

RENDEMEN, pH, DAN PROFIL FITOKIMIA *POLLARD* SEBAGAI SUMBER BETAIN PADA LAMA MASERASI BERBEDA DENGAN PELARUT METANOL

Najwa Ezza Febria^{1*}, Andi Mushawwir¹, Abun¹

¹)Program Studi Peternakan, Fakultas Peternakan, Univeritas Padjadjaran
Jl. Hegarmanah, Hegarmanah, Kecamatan Jatinangor, Sumedang 45363, Indonesia

*Email : najwafebria@gmail.com

(Submitted: 06-05-2025; Revised: 14-06-2025; Accepted: 20-07-2025)

ABSTRAK

Pollard merupakan hasil samping penggilingan gandum yang berpotensi sebagai sumber betain alami untuk pakan fungsional. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh lama maserasi *pollard* menggunakan pelarut metanol terhadap rendemen, pH, dan profil fitokimia. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Riset dan Pengujian Bioteknologi Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan waktu maserasi (24, 36, 48, dan 72 jam) dan lima ulangan. Data rendemen dan pH dianalisis menggunakan ANOVA dan uji Duncan, serta data profil fitokimia dianalisis secara kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lama maserasi selama 48 jam menghasilkan rendemen tertinggi sebesar 6,60% dan menghasilkan pH maserasi dan ekstrak tertinggi. Profil fitokimia menunjukkan kandungan senyawa bioaktif paling optimal pada lama maserasi 48 jam, sementara pada perlakuan 72 jam mengalami penurunan kandungan senyawa bioaktif. Disimpulkan bahwa lama maserasi selama 48 jam merupakan waktu optimal untuk memperoleh ekstrak *pollard*.

Kata kunci: Maserasi, pH, *pollard*, profil fitokimia, rendemen

YIELD, pH, AND PHYTOCHEMICAL PROFILE OF POLLARD AS A SOURCE OF BETAIN AT DIFFERENT MACERATION TIMES WITH METHANOL SOLVENT

ABSTRACT

Pollard is a byproduct of wheat milling that has the potential to be a source of natural betaine for functional feed. This study aims to analyze the effect of pollard maceration time using methanol solvent on yield, pH, and phytochemical profile. The study was conducted at the Biotechnology Research and Testing Laboratory, Faculty of Animal Husbandry, Padjadjaran University, using a Completely Randomized Design (CRD) with four maceration time treatments (24, 36, 48, and 72 hours) and five replications. Yield and pH data were analyzed using ANOVA and Duncan's test, and phytochemical profile data were analyzed qualitatively. The results showed that a maceration time of 48 hours produced the highest yield of 6.60% and produced the highest maceration pH and extract. The phytochemical profile showed the most optimal bioactive compound content at a maceration time of 48 hours, while the 72-hour treatment experienced a decrease in bioactive compound content. It was concluded that a maceration time of 48 hours is the optimal time to obtain pollard extract.

Key words: Maceration, pH, pollard, phytochemical profile, yield

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki iklim tropis basah yang umumnya bersuhu tinggi dan lembab. Berdasarkan data BMKG tahun 2023, suhu udara di Indonesia mencapai 38°C dengan tingkat kelembaban 60-90%. Kondisi ini rentan menyebabkan cekaman panas pada unggas yang dapat mengganggu keseimbangan fisiologi dengan meningkatkan laju respirasi, mengurangi konsumsi pakan, menurunkan pertumbuhan dan kualitas karkas,

serta peningkatan angka kematian (Shakeri *et al.*, 2018). Salah satu upaya untuk mengatasi dampak tersebut adalah dengan memberikan aditif pakan berupa betain yang memiliki manfaat dalam mengatasi stres osmotik dan menjaga keseimbangan elektrolit pada unggas yang mengalami dehidrasi (Saeed *et al.*, 2017). Betain dapat diperoleh dari berbagai sumber bahan alami, seperti *pollard*.

Pollard merupakan produk hasil samping dari penggilingan gandum (BSN, 2014). Kandungan betain

yang didapatkan pada *pollard* sebesar 779 mg/g (Yahdiyani *et al.*, 2025). Pemanfaatan *pollard* sebagai sumber betain dapat meningkatkan nilai tambah limbah pertanian serta mengurangi ketergantungan pada sumber betain sintesis yang relatif mahal. Metode maserasi diterapkan dalam ekstraksi *pollard* karena dinilai efektif, sehingga mampu menjaga stabilitas senyawa bioaktif yang diekstraksi (Setyawardhani & Saputri, 2021). Salah satu faktor yang penting dalam maserasi adalah lama maserasi.

