

Karakterisasi Fisiko Kimia Pliek U Khas Aceh pada Tahap Akhir Fermentasi

Baihaqi Baihaqi^{1)*}, Andi Dahlan²⁾, Syahirman Hakim³⁾, Diah Fridayati⁴⁾, Andi Laila Nugrawati⁵⁾, Fatahu Fatahu⁶⁾, Ida Ayu Suci⁷⁾

^{1*,5,6} Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian Universitas Halu Oleo, Kendari, Sulawesi Tenggara

² Program Studi Gizi, Institut Teknologi dan Kesehatan Avicenna, Kendari, Sulawesi Tenggara.

³ Prodi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Almuslim, Aceh,

⁴ Prodi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Almuslim, Aceh,

⁷ Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Sains dan Teknologi, Universitas Panca Bhakti, Pontianak

Email: *baihaqi@uho.ac.id, lailanugrawaty@gmail.com, wenbintang@gmail.com, diahfridayati@gmail.com, andhydahlan96@gmail.com, fatahu@uho.ac.id, idaayusuci@upb.ac.id

Abstract

Pliek U is a traditional fermented product from Aceh, is derived from coconut fermentation, producing a distinctive aroma and taste. This study aims to analyze the chemical characteristics of Pliek U during the fermentation process, focusing on moisture content, pH value, and water activity (aw). The data reveal that these chemical parameters are significantly influenced by the type of raw material, fermentation duration, number of pressings, and treatment methods. The moisture content of the samples ranged from 48% to 51.3%, with semi-mature coconuts exhibiting the highest moisture content compared to mature or mixed coconuts. More frequent pressing of semi-mature coconuts did not entirely eliminate water content, as the softer structure of semi-mature coconut flesh tends to retain more moisture. Additionally, microbial activity during fermentation affects the moisture content by producing metabolites such as gases and water. The pH value remained stable at 5.6 across all samples, reflecting the optimal activity of lactic acid bacteria (LAB) during fermentation. This stability indicates a well-controlled fermentation process, resulting in a safe and high-quality product. LAB plays a crucial role in producing organic acids that not only regulate pH but also contribute to the distinctive taste of Pliek U. The water activity (aw) of Pliek U ranged from 0.80 to 0.82, supporting the microbiological stability and shelf life of the product. Low aw values limit the growth of pathogenic and spoilage microorganisms, thus extending the product's durability. However, excessively low aw values can affect texture, making the product harder and drier. Therefore, controlling aw is essential to maintain the product's texture, taste, and microbiological stability

Keywords: fermentation, moisture content, Pliek U, traditional product, water activity

PENDAHULUAN

Pliek U merupakan salah satu produk fermentasi tradisional khas Aceh yang dihasilkan dari ampas kelapa melalui proses fermentasi alami (Baihaqi et al., 2023). Produk ini dikenal luas di masyarakat Aceh karena cita rasa dan aroma khasnya, yang berasal dari perubahan kimia dan mikrobiologi selama proses fermentasi (Rahman et al., 2018). Sebagai produk pangan fermentasi, Pliek U memiliki potensi besar untuk dikembangkan, baik dari segi nilai ekonomi maupun manfaat kesehatannya. Pemahaman yang mendalam mengenai karakteristik kimia selama tahap fermentasi dapat memberikan landasan ilmiah yang kuat untuk pengembangan produk ini secara lebih modern dan terstandar.

Fermentasi merupakan proses metabolisme yang melibatkan aktivitas mikroorganisme, seperti bakteri asam laktat (BAL), ragi, dan kapang, yang berperan penting dalam mengubah komposisi kimia bahan baku (Rahmad et al., 2019). Pada Pliek U, fermentasi alami menyebabkan terjadinya perubahan signifikan pada senyawa kimia seperti asam lemak bebas, protein, senyawa volatil, dan kandungan fenolik (Earlia et al., 2019). Proses ini dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk jenis mikroorganisme yang terlibat, kondisi fermentasi, serta karakteristik awal bahan baku.

Komponen kimia utama yang terbentuk selama fermentasi meliputi asam organik, alkohol, dan senyawa aromatik. Senyawa-senyawa ini berkontribusi terhadap sifat sensori Pliek U, seperti rasa asam dan aroma khasnya (Khatir et al., 2023). Selain itu, beberapa penelitian menunjukkan bahwa fermentasi dapat meningkatkan kandungan senyawa bioaktif, seperti antioksidan, yang bermanfaat bagi kesehatan manusia (Chourasia et al., 2023). Oleh karena itu, penting untuk memahami dinamika perubahan kimia Pliek U selama fermentasi, terutama untuk mengoptimalkan kualitas produk akhir. Meskipun Pliek U telah lama dikonsumsi secara tradisional, penelitian ilmiah yang mengkaji aspek kimia selama fermentasinya masih terbatas. Sebagian besar penelitian sebelumnya hanya berfokus pada aspek mikrobiologi tanpa menyentuh perubahan kimia

secara mendetail (Ismail et al., 2017). Padahal, informasi tentang karakteristik kimia dapat digunakan untuk mengontrol proses fermentