Maliki Interdisciplinary Journal (MIJ) eISSN: xxxxxx
Volume 4, Issue November, 2026 pp. 1575-1580 http://urj.uin-malang.ac.id/index.php/mij/index

Analisis kandungan lemak, garam dan pigmen empedu menggunakan uji pettenkofer dan uji gmelin

Rany Hilyatan Nisa[1], Suhaila Rahma[2], Mahira Ahnaf Sholihah[3], Nadhila Ari Agata[4], Salwa Salsabila[5]
[1,2,3,4,5]*Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang*
e-mail: [1]**220602110098@gmail.uin-student.ac.id*, [2]**220602110101@gmail.uin-student.ac.id*,
[3]**220602110091@gmail.uin-student.ac.id*, [4]**220602110093@gmail.uin-student.ac.id*,
[5]**220602110094@gmail.uin-student.ac.id*,

Kata Kunci:
Empedu, Pigmen, Pettenkofer, Gmelin, Emulsi

Keywords:
Bile, Pigments, Pettenkofer, Gmelin, Emulsion

A B S T R A K

Empedu merupakan cairan yang diproduksi oleh hati dan disimpan sementara di dalam kantong empedu sebelum disekresikan ke duodenum. Empedu berperan penting dalam proses pencernaan, terutama dalam emulsifikasi lemak, serta mengandung berbagai komponen seperti garam empedu, kolesterol, bilirubin, dan air. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan lemak, garam empedu, dan pigmen empedu melalui pengamatan sifat fisik, uji emulsifikasi lemak, uji Pettenkofer, dan uji Gmelin. Pengamatan dilakukan menggunakan sampel empedu ayam yang diuji secara kualitatif. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa empedu memiliki warna hijau tua, berbau khas menyengat, dan mampu mengemulsikan minyak sehingga terbentuk dispersi lemak yang lebih stabil dibandingkan kontrol tanpa empedu. Uji Pettenkofer menghasilkan perubahan warna merah keunguan yang mengindikasikan adanya garam empedu, sedangkan uji Gmelin menunjukkan terbentuknya cincin warna khas yang menandakan keberadaan bilirubin sebagai pigmen empedu. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa empedu mengandung komponen utama berupa garam empedu dan pigmen bilirubin yang berperan penting dalam proses pencernaan lemak serta ekskresi hasil metabolisme hemoglobin. Temuan ini mendukung fungsi fisiologis empedu sebagai cairan pencernaan dan media ekskresi berbagai senyawa hasil metabolisme tubuh.

A B S T R A C T

Bile is a fluid produced by the liver and temporarily stored in the gallbladder before being secreted into the duodenum. Bile plays a crucial role in digestion, particularly in fat emulsification, and contains various components such as bile salts, cholesterol, bilirubin, and water. This study aimed to analyze the fat, bile salt, and bile pigment content through physical properties, fat emulsification tests, the Pettenkofer test, and the Gmelin test. Qualitative chicken bile samples were analyzed. The results showed that the bile was dark green in color, had a distinctive pungent odor, and was able to emulsify oil, forming a more stable fat dispersion than the control sample without bile. The Pettenkofer test produced a purplish-red color change indicating the presence of bile salts, while the Gmelin test showed the formation of a distinctive colored ring indicating the presence of bilirubin, a bile pigment. These results demonstrate that bile contains bile salts and bilirubin pigment, which play a key role in fat digestion and the excretion of hemoglobin metabolism products. These findings support the physiological function of bile as a digestive fluid and a medium for the excretion of various compounds produced by the body's metabolism.

This is an open access article under the CC BY-NC-SA license.
Copyright © 2023 by Author. Published by Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Pendahuluan