Lama maserasi dapat mempengaruhi nilai rendemen, pH, dan profil fitokimia karena maserasi yang terlalu singkat dapat menghambat pelepasan senyawa, sebaliknya maserasi terlalu lama dapat memicu degradasi senyawa, merusak struktur senyawa dan perubahan pH ekstrak (Asendy *et al.*, 2018; Asworo & Widwastuti, 2023; Susilo *et al.*, 2018). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa lama maserasi yang banyak digunakan adalah 24, 36, 48, dan 72 jam (Akhirolloh *et al.*, 2023; Asendy *et al.*, 2018; Kurniawati & Maftuch, 2016; Prasetya *et al.*, 2020). Penggunaan jenis pelarut pada proses maserasi perlu menjadi perhatian. Betain merupakan senyawa polar yang biasanya mudah larut dalam pelarut polar seperti metanol (Rivoira *et al.*, 2017). Selain itu metanol sering digunakan dalam mengisolasi senyawa dari bahan alam karena bersifat polar dan memiliki polaritas yang lebih tinggi dibandingkan pelarut lainnya (Bitwell *et al.*, 2023; Savitri *et al.*, 2017). Studi mengenai lama maserasi kulit biji kakao menggunakan pelarut metanol menunjukkan bahwa rendemen dan profil fitokimia terbaik diperoleh pada lama maserasi 48 jam (Prasetya *et al.*, 2020).

Minimnya informasi ilmiah mengenai lama maserasi optimal pada pemanfaatan *pollard* sebagai sumber betain mendorong minat penulis untuk melakukan penelitian ini. Tujuan penelitian untuk mengetahui pengaruh lama maserasi yang berbeda terhadap *pollard* menggunakan pelarut metanol yang ditinjau berdasarkan rendemen, pH dan profil fitokimia, serta menentukan lama maserasi yang terbaik untuk memperoleh hasil ekstrak yang optimal.

BAHAN DAN METODE

Materi

Penelitian ini menggunakan bahan utama berupa *pollard* yang diperoleh dari toko bahan pakan di Kecamatan Jatinangor, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat. Pelarut yang digunakan adalah metanol. Reagen yang digunakan untuk analisis fitokimia meliputi FeCl₃ 1%, FeCl₃ 5%, Kloroform, HCL pekat, CH₃OOH anhidrat, H₂SO₄ 2N, H₂SO₄ pekat, NaOH 10%, serbuk mg, pereaksi Dragendorf dan aquades.

Peralatan yang digunakan meliputi *rotary vacuum evaporator*, pH meter, timbangan analitik, plastik wrap, sieve nomor 20, pipet, kertas saring, tabung reaksi dan *beaker glass*. Sebelum diekstraksi

pollard disaring terlebih dahulu menggunakan sieve mesh no.20 untuk mendapat ukuran partikel seragam.

Desain dan Prosedur

Penelitian dilakukan di Laboratorium Riset dan Bioteknologi Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran. Metode eksperimental yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan total 20 unit percobaan yang terdiri dari empat jenis perlakuan dan masing-masing lima pengulangan. Perlakuan yang diberikan meliputi P1(24 jam), P2 (36 jam), P3 (48 jam) dan P4(72 jam). Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi menggunakan metanol sebagai pelarut dengan perbandingan 1:3, yaitu sampel *pollard* sebanyak 200 gr dan pelarut sebanyak 600 ml. *Pollard* yang telah disaring dimasukkan ke dalam *beaker glass*, kemudian ditambahkan pelarut dan diaduk hingga tercampur rata. Setelah itu, tutup dengan menggunakan plastik wrap untuk mencegah pelarut tidak cepat menguap. Setiap wadah diberikan label sesuai dengan perlakuan waktu. Pengadukan dilakukan setiap 4 jam sekali.

Filtrat dipisahkan melalui dua tahap penyaringan: tahap pertama penyaringan menggunakan kain penyaring kasar seperti puring nasi dan tahap kedua menggunakan kertas saring sehingga hasil filtrat lebih jernih dan bebas dari partikel kasar. Filtrat yang telah disaring, diuapkan terlebih dahulu dengan menggunakan *rotary vacuum evaporator* dengan suhu 50°C sampai menghasilkan ekstrak kental. Setelah itu, dilaksanakan pengujian pada rendemen, pH, dan profil fitokimia.

Peubah yang Diamati

Peubah yang diamati dalam penelitian ini meliputi:

1. Rendemen

Ekstrak kental yang didapatkan kemudian dihitung dengan menggunakan rumus, dibawah ini (Rifkia & Prabowo, 2020):

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Berat ekstrak}}{\text{Berat bahan baku}} \times 100\%$$

2. Nilai pH

Pengukuran pH ekstrak dan hasil maserasi dilakukan menggunakan alat pH meter. Prosedur pengukuran dilakukan dengan memasukan elektroda pH meter kedalam sampel ekstrak *pollard* yang telah melalui proses maserasi dan evaporasi.

3. Profil fitokimia

Analisis fitokimia dilakukan untuk mengidentifikasi kandungan senyawa metabolit sekunder secara kualitatif menggunakan berbagai uji reaksi warna, meliputi:

- (1) Uji Fenolik. Tambahkan 2-3 tetes larutan FeCl₃ 5% ke dalam sampel pada tabung reaksi, kemudian dihomogenkan hingga terlihat adanya perubahan warna. Adanya senyawa fenolik ditunjukkan oleh munculnya warna hijau kehitaman atau biru kehitaman (Aliya *et al.*, 2024).

