemen, total fenol, total flavonoid, total tanin, dan intensitas warna (L*, a*, b*). Bobot setiap parameter diambil dari penilaian lima panelis melalui kuesioner. Hasilnya tercantum pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil uji indeks efektivitas untuk menetapkan perlakuan terbaik ekstrak kulit buah salak pada variasi konsentrasi etanol dan waktu ekstraksi

Perlakuan		Variabel							Σ
		Rendemen	Total fenol	Total Flavonoid	Total Tanin	(L*)	(a*)	(b*)	Jumlah
	(BV)	0,71	1,00	0,86	0,96	0,93	0,89	0,82	
	(BN)	0,12	0,16	0,14	0,16	0,15	0,14	0,13	
P1W1	Ne	0,00	0,07	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	
	Nh	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
P1W2	Ne	0,17	0,17	0,18	0,25	0,22	0,25	0,14	
	Nh	0,02	0,03	0,02	0,04	0,03	0,04	0,02	0,20
P1W3	Ne	0,40	0,53	0,39	0,47	0,35	0,42	0,26	
	Nh	0,05	0,09	0,05	0,07	0,05	0,06	0,03	0,41

* Korespondensi Penulis:
Email: gandaputra@unud.ac.id

P2W1	Ne	0,67	0,45	0,62	0,42	0,49	0,32	0,41	
	Nh	0,08	0,07	0,09	0,07	0,07	0,05	0,05	0,48
P2W2	Ne	0,79	0,71	0,85	0,75	0,67	0,65	0,64	
	Nh	0,09	0,11	0,12	0,12	0,10	0,09	0,09	0,72
P2W3	Ne	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
	Nh	0,12	0,16	0,14	0,16	0,15	0,14	0,13	**1,00**
P3W1	Ne	0,43	0,00	0,54	0,00	0,53	0,17	0,31	
	Nh	0,05	0,00	0,07	0,00	0,08	0,02	0,04	0,27
P3W2	Ne	0,57	0,19	0,63	0,11	0,63	0,39	0,45	
	Nh	0,07	0,03	0,09	0,02	0,09	0,06	0,06	0,41
P3W3	Ne	0,68	0,35	0,74	0,34	0,72	0,57	0,63	
	Nh	0,08	0,06	0,10	0,05	0,11	0,08	0,08	0,57

Tabel 8 menunjukkan bahwa perlakuan P2W3 memiliki nilai hasil (Nh) tertinggi, yaitu 1,00. Dengan demikian, etanol 70% dengan waktu ekstraksi 7 menit adalah perlakuan terbaik untuk memperoleh pewarna alami dari ekstrak kulit buah salak dengan metode MAE.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Konsentrasi etanol, waktu ekstraksi, dan interaksinya pada metode Microwave Assisted Extraction (MAE) berpengaruh sangat nyata terhadap total fenol, total flavonoid, total tanin, dan kecerahan (L*) ekstrak kulit buah salak sebagai sumber pewarna alami. Adapun rendemen, intensitas kemerahan (a*), dan intensitas kekuningan (b*) dipengaruhi sangat nyata oleh masing-masing faktor, tetapi tidak oleh interaksinya. Perlakuan terbaik adalah etanol 70% dengan waktu ekstraksi 7 menit, yang menghasilkan rendemen 13,73 ± 0,16%, total fenol 13,86 ± 0,25 mg GAE/g, total flavonoid 7,26 ± 0,16 mg QE/g, total tanin 6,67 ± 0,11 mg TAE/g, kecerahan (L*) 11,20 ± 0,48, kemerahan (a*) 5,15 ± 0,38, dan kekuningan (b*) 8,34 ± 0,14.

Saran

Hasil penelitian ini merekomendasikan etanol 70% dengan waktu ekstraksi 7 menit untuk mengekstraksi pewarna alami dari kulit buah salak. Penelitian lanjutan perlu mengkaji penerapan ekstrak kulit buah salak sebagai pewarna alami pada berbagai produk, misalnya tekstil, kosmetik, dan pangan.