Empedu merupakan cairan yang diproduksi oleh organ hati dan disimpan sementara didalam kantong empedu sebelum disekresikan kedalam duodenum mellaui saluran empedu. Cairan empedu berperan penting dalam proses pencernaan terutama pada proses emulsifikasi lemak supaya enzim lipase dapat bekerja lebih efisien. Empedu terdiri atas beberapa komponen seperti garam empedu, kolesterol, bilirubin dan air (Shapiro et al., 2022). Empedu juga berfungsi untuk membuang limbah metabolic seperti kelebihan kolesterol dan produk pemecahan hemoglobin. Gangguan dalam aliran empedu dapat menyebabkan nyeri dan komplikasi lainnya (Suyono, 2016).Pembentukan cairan empedu terjadi melalui serangkaian proses biokimia yang kompleks. Sekresi empedu terjadi melalui filtrasi osmotic air melalui kontak antar sel yang rapat. Komponen-komponene yang aktif disekresikan termasuk asam empedu, kolesterol, fosfolipid, glutathione, ion organic, bikarbonat, immunoglobulin A dan immunoglobulin M. Asam empedu disintesis di hepatosit dan diangkut ke saluran empedu untuk dikombinasikan dengan air, elektrolit dan pigmen lainnya sehingga terbentuk cairan empedu yang lengkap. Cairan empedu yang dihasilkan akan disimpan dikantong empedu yang bertindak sebagai reservoir untuk empedu sebelum dilepaskan ke dalam saluran pencernaan (Shulpekova et al., 2022).

Kandungan cairan empedu terdiri atas 97-98% air, 0,7% garam empedu, 0,2% bilirubin, 0,51% lemak dan 200 meq/L garam anorganik. Pigmen utama dalam garam empedu adalah pigmen bilirubin yang memberikan warna oranye-kuning dan biliverdin yang memberikan warna hijau. Kedua pigmen ini berkontribusi terhadap pewarnaan feses (Khoiriyah et al., 2017). Empedu juga berfungsi sebagai surfaktan yang dapat mengemulsi lemak dalam makanan, meningkatkan penyerapan vitamin larut lemak, serta berperan dalam eksresi bilirubin sebagai produk sampingan dari pemecahan hemoglobin dalam sel darah merah (Tancharoenrat et al., 2022). Fungsi lain cairan empedu adalah memberikan cairan alkali di duodenum untuk menetralkan pH asam dari Chyme yang berasal dari lambung dan memberikan aktivitas bakterisida terhadap mikroorganisme yang terkandung dalam makanan (Morina et al., 2017).

Uji pigmen dan lemak empedu merupakan metode kualitatif klasik yang digunakan untuk mengidentifikasi kandungan bilirubin dan garam empedu dalam sampel empedu. Uji Gmelin digunakan untuk mendeteksi pigmen empedu, khususnya bilirubin, melalui penambahan asam nitrat pekat yang menyebabkan oksidasi bilirubin menjadi biliverdin sehingga terbentuk cincin warna hijau, biru, ungu, hingga merah sebagai indikasi hasil positif (Husain et al., 2025). Sementara itu, uji Pettenkofer digunakan untuk mendeteksi asam atau garam empedu berdasarkan reaksi antara asam empedu dengan sukrosa dan asam sulfat pekat yang menghasilkan warna merah keunguan akibat pembentukan senyawa furfural. Keberadaan bilirubin dan garam empedu menunjukkan bahwa empedu mengandung komponen bioaktif lipid yang berperan penting dalam metabolisme lemak, emulsifikasi lipid, serta proses ekskresi hasil degradasi hemoglobin. Perkembangan penelitian modern juga menunjukkan bahwa analisis komponen empedu, termasuk pigmen dan lipid empedu, memiliki potensi besar sebagai biomarker berbagai gangguan hepatobilier dan metabolisme (Roumain & Muccioli, 2025)

Metode pengamatan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tabung reaksi, rak tabung reaksi, pipet tetes, pipet ukur, kertas saring, gelas kimia, gelas ukur, penjepit tabung reaksi, batang pengaduk, empedu ayam, asam asetat, asam nitrat, iodium dan sukrosa. Langkah kerja pada penelitian ini terbagi menjadi empat yakni pengamatan sifat fisik empedu, pengamatan emulsifikasi empedu, uji gmelin dan uji Pettenkofer. Pada pengematan sifat fisik, penelitian dilakukan dengan mengamati warna, bau, dan konsistensi cairan empedu serta menentukan pH empedu. Pada pengamatan emulsifikasi empedu dilakukan dengan cara menyiapkan dua tabung reaksi. Pada tabung satu dimasukkan 1 ml minyak dan 10 ml air, sedangkan pada tabung dua dimasukkan 1 ml minyak, 9 ml air dan 1 ml cairan empedu. Kedua tabung tersebut dikocok kuat lalu dibiarkan selama 5-10 menit di rak tabung reaksi dan diamati proses emulsifikasi yang terjadi. Pada pengamatan uji gmelin disiapkan tabung reaksi yang telah diisi dengan asam nitrat pekat (HNO_3) sebanyak 2 ml, kemudian masukkan 2 ml cairan empedu pekat sehingga membentuk lapisan bawah. Amati warna cincin yang terbentuk pada batas antara kedua larutan tersebut. Pada pengamatan uji Pettenkofer disiapkan tabung reaksi yang telah berisi 2 ml empedu yang telah dicairkan kemudian tambahkan 5 tetes larutan sukrosa 5% dan 4 ml cairan asam sulfat (H_2SO_4) secara perlahan sehingga membentuk lapisan bawah. Amati warna cincin yang terbentuk pada batas kadua larutan tersebut.