- (2) Uji Tanin. Tambahkan 2-3 tetes larutan FeCl_3 1% ke dalam sampe, kemudian dihomogenkan hingga tampak perubahan warna. Kehadiran tanin ditunjukkan oleh munculnya warna hijau kehitaman atau biru kehitaman (Wijaya *et al.*, 2022).
- (3) Uji Flavonoid.
 - a. Tipe a : Tambahkan 2 tetes HCl pekat, kemudian kocok kuat. Lalu tambahkan serbuk Mg. Reaksi positif ditandai buih banyak dan warna merah jingga.
 - b. Tipe b : Tambahkan dua tetes H_2SO_4 2N, kemudian kocok kuat. Reaksi positif ditandai dengan perubahan warna kuning, merah atau coklat.
 - c. Tipe c : Tambahkan 2 tetes NaOH 10%, kemudian kocok kuat. Reaksi positif ditandai dengan perubahan warna kuning, merah, coklat atau hijau. (Rahman *et al.*, 2021).
- (4) Uji Saponin. Campurkan 1 ml ekstrak sampel dengan 5 ml aquades, lalu panaskan selama 3 menit. Kemudian, dinginkan hingga mencapai suhu ruang, lalu kocok dengan kuat. Busa stabil selama 10 menit menunjukkan adanya saponin (Butar-butur *et al.*, 2023).
- (5) Uji Alkaloid. Campurkan sekitar 1 ml ekstra dengan larutan kloroform amoniakal, kemudian dilakukan penyaringan menggunakan kertas saring. Campuran yang dihasilkan kemudian ditambahkan 10 tetes larutan H_2SO_4 2N dan dikocok hingga terbentuk dua lapisan yang berbeda. Lapisan atas yang bening diambil dengan pipet tetes dan dipindahkan ke tabung reaksi lain, kemudian ditambahkan 1–2 tetes pereaksi Dragendorff. Keberadaan alkaloid terlihat dari munculnya endapan berwarna merah atau jingga (Hakim *et al.*, 2023).
- (6) Uji Steroid dan Triterpenoid. Campur 1 ml ekstrak dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan 5 ml pelarut kloroform dan dikocok hingga tercampur merata. Setelah itu, larutan disaring menggunakan kertas saring. Selanjutnya, siapkan plat tetes dengan empat wadah. Wadah pertama diisi dengan sampel tanpa penambahan reagen sebagai kontrol. Wadah kedua, ketiga, dan keempat digunakan untuk uji identifikasi senyawa steroid dan triterpenoid. Setelah sampel pada plat tetes mengering, dilakukan penambahan reagen secara berurutan: 1 tetes anhidrida asetat pada wadah kedua, 2 tetes H_2SO_4 pekat pada wadah ketiga, dan kombinasi masing-masing 1 tetes anhidrida asetat serta H_2SO_4 pekat secara bersamaan pada wadah keempat. Perubahan warna menjadi merah atau coklat menunjukkan adanya senyawa triterpenoid, sedangkan warna biru atau hijau menandakan keberadaan steroid (Fajri *et al.*, 2023; Nadia, 2021).

Analisis Data

Data hasil penelitian dianalisis menggunakan metode analisis ragam, dan apabila perbedaan

perlakuan menunjukkan pengaruh yang signifikan, maka langkah selanjutnya dilakukan Uji Jarak Berganda Duncan. Proses analisis data dengan menggunakan *software* SPSS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

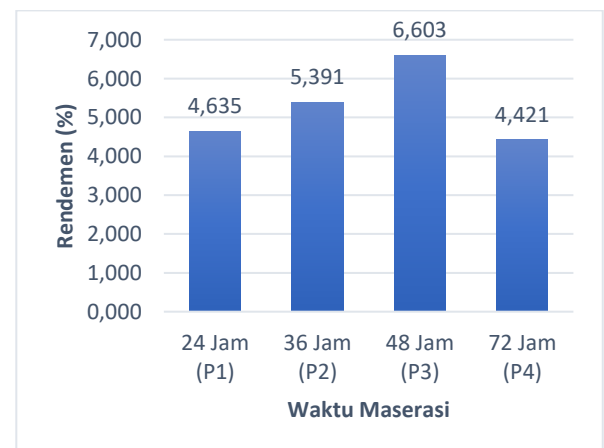
Rendemen

Penentuan nilai rendemen ekstrak bertujuan untuk mengukur jumlah senyawa yang berhasil diekstraksi dari *pollard* menggunakan pelarut metanol pada lama maserasi yang berbeda. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa lama maserasi memberikan pengaruh yang signifikan ($P < 0,05$) terhadap rendemen ekstrak *pollard*. Uji Duncan menunjukkan bahwa perlakuan maserasi selama 48 jam menghasilkan rendemen tertinggi yang berbeda secara signifikan ($P < 0,05$) jika dibandingkan dengan perlakuan pada waktu 24, 36, dan 72 jam. Sebaliknya, jumlah terendah dari rendemen didapatkan pada waktu maserasi 72 jam yang juga menunjukkan perbedaan signifikan ($P < 0,05$) dibandingkan perlakuan lainnya (Tabel 1 dan Gambar 1).