DAFTAR PUSTAKA

Agustina, D. R. S., Putra, G. P. G., dan Hartiati, A. 2024. Karakteritik ekstrak kulit buah kakao sebagai pewarna alami pada variasi jenis pelarut dan daya ekstraksi dengan metode microwave assisted extraction. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, *12*(4), 466–477. https://doi.org/10.24843/JRMA.2024.v12.i04.p01

Ariviani, S., dan Parnanto, N. H. R. 2013. Kapasitas antioksidan buah salak (salacca edulis reinw) kultivar pondoh, nglumut dan bali serta korelasinya dengan kadar fenolik total dan vitamin c. *AGRITECH*, *33*(3), 324–333. https://doi.org/10.22146/agritech.9555

Bhaigyabati, T., Devi, G. P.,Bag, G. 2014. Total flavonoid content and antioxidant activity of aqueous rhizome extract of three hedychium species of manipur valley. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, *5*(5), 971.

Bora, D. J., Kumar G, A., and Khan, F. A. 2015. Comparing the performance of L*A*B* and hsv color spaces with respect to color image segmentation. *Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, *5*(2), 192–203. www.ijetae.com

Chintya, N., dan Utami, B. 2017. Ekstraksi tannin dari daun sirsak (annona muricata l.) sebagai pewarna alami

tekstil. *Journal Cis-Trans (JC-T)*, *1*(1), 22–29.
Dhyanaputri, I. G. A. S., Karta, I. W., dan Krisna, L. A. W. 2016. Analisis kandungan gizi ekstrak kulit salak produksi kelompok tani abian salak desa sibetan sebagai upaya pengembangan potensi produk pangan lokal. *Meditary*, *4*(2), 93–100.
Do, Q. D., Angkawijaya, A. E., Tran-Nguyen, P. L., Huynh, L. H., Soetaredjo, F. E., Ismadji, S., and Ju, Y. H. 2014. Effect of extraction solvent on total phenol content, total flavonoid content, and antioxidant activity of Limnophila aromatica. *Journal of Food and Drug Analysis*, *22*(3), 296–302. https://doi.org/10.1016/j.jfda.2013.11.001
Hakim, A. R., dan Saputri, R. 2020. Narrative review optimasi etanol sebagai pelarut senyawa flavonoid dan fenolik. *Jurnal Surya Medika (JSM)*, *6*(1), 177–180.
Handayani, P. A., Ramadani, N. S., dan Kartika, D. D. 2018. Pemungutan tanin propagul mangrove (rhizopora mucronata) dengan pelarut etanol dan aquades sebagai zat warna alami menggunakan metode microwave assisted extraction. *Jurnal Kompetensi Teknik*, *10*(1), 22–27. https://doi.org/10.15294/jkomtek.v10i1.17366
Handayani, T. W., Widodo, A., Yanti, R., Prasetyo, E., Zulfaidah, dan Tandi, J. 2021. Analisis metabolit sekunder dan aktivitas ekstrak etanol kulit buah salak (Salacca zalacca (Gaertn.) Voss) terhadap kadar glukosa dan ureum kreatinin tikus putih jantan (Rattus norvegicus). *Jurnal Riset Kimia*, *7*(3), 161–168. https://doi.org/10.22487/kovalen.2021.v7.i3.15567
Hartanti, A. I., Permana, I. D. G. M.,Puspawati, G. A. K. D. 2021. Pengaruh Konsentrasi etanol pada metode ultrasonikasi terhadap aktivitas antioksidan ekstrak daun gonda (Sphenoclea zeylanica). *Itepa: Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan, 10*(2), 163–171.
Jiménez-Moreno, N., Volpe, F., Moler, J. A., Esparza, I., and Ancín-Azpilicueta, C. 2019. Impact of extraction conditions on the phenolic composition and antioxidant capacity of grape stem extracts. *Antioxidants*, *8*(12). https://doi.org/10.3390/antiox8120597
Khoerunniyssa, S., Raharjo, D., dan Ardiyantoro, B. 2024. Optimasi metode microwave-assisted extraction (mae) untuk menentukan kadar flavonoid total ekstrak etanol kulit pisang kepok (Musa Paradisiaca.L). *OBAT: Jurnal Riset Ilmu Farmasi Dan Kesehatan*, *2*(6), 133–160. https://doi.org/10.61132/obat.v2i6.814
Krisanta, C. S., Yusasrini, N. L. A., dan Putra, I. N. K. 2021. Pengaruh konsentrasi etanol dan waktu ekstraksi terhadap aktivitas antioksidan ekstrak daun buangit (Cleome gynandra) dengan metode microwave assisted extraction. *Itepa: Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan*, *10*(4), 690–701. https://doi.org/10.24843/itepa.2021.v10.i04.p14
Lestari, R., Ebert, G., and Huyskens-Keil, S. 2013. Fruit quality changes of salak "pondoh" fruits (salacca zalacca (gaertn.) voss) during maturation and ripening. *Journal of Food Research*, *2*(1), 204. https://doi.org/10.5539/jfr.v2n1p204
Lohvina, H., Sándor, M., and Wink, M. 2022. Effect of ethanol solvents on total phenolic content and antioxidant properties of seed extracts of fenugreek (Trigonella foenum-graecum l.) varieties and determination of phenolic composition by hplc-esi-ms. *Diversity*, *14*(1). https://doi.org/10.3390/d14010007
Maharani, D. N. A., Putra, G. P. G., dan Antara, N. S. 2024. Karakteristik ekstrak kulit buah kakao sebagai pewarna alami pada variasi ukuran partikel dan lama ekstraksi dengan metode microwave assisted extraction. *Journal of Agroindustry Engineering and Management*, *12*(3), 368–379.
Molina, A. K., Corrêa, R. C. G., Prieto, M. A., Pereira, C., and Barros, L. 2023. Bioactive natural pigments' extraction, isolation, and stability in food applications. In *Molecules* (Vol. 28, Number 3). MDPI. https://doi.org/10.3390/molecules28031200
Mukhriani, Nonci, F. Y., Mumang. 2014. penetapan kadar tanin total ekstrak biji jintan hitam (nigella sativa) secara spektrofotometri uv-vis. *JF FIK UINAM, 2*(4), 154–158.
Nurhasanah, D., Ulvia, R., Junita, F. 2024. The effect of ethanol concentration variations on the total phenolic and flavonoid levels of bauhinia purpurea L. Leaf extract. *Journal of Biotechnology and Natural Science*, *4*(2), 81–90. https://doi.org/10.12928/jbns.v4i2.12060