Pembahasan

Hasil pengamatan yang didapat dari penelitian empedu meliputi sifat fisik, pengaruh empedu terhadap lemak, kandungan garam empedu dan kandungan pigmen empedu. Sifat fisik empedu meliputi cairan berwarna hijau tua dengan pH 6 dan aroma yang menyengat. Hasil pengamatan sifat fisik tersebut sejalan dengan pernyataan Al-Bakri & Al-Hamawandy (2020) bahwa empedu memiliki struktur anatomi berbentuk kantong kecil dan terletak disisi visceral dari lobus kanan hati (Al-bakri & Al-hamawandy, 2020). Empedu memiliki bentuk menyerupai buah pir yang berwarna hijau helap akibat adanya pigmen yang dihasailkan selama proses pencernaan lemak (Susilowati et al., 2022). Empedu juga memiliki aroma khas yang tajam dan menyengat karena berasal dari komponen asam empedu dan bilirubin. Konsistensi cairan empedu cenderung kental dan lengket. pH empedu yang cenderung basa berperan dalam proses pencernaan lemak sehingga mudah dicerna (Al-bakri & Al-hamawandy, 2020).

Pengamatan pengaruh empedu terhadap lemak menunjukkan bahwa minyak dapat larut oleh empedu. Proses ini terjadi karena empedu mengandung garam empedu yang memiliki sifat amfipatik yang berarti memiliki bagian hidrofilik dan hidrofobik. Ketika empedu dicampurkan dengan minyak, bagian hidrofilik dari garam empedu akan menarik air sementara bagian hidrofobiknya akan mengikat lemak. Proses tersebut menyebabkan pembentukan emulsi sehingga komponen minyak terpecah menjadi molekul yang lebih kecil dan dapat lebih mudah diserap oleh tubuh. Hasil ini sejalan dengan pernyataan Stryer, et al. (2019) bahwa empedu berperan penting dalam proses pencernaan lemak. Garam empedu diproduksi oleh hati dan disekresikan kedalam usus halus untuk mencerna lemak dengan proses emulsi. Proses emulsi meingkatkan luas

permukaan lemak sehingga enzim lipase dari pancreas dapat bekerja lebih efektif untuk memecah lemak menjadi asam lemak dan gliserol (Stryer et al., 2019). Proses emulsi lemak oleh empedu dapat mengalami kegagagalan karena beberapa faktor seperti kekurangan garam empedu, gangguan pada produksi cairan empedu atau masalah motilitas saluran empedu yang mengahmbat sekresi empedu ke dalam usus. Selain itu gangguan pada enzim pancreas atau penurunan fungsi usus halus juga dapat memengaruhi penyerapan lemak (Gropper et al., 2021).

Pengamatan keberadaan garam empedu menggunakan uji Pettenkofer menunjukkan adanya perbedaan reaksi sebelum dan sesudah perlakuan asam sulfat. Sebelum penambahan sukrosa dan asam sulfat, empedu memiliki warna hijau, namun setelah pemberian sukrosa dan asam sulfat terbentuk sebuah cincin berwarna jingga diantara kedua larutan yang menandakan adanya garam sebagai hasil dari reaksi asam empedu. Hasil ini sejalan dengan penelitian Safitri & Roosdiana (2021) bahwa hasil reaksi antara asam sulfat pekat dan sukrosa pada uji cairan empedu menghasilkan cincing berwarna kuning yang menandakan keberadaan garam emoedu dalam sampel yang diuji (Safitri & Roosdiana, 2021). Garam empedu tergolong dalam hasil sintesis hepatosit sehingga kualitas dan kuantitasnya ditentukan oleh kondisi liver. Liver yang mengalami kondisi kerusakan akibat stress dapat meningkatkan terjadinya degenerasi dan nekrosis liver dan berakibat pada sintesis garam empedu yang kurang optimal (Susanti et al., 2024)