Tabel 1. Persentase rendemen ekstrak *pollard* dengan pelarut metanol pada lama maserasi yang berbeda

Ulangan	Perlakuan			
	P1	P2	P3	P4
1	4,63	5,40	6,52	4,73
2	4,64	5,38	6,66	4,19
3	4,63	5,39	6,59	4,46
4	4,64	5,39	6,63	4,33
5	4,64	5,39	6,61	4,39
Rata-rata $\pm$ Stdev	4,64 ^b $\pm$ 0,01	5,39 ^c $\pm$ 0,01	6,60 ^d $\pm$ 0,05	4,42 ^a $\pm$ 0,20

^{abcd} Superscript yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$). Perlakuan P1: lama maserasi 24 jam, P2: lama maserasi 36 jam, P3: lama maserasi 48 jam, P4: lama maserasi 72 jam



Gambar 1. Perbandingan nilai rendemen ekstrak *pollard* pada perlakuan lama maserasi yang berbeda

Peningkatan rendemen pada perlakuan maserasi P3 (48 jam) menunjukkan bahwa waktu tersebut merupakan titik optimal untuk mengekstraksi senyawa bioaktif dari *pollard* menggunakan pelarut metanol. Hal ini terjadi karena proses difusi senyawa dari matriks sel dalam pelarut berlangsung efektif dan sesuai dengan prinsip kinetika ekstraksi, dimana waktu kontak yang cukup memberikan peluang maksimal bagi pelarut menembus dinding sel dan melarutkan senyawa (Zhang *et al.*, 2018). Penurunan rendemen pada perlakuan P4 (72 jam) disebabkan oleh beberapa faktor, di antaranya degradasi senyawa bioaktif akibat kontak pelarut yang terlalu lama, dan reabsorpsi senyawa ke dalam jaringan sel. Faktor lain yang mempengaruhi penurunan ini termasuk reabsorpsi senyawa ke dalam sel dan meningkatnya aktivitas enzimatis yang dapat merusak struktur betain (Zin *et al.*, 2023). Betain sebagai senyawa kuartar amina diketahui tidak stabil dalam kondisi ekstraksi berkepanjangan, sehingga berpotensi mengalami perubahan struktur kimia (Altinisik *et al.*, 2023).

Temuan ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Prasetya *et al.* (2020) dan Anggreni *et al.* (2019) yang menyatakan bahwa lama maserasi 48 jam efektif untuk menghasilkan rendemen optimal pada kulit biji dan buah kakao dengan menggunakan pelarut metanol. Studi lain yang dilakukan Kurniawati &

Maftuch (2016) menunjukkan penurunan rendemen setelah melewati titik optimal ekstraksi yaitu 48 jam. Dengan demikian, lama maserasi menjadi faktor penting yang mempengaruhi efisiensi ekstraksi bahan alam.

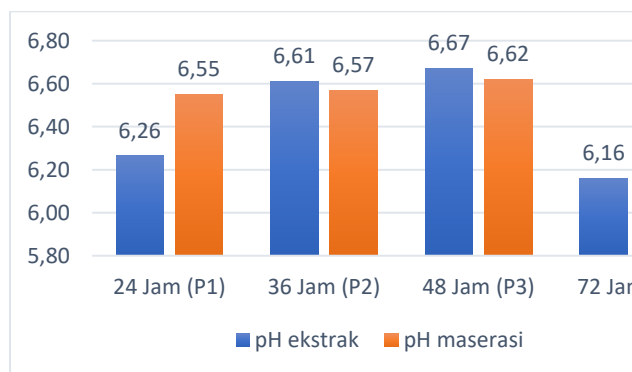
pH

Pengukuran pH dilakukan guna mengetahui pengaruh variasi lama maserasi terhadap tingkat keasaman ekstrak *pollard* menggunakan pelarut metanol. Hasil penelitian menunjukkan lama waktu maserasi memberikan pengaruh signifikan ($P < 0,05$) terhadap pH hasil maserasi dan ekstrak *pollard* menggunakan metanol. Uji Duncan menunjukkan bahwa perlakuan P3 (lama maserasi 48 jam) menghasilkan nilai pH tertinggi baik untuk maserasi maupun ekstrak. Sementara itu, nilai pH terendah ditemukan pada perlakuan selama 72 jam. pH hasil maserasi pada perlakuan 48 jam berbeda nyata ($P < 0,05$) dibandingkan dengan perlakuan 72 jam, namun tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P > 0,05$) dengan perlakuan 24 dan 36 jam. Sementara itu, nilai pH ekstrak pada perlakuan 48 jam menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P < 0,05$) dengan perlakuan 24 dan 72 jam, tetapi tidak menunjukkan perbedaan yang berarti ($P > 0,05$) terhadap perlakuan 36 jam (Tabel 2 dan Gambar 2).