* Korespondensi Penulis:
Email: gandaputra@unud.ac.id

Oktavian, A., Suhendra, L., dan Wartini, N. M. 2020. Pengaruh ukuran partikel dan waktu maserasi terhadap ekstrak virgin coconut oil (vco) kunyit (Curcuma longa L.) sebagai pewarna alami. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, *8*(4), 524–534.

Pratiwi, L., Putra, G. G. P., dan Triani, I. G. A. L. 2023. Aktivitas antioksidan ekstrak kulit buah kakao hasil ekstraksi menggunakan metode microwave assisted extraction pada variasi waktu dan daya. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, *11*(4), 486–496. https://doi.org/10.24843/JRMA.2023.v11.i04.p01

Puspitaningtyas, D., Putra, G. G. P., dan Suhendra, L. 2021. Pengaruh konsentrasi etanol dan waktu ekstraksi menggunakan metode microwave assisted extraction (mae) terhadap aktivitas antioksidan ekstrak kulit buah kakao. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, *9*(3), 371–382. https://doi.org/10.24843/jrma.2021.v09.i03.p10

Rahayu, G. U. S. P., Putra, G. G. P., dan Wrasiati, L. P. 2022. Pengaruh rasio bahan:pelarut dan waktu ekstraksi dengan gelombang mikro terhadap ekstrak etanol kulit buah kopi robusta sebagai sumber antioksidan. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, *10*(4), 388–397. https://doi.org/10.24843/JRMA.2022.v10.i04.p01

Rismiyati, Oktari, A. S., Nurrahman, A., Rahmayanti, B. M., Sunarwidhi, A. 2025. Review: metode-metode ekstraksi. *Sci-Tech Journal*, *4*, 17. https://doi.org/10.56709/stj.v4i1.691

Robbiyan, Pandapotan, M. M., dan Apriani, R. 2021. Penentuan kadar flavonoid dari ekstrak kulit salak (Salacca zalacca. Reinw) berdasarkan perbedaan pengeringan simplisia. *Lantanida Journal*, *9*(1), 1–92. https://doi.org/10.22373/lj.v9i1.8498