Pengamatan keberadaan pigmen empedu menggunakan uji gmelin menunjukkan adanya tiga lapisan yang terpisah dengan warna yang berbeda yaitu lapisan atas berwarna hijau, lapisan tengah berwarna kuning dan lapisan bawah berwarna coklat. Perbedaan warna ini terjadi akibat perbedaan kepadatan antara senyawa yang terbentuk selama reaksi kimia dengan nitrat perak ($AgNO_3$). Reaksi ini menunjukkan keberadaan bilirubin yang merupakan pigmen empedu yang terbntuk akibat pemecahan hemoglobin. Hasil pengamatan ini sesuai dengan pernyataan prasetyo (2019) bahwa pada uji gmelin, lapisan pertama berwarna hijau menunjukkan reaksi positif terhadap bilirubin yang terkonjugasi dalam empedu yang akan membentuk kompleks dengan ion perak. Lapisan tengah yang berwarna kuning menunjukkan adanya senyawa lain seperti biliverdin yang merupakan precursor dari bilirubin. Lapisan bawah yang berwarna coklat menunjukkan sisa produk metabolisme yang terkandung dalam cairan empedu (Prasetyo, 2019). Uji gmelin dapat menunjukkan lapisan yang terpisah berdasarkan kepadatan dan warna yang dihasilkan selama reaksi dengan bilirubin. Warna hijau yang dominan menunjukkan konsentrasi bilirubin yang cukup dalam sampel dan berperan penting dalam pencernaan lemak. Keterpisahan lapisan ini memperlihatkan keberadaan beberapa jenis pigmen empedu serta memberikan Gambaran mengenai keseimbangan antara komponen-komponen empedu yang terlibat dalam proses metabolisme tubuh (Suyono, 2016). Oleh karena itu keberadaan pigmen empedu dapat digunakan sebagai indicator fungsi hati dalam proses eksresi metabolit. Kerusakan jaringan hati yang terjadi akibat paparan radikal bebas dapat mengganggu proses metabolisme dan sekresi pigmen empedu (Mulyono, 2023).

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dari penelitian ini adalah cairan empedu memiliki sifat fisik dan komponen yang terkandung didalamnya. Sifat fisik empedu meliputi cairan yang berwarna hijau dengan ph normal cenderung basa dan beraroma menyengat. Komponen empedu terdiri atas garam empedu, pigmen empedu dan air yang dapat diketahui melalui uji pettenkofer dan uji gmelin yang tampak pada terbentuknya cincin akibat reaksi kimia yang terjadi. Empedu berperan penting dalam proses pencernaan yakni untuk mengemulsi lemak menjadi komponen yang lebih sederhana sehingga dapat lebih mudah diserap oleh tubuh. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan, penulis menyarankan agar penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dengan melakukan penentuan kadar pigmen empedu pada berbagai jenis hewan sehingga diperoleh hasil yang lebih bervariasi. Selain itu, penelitian lebih lanjut juga diharapkan mampu memperluas kajian mengenai kandungan dan karakteristik empedu pada sampel yang berbeda. Penulis juga menyarankan agar peneliti berhati-hati selama proses penelitian serta menggunakan alat pelindung diri secara lengkap karena penggunaan bahan kimia berbahaya dalam praktikum ini.

Daftar Pustaka

Al-bakri, N. A., & Al-hamawandy, D. H. (2020). Morphological description and histological structure of Gallbladder in local adult chicken Gallus gallus domesticus Gallus gallus domesticus. *AAJPS*, *1*(1), 6–11.

Gropper, S., Smith, J., & Carr, T. (2021). *Advanced Nutrition and Human Metabolism* (8th ed.). Cengage Learning.