Tabel 2. pH hasil maserasi dan ekstrak *pollard* dengan pelarut metanol pada lama maserasi yang berbeda

Ulangan	Perlakuan							
	P1		P2		P3		P4	
	Hasil Maserasi	Ekstrak <i>Pollard</i>	Hasil Maserasi	Ekstrak <i>Pollard</i>	Hasil Maserasi	Ekstrak <i>Pollard</i>	Hasil Maserasi	Ekstrak <i>Pollard</i>
1	6,52	6,21	6,60	6,59	6,59	6,64	6,40	6,12
2	6,59	6,36	6,61	6,66	6,52	6,62	6,43	6,20
3	6,51	6,30	6,58	6,60	6,70	6,70	6,35	6,16
4	6,55	6,25	6,55	6,62	6,68	6,73	6,30	6,19
5	6,57	6,20	6,51	6,58	6,59	6,67	6,33	6,12
Rata-rata $\pm$	6,55 $\pm$	6,26 $\pm$	6,57 $\pm$	6,61 $\pm$	6,62 $\pm$	6,67 $\pm$	6,36 $\pm$	6,16 $\pm$
Stdev	0,03 ^b	0,07 ^b	0,04 ^b	0,04 ^c	0,07 ^b	0,04 ^c	0,05 ^a	0,04 ^a

^{abcd} Superscript yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$). Perlakuan P1: lama maserasi 24 jam, P2: lama maserasi 36 jam, P3: lama maserasi 48 jam, P4: lama maserasi 72 jam



Gambar 2. Perbandingan nilai pH maserasi dan ekstrak *pollard* pada perlakuan lama maserasi yang berbeda

pH selama proses maserasi hingga pada ekstrak akhir dalam penelitian ini tidak mengalami perubahan signifikan, yaitu tetap berada pada kisaran pH 6. Hal ini menunjukkan proses selama maserasi lingkungan kondisi larutan asam-basa cenderung stabil. Stabilitas pH tersebut dipengaruhi oleh senyawa betain yang bersifat zwitterion yaitu memiliki muatan positif dan negatif dalam struktur molekulnya. Sifat ini yang membuat betain tidak bersifat asam maupun basa, sehingga tidak memberikan pengaruh berarti terhadap perubahan pH larutan (Verma *et al.*, 2024). Betain memiliki pH berkisar antara 5 – 6 (Clendennen *et al.*, 2019; Silalahi *et al.*, 2022).

Pelarut yang digunakan dalam tahap maserasi adalah metanol yang memiliki sifat netral. Metanol

tidak secara signifikan menambahkan ion H^+ (bersifat asam) maupun ion OH^- (bersifat basa), sehingga tidak memberikan pengaruh berarti terhadap nilai pH selama proses maserasi berlangsung (Riyadi *et al.*, 2023). Selain itu, kandungan tertentu dalam *pollard* seperti selulosa dan hemiselulosa juga berperan dalam menjaga kestabilan pH (Yang *et al.*, 2020).

Profil Fitokimia

Pengujian profil fitokimia dilaksanakan guna menemukan senyawa metabolit sekunder yang terdapat dalam ekstrak *pollard* menggunakan pelarut metanol dengan variasi waktu maserasi. Senyawa yang dianalisis mencakup fenolik, tanin, flavonoid, saponin, steroid, triterpenoid, serta alkaloid. Hasil penelitian menunjukkan, ekstrak *pollard* yang dimaserasi dengan berbagai waktu menunjukkan adanya kandungan hampir seluruh jenis metabolit sekunder termasuk fenolik, tanin, flavonoid, saponin, steroid, dan triterpenoid. Keberadaan senyawa-senyawa tersebut menunjukkan peningkatan intensitas hingga waktu maserasi 48 jam (P3). Namun, perpanjangan waktu maserasi hingga 72 jam (P4) menyebabkan beberapa senyawa seperti tanin, flavonoid, dan saponin mengalami penurunan intensitas atau tidak terdeteksi (Tabel 3).

Tabel 3. Hasil profil fitokimia ekstrak *pollard* dengan pelarut metanol

Kandungan Senyawa	Waktu Maserasi			
	P1	P2	P3	P4
Fenolik	+	++	++	+
Tanin	++	++	++	-
Flavonoid				
a. HCL pekat + Mg	+	+	+	-
b. H_2SO_4 2N	+	+	+	-
c. NaOH 10%	+	+	++	-
Saponin	++	++	++	+
Steroid	+	++	++	+
Triterpenoid	++	++	++	++
Alkaloid	++	++	++	+

(-) : Tidak ada perubahan, (+) : Ada perubahan dalam ekstrak (semakin banyak nilai +, maka kandungannya semakin besar)

Penurunan senyawa flavonoid dan tanin pada perlakuan 72 jam (P4) disebabkan karena pada senyawa tersebut rentan terhadap degradasi akibat paparan oksigen dan cahaya, sehingga dapat menyebabkan kerusakan senyawa atau perubahan struktur molekul (Chaaban *et al.*, 2023; Tuominen & Sundman, 2013). Penurunan senyawa fenolik pada 72 jam (P4) disebabkan adanya enzim polifenol oksidase (PPO) dan peroksidase (POD) yang secara alami terdapat dalam

jaringan gandum. Aktivitas enzim ini dapat meningkat dalam kondisi lembab selama maserasi yang terlalu lama dan mempercepat perubahan senyawa fenolik menjadi quinon yang bersifat kurang stabil dan rentan mengalami polimerisasi, sehingga mengurangi jumlah senyawa fenolik terdeteksi (Harisha *et al.*, 2024; Zhou *et al.*, 2021).

Senyawa triterpenoid terdeteksi pada semua perlakuan dengan intensitas stabil. Hal ini dikarenakan senyawa tersebut yang relatif stabil terhadap oksidasi dan hidrolisis dalam pelarut metanol. Hasil positif uji alkaloid pada ekstrak *pollard* disebabkan oleh keberadaan betain yang dapat bereaksi dengan reagen dragendorff karena sifatnya sebagai amina kuaterner. Dalam uji fitokimia, betain dapat memberikan respon positif lemah terhadap reagen dragendorff karena muatan positifnya yang memungkinkan terjadinya interaksi ionik nonspesifik yang bisa membentuk endapan, meskipun bukan melalui mekanisme spesifik seperti pada alkaloid basa (Sasidharan *et al.*, 2011).

SIMPULAN DAN REKOMENDASI

Lama maserasi yang berbeda mempengaruhi rendemen, pH dan profil fitokimia. Maserasi *pollard* selama 48 jam merupakan titik optimal ekstraksi menghasilkan profil fitokimia terdeteksi lengkap dengan intensitas tertinggi, rendemen tertinggi, serta pH tertinggi yang tetap stabil. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak *pollard* yang dimaserasi pada waktu tersebut berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku suplemen betain alami yang ekonomis dan berkelanjutan.

Penelitian lanjutan dapat dilakukan untuk mengisolasi dan mengidentifikasi senyawa betain secara spesifik dengan menggunakan metode kromatografi cair kinerja tinggi (HPLC) guna memperoleh data lebih akurat. Selain itu, pengujian biologis secara *in vivo* guna mengevaluasi aktivitas fungsional dan keamanannya dalam aplikasi nutrasetikal atau pakan fungsional.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhirolloh, M. Y., Widyasaputra, R., & Adisetya, E. (2023). Pengaruh konsentrasi pelarut dan lama perendaman terhadap hasil ekstraksi kulit batang cempedak kaya antioksidan. *Agroforetech*, 1(2), 1124-1131. <https://jurnal.instiperjogja.ac.id/index.php/JOM/article/view/616?articlesBySameAuthorPage=4>.
- Aliya, F. A., Rahayu, I. D., Suri, N., & Oktoba, Z. (2024, December). Antioxidant Activity Test and Determination of Total Phenolic Content of Combination Ethanol Extract of Guava Leaves and Green Betel Leaves. In *Proceedings of the International Conference on Medical Science and Health (ICOMESH 2024)* (Vol. 82, p. 302). <https://doi.org/10.2991/978-94-6463-604-826>.