Sakanaka, S., Tachibana, Y., Okada, Y. 2005. Preparation andantioxiant properties of extracts of japanese persimo leaf tea (kakinocha-cha). *Food Chemistry*, *89*(4), 569–575. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.03.013

Setiyabudi, L., Herdiana, I., dan Hilmi, W. 2021. Profil Aktivitas antibakteri ekstrak kulit salak terhadap pertumbuhan bakteri salmonella typhi. *Jurnal Ilmiah Jophus : Journal of Pharmacy UMUS*, *2*(02), 41–49. https://doi.org/10.46772/jophus.v2i02.430

Sholihah, N., dan Tarmidzi, F. M. 2022. Diversifikasi dan optimalisasi pengolahan kulit salak melalui perlakuan suhu dan durasi penyeduhan. *JSHP : Jurnal Sosial Humaniora Dan Pendidikan*, *6*(2), 190–197. https://doi.org/10.32487/jshp.v6i2.1390

Silmi, N., Radiati, E. L., Purwadi. 2013. Effect of addition red color extracts of (monascus purpureus) on the quantity of microorganisms based on the tpc (total plate count) and color analysis of pasteurized milk. Skripsi, Tidak Dipublikasi. Universitas Brawijaya.

Silsia, D., Susanti, L., dan Febreini, M. 2021. Rendemen dan karakteristik pektin kulit buah naga merah (Hylocereus costaricensis) dengan perbedaan metode dan waktu ekstraksi. | *Jurnal Agroindustri*, *11*(2), 120–132. https://doi.org/10.31186/j.agroind.11.2.120-132

Sulistiawanti, N. L., Hairunnisa, Ningrum, N. W., Fitriyanti, S. 2025. Review: perbedaan penggunaan pelarut terhadap nilai rendemen yang dihasilkan dengan berbagai metode ekstraksi dalam proses ekstraksi. *An-Najat*, *3*(3), 213–231. https://doi.org/10.59841/an-najat.v3i3.3169

Sumantining, L. P. A., Putra, G. P. G., dan Suhendra, L. 2022. Pengaruh jenis pelarut dan ukuran partikel pada ekstraksi kulit buah kakao (Theobroma cacao L.) menggunakan metode microwave assisted extraction (MAE) terhadap Karakteristik Ekstrak. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, *10*(1), 124–135.

Syafutri, M. I., Pratama, F., dan Yanda, G. P. 2019. Sifat fisikokimia zat pewarna dari bunga eceng gondok (Eichhornia crassipes) yang diekstrak dengan metode microwave asissted extraction (mae). *Jurnal Lahan Suboptimal : Journal of Suboptimal Lands*, *8*(1), 94–106. https://doi.org/10.33230/jlso.8.1.2019.417

Wardana, M. K., Wrasiati, L. P., dan Hartiati, A. 2025. Karakteristik bubuk buah salak gula pasir (salacca zalacca var.amboinensis) pada perlakuan lama dan suhu blansir. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, *13*(3), 440–449. https://doi.org/10.24843/JRMA.2025.v13.i03.p12E-JournalUNUD

Yulianti, D., Susilo, B., dan Yulianingsih, R. 2014. Pengaruh lama ekstraksi dan konsentrasi pelarut etanol terhadap

sifat fisika-kimia ekstrak daun stevia (stevia rebaudiana bertoni m.) Dengan metode microwave assisted extraction (mae). *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*, *2*(1), 35–41. https://jbkt.ub.ac.id/index.php/jbkt/article/view/133

Yusaerah, N., Rahmah, S., Rahman, M. 2022. Potensi pigmen pewarna alami pada corak warna lipa sabbe sebagai sumber belajar ipa. *Jurnal Riset Rumpun Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam (JURRIMIPA)*, *1*(1). https://doi.org/10.55606/jurrimipa.v1i1.621

Zulfa, L., Kumalaningsih, S., Effendi, M. 2015. Ekstraksi pewarna alami dari daun jati (tectona grandis) (kajian konsentrasi asam sitrat dan lama ekstraksi) dan analisa tekno-ekonomi skala laboratorium. *Jurnal Industria*, *3*(1), 62–72. https://industria.ub.ac.id/index.php/industri/article/view/156

* Korespondensi Penulis:
Email: gandaputra@unud.ac.id