Husain, F. S., Tey, S. L., Huynh, D. T. T., Oliver, J., Baggs, G., How, C. H., Chow, W. L., Cheong, M., Aw, T. C., Chew, S. T. H., & Tan, N. C. (2025). Aging and liver health: liver chemistries and associated factors in community-dwelling older adults. *BMC Geriatrics*, *25*(1). https://doi.org/10.1186/s12877-025-06329-2

Khoiriyah, I. L., Prima, D., Wikandari, R., Kimia, J., Matematika, F., Ilmu, D., & Alam, P. (2017). Pengikatan Garam Empedu oleh Bekasam Bandeng (Chanos Chanos) yang Difermentasi dengan Lactobacillus plantarum B1765 secara In Vitro In Vitro Binding of Bile Salt by Bekasam Bandeng Ferme nted by Lactobacillus plantarum B1765. *Journal of Chemistry*, *6*(1). http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/en/#.

Morina, G., Masyitha, D., & Zainuddin. (2017). STRUKTUR HISTOLOGI EMPEDU DAN PANKREAS IKAN LELE LOKAL (Claria bathracus). *JIMVET*, *2*(1), 30–34.

Mulyono, A. (2023). The Effectiveness of using the Biofilter made from Bidara (Sidr) to reduce the negative effects of Mice Cigarette Smoke. *Iraqi Journal of Science*, *64*(3), 1151–1159. https://doi.org/10.24996/ijs.2023.64.3.11 . https://repository.uin-malang.ac.id/13343/1/13343.pdf

Prasetyo. (2019). Peran Empedu dalam Proses Pencernaan Lemak. *Jurnal Gastroenterologi Indonesia*, *12*(2), 30–34.

Roumain, M., & Muccioli, G. G. (2025). Development and application of an LC-MS/MS method for the combined quantification of oxysterols and bile acids. *Journal of Lipid Research*, *66*(1). https://doi.org/10.1016/j.jlr.2024.100697

Safitri, & Roosdiana. (2021). *Biokimia Bahan Alam: Analisis dan Fungsi*. Media Nusa Creative (MNC Publishing).

Shapiro, A., Anderson, J., Mtenthaonga, P., Kumwenda, W., Bond, M., Schwarz, R., Carns, J., Johnston, R., Dube, Q., Chiume, M., & Richards-Kortum, R. (2022). Evaluation of a Point-of-Care Test for Bilirubin in Malawi. *Pediatrics*, *150*(2). https://doi.org/10.1542/peds.2021-053928

Shulpekova, Y., Shirokova, E., Zharkova, M., Tkachenko, P., Tikhonov, I., Stepanov, A., Sinitsyna, A., Izotov, A., Butkova, T., Shulpekova, N., Nechaev, V., Damulin, I., Okhlobystin, A., & Ivashkin, V. (2022). A Recent Ten-Year Perspective: Bile Acid Metabolism and Signaling. *Molecules*, *27*(1983), 1–22.

Stryer, L., Berg, J., Tymoczko, J., & Gatto, G. (2019). *Biochemistry* (8th ed.). W. H. Freeman.

Susanti, N., Akbar, P. W., Suwondo, A. S. N., Silahudin, F., Khafiralia, M., Reviansyah, M. D. A., Syukri, N. A. A., & Mashuri, R. F. (2024). Protective Role of Clinacanthus nutans Against Liver Damage in Streptozotocin-induced Diabetic Rats. *Malaysian Journal of Medicine and Health Sciences*, *20*(6), 19–24. https://doi.org/10.47836/mjmhs20.6.4 . https://repository.uin-malang.ac.id/21841/1/21841.pdf

Susilowati, R., Setiawan, A. M., Zahroh, A. F., Ashari, Z. N., Iffiyana, A., Hertanto, R., Basyarudin, M., Hartiningsih, I., & Ismail, M. (2022). Hepatoprotection of Cinnamomum burmannii ethanolic extract against high-fat and cholesterol diet in Sprague-Dawley rats (Rattus norvegicus). *Veterinary World*, *15*(4), 930–936. https://doi.org/10.14202/vetworld.2022.930-936 . https://repository.uin-malang.ac.id/10673/6/10673.pdf

Suyono. (2016). *Dasar Fisiologi Manusia*. EGC.

Tancharoenrat, P., Zaefarian, F., & Ravindran, V. (2022). Composition of chicken gallbladder bile. *British Poultry Science*, *24*(4), 1–4. https://doi.org/10.1080/00071668.2022.2044451