- Altinisik, S., Zeidan, H., Yilmaz, M. D., & Marti, M. E. (2023). Reactive extraction of betaine from sugarbeet processing byproducts. *ACS omega*, 8(12), 11029-11038. <https://doi.org/10.1021/acsomega.2c07845>.
- Anggreni, N. M. D., Putra, G. G., & Wrasati, L. P. (2019). *Karakteristik Ekstrak Kulit Buah Kakao (Theobroma cacao L.) Sebagai Sumber Antioksidan Pada Perlakuan Jenis Pelarut Dan Waktu Maserasi*. Disertasi. Denpasar: Universitas Udayana.
- Asendy, D. A., Widarta, I. W. R., & Nocianitri, K. A. (2018). Pengaruh waktu maserasi terhadap aktivitas antioksidan ekstrak kulit buah jeruk lemon (*Citrus limon* Linn). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 7(3), 102-109. <http://dx.doi.org/10.24843/itepa.2018.v07.i03.p04>.
- Asworo, R. Y., & Widwastuti, H. (2023). Pengaruh ukuran serbuk simplisia dan waktu maserasi terhadap aktivitas antioksidan ekstrak kulit sirsak. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Education*, 3(2), 256-263. <https://doi.org/10.37311/ijpe.v3i2.19906>.
- Bitwell, C., Indra, S. S., Luke, C., & Kakoma, M. K. (2023). A review of modern and conventional extraction techniques and their applications for extracting phytochemicals from plants. *Sci. African*, 19, e01585. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2023.e01585>.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. (2014). SNI 7992:2014. *SNI 7992:2014 Hasil Ikutan Pengolahan Biji Gandum (Wheat Pollard and Wheat Bran) - Bahan Pakan Ternak*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Butar-Butar, R. G. S., Neswita, E., Sembiring, N. B., Novriani, E., Simanjuntak, N. J. P., & Pakpahan, E. H. D. (2023). Uji skrining fitokimia dan pengukuran kadar total flavonoid pada ekstrak paku (*Nephrolepis biserrata*) dengan fraksi n-heksana, etil asetat, dan air. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 1142-1160. <http://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v6i3.185>.
- Chaaban, H., Ioannou, I., Paris, C., Charbonnel, C., & Ghoul, M. (2017). The photostability of flavanones, flavonols and flavones and evolution of their antioxidant activity. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 336, 131-139. <https://doi.org/10.1016/j.jphotochem.2016.12.027>.
- Clendennen, S. K., & Boaz, N. W. (2019). Betaine amphoteric surfactants—Synthesis, properties, and applications. In *Biobased surfactants* (pp. 447-469). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812705-6.00014-9>.
- Fajri, F., Lestari, W. M., Febrina, B. P., Sandri, D., Maulana, F., Hutabarat, A. L. R., & Muta, A. (2023). Profil fitokimia ekstrak daun gelinggang (*Cassia alata* L.) sebagai kandidat antibiotic growth promoter (agp) ternak unggas. *Jurnal Peternakan Borneo*, 2(1), 13-17. <https://doi.org/10.34128/jpb.v2i1.14>.
- Hakim, A. R., Nayaken, P. O., & Alawiyah, T. (2023). Pengaruh metode ekstraksi terhadap kadar alkaloid total ekstrak daun kirinyuh (*Chromolaena odorata*): *Indonesian Journal of Pharmacy and Natural Product*, 6(02), 194-200. <https://doi.org/10.35473/ijpnp.v6i02.2508>.
- Harisha, R., Balakrishnan, A. P., Manjunath, K. K., Bhavya, B., Singhal, S., Shivakumar, H. B., ... & Singh, A. M. (2024). Polyphenol oxidase (PPO) in wheat (*Triticum aestivum*): a systematic review on bioactivity, inheritance, functionality and their effects on end products. *Cereal Research Communications*, 1-13. <http://doi.org/10.1007/s42976-024-00576-6>.
- Kurniawati, I., & Maftuch, H. A. (2016). Penentuan pelarut dan lama ekstraksi terbaik pada teknik maserasi *Gracilaria* sp. serta pengaruhnya terhadap kadar air dan rendemen. *Jurnal Ilmu Perikanan*, 7(2), 72-77. <http://samakia.aperiki.ac.id/index.php/JSAPI>.
- Nadia, C. (2021). *Pengaruh Pemberian Daun Tempuyung (Sonchus arvensis) Sebagai Suplemen Terhadap Sifat Fisik Daging Kelinci Lokal*. Disertasi. Padang: Universitas Andalas.
- Prasetya, I. W. G. A., Putra, G. G., & Wrasati, L. P. (2020). Pengaruh jenis pelarut dan waktu maserasi terhadap ekstrak kulit biji kakao (*Theobroma cacao* L.) sebagai sumber antioksidan. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 8(1), 150-159. <http://doi.org/10.24843/JRMA.2020.v08.i01.p15>.
- Rahman, N. F., Nursamsiar, N., Megawati, M., Handayani, H., & Soares, C. A. (2021). Total phenolic and flavonoid contents and antioxidant activity of kembang bulan leaves (*Tithonia diversifolia* (Hemsley) A. Gray). *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 1, 57-65. <https://doi.org/10.24198/ijpst.v1i1.36900>.
- Rifkia, V., & Prabowo, I. (2020). Pengaruh variasi suhu dan waktu terhadap rendemen dan kadar total flavonoid pada ekstraksi daun *Moringa oleifera* Lam. dengan metode ultrasonik. *PHARMACY: Jurnal Farmasi Indonesia (Pharmaceutical Journal of Indonesia)*, 17(2), 387-395. <https://doi.org/10.30595/pharmacy.v17i2.7752>.
- Rivoira, L., Studzińska, S., Szultka-Młyńska, M., Bruzoniti, M. C., & Buszewski, B. (2017). New approaches for extraction and determination of betaine from *Beta vulgaris* samples by hydrophilic interaction liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 409, 5133-5141. <https://doi.org/10.1007/s00216-017-0461-0>.
- Riyadi, P. H., Susanto, E., Anggo, A. D., Arifin, M. H., <https://doi.org/10.30598/ajitt.2025.13.2.95-101>

- & Rizki, L. (2023). Effect of methanol solvent concentration on the extraction of bioactive compounds using ultrasonic-assisted extraction (UAE) from *Spirulina platensis*. *Food Research*, 7(3), 59-66. <http://dx.doi.org/10.55248/gengpi.5.0424.0901>.
- Saeed, M., Babazadeh, D., Naveed, M., Arain, M. A., Hassan, F. U., & Chao, S. (2017). Reconsidering betaine as a natural anti-heat stress agent in poultry industry: a review. *Tropical animal health and production*, 49, 1329-1338. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11250-017-1355-z>.
- Sasidharan, S., Chen, Y., Saravanan, D., Sundram, K. M., & Latha, L. Y. (2011). Extraction, isolation and characterization of bioactive compounds from plants' extracts. *African journal of traditional, complementary and alternative medicines*, 8(1). <http://dx.doi.org/10.4314/ajtcam.v8i1.60483>.
- Savitri, I., Suhendra, L., & Wartini, N. M. (2017). Pengaruh jenis pelarut pada metode maserasi terhadap karakteristik ekstrak *Sargassum polycystum*. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 5(3), 93-101. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/jtip/article/view/35511>.
- Shakeri, M., Cottrell, J. J., Wilkinson, S., Ringuet, M., Furness, J. B., & Dunshea, F. R. (2018). Betaine and antioxidants improve growth performance, breast muscle development, and ameliorate thermoregulatory responses to cyclic heat exposure in broiler chickens. *Animals*, 8(10), 162. <http://dx.doi.org/10.3390/ani8100162>.
- Silalahi S.L., Muhamhammd., Salhantun., Jalaludin., Nurlaila, R. (2022) Ekstraksi kulit buah bit (*Beta vulgaris* L) sebagai zat pewarna alami. *Chemical Engineering Journal Storage* 102-115. <https://doi.org/10.29103/cejs.v2i2.6087>.
- Setyawardhani, D. A., & Saputri, C. M. (2021). Pembuatan dan uji organoleptik hand sanitizer dari daun mangga (*Mangifera indica*) dengan metode maserasi. *Equilibrium Journal of Chemical Engineering*, 4(1), 1-7. <https://doi.org/10.20961/equilibrium.v4i1.42852>.
- Susilo, B., Sumarlan, S. H., Wibisono, Y., & Pusputasari, N. (2016). Pengaruh pretreatment dan lama waktu ekstraksi terhadap karakteristik ekstrak kulit jeruk purut (*Citrus hystrix* DC) menggunakan ultrasonic assisted extraction (UAE). *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 4(3), 230-241. <https://jkptb.ub.ac.id/index.php/jkptb/article/view/383>.
- Tuominen, A., & Sundman, T. (2013). Stability and oxidation products of hydrolysable tannins in basic conditions detected by HPLC/DAD-ESI/QTOF/MS. *Phytochemical Analysis*, 24(5), 424-435. <https://doi.org/10.1002/pca.2456>.
- Verma, C., Dubey, S., Bose, R., Alfantazi, A., Ebenso, E. E., & Rhee, K. Y. (2024). Zwitterions and betaines as highly soluble materials for sustainable corrosion protection: Interfacial chemistry and bonding with metal surfaces. *Advances in Colloid and Interface Science*, 324, 103091. <https://doi.org/10.1016/j.cis.2024.103091>.
- Wijaya, H., Jubaidah, S., & Rukayyah, R. (2022). Perbandingan metode ekstraksi terhadap rendemen ekstrak batang turi (*Sesbania grandiflora* L.) dengan menggunakan metode maserasi dan sokhletasi. *Indonesian Journal of Pharmacy and Natural Product*, 5(1), 1-11. <https://doi.org/10.35473/ijpnp.v5i1.1469>.
- Yahdiyani, N., Abun, A., & Asmara, I. Y. (2025). Antioxidant activity in spinach, beetroot and wheat pollard as vegetable sources rich in betaine for poultry feed. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 12(1), 129-137. <https://doi.org/10.24198/ijpst.v12i1.56606>.
- Yang, Z., Cao, L., Zhang, M., Zeng, F., & Yao, S. (2020). Effect of pH on hemicellulose extraction and physicochemical characteristics of solids during hydrothermal pretreatment of eucalyptus. *BioResources*, 15(3), 6627. <http://doi.org/10.15376/biores.15.3.6627-6635>.
- Zhang, Q. W., Lin, L. G., & Ye, W. C. (2018). Techniques for extraction and isolation of natural products: A comprehensive review. *Chinese medicine*, 13(1), 20. <https://doi.org/10.1186/s13020-018-0177-x>.
- Zhou, Z., Guan, H., Liu, C., Zhang, Z., Geng, S., Qin, M., ... & Hou, J. (2021). Identification of genomic regions affecting grain peroxidase activity in bread wheat using genome-wide association study. *BMC Plant Biology*, 21, 1-13. <https://doi.org/10.1186/s12870-021-03299-6>.
- Zin, M. M., & Bánvölgyi, S. (2023). Emerging technology approach for extractability and stability of betalains from the peel of beetroot (*Beta vulgaris* L.). *Biomass conversion and biorefinery*, 13(12), 10759-10769. <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs13399-021-01975-z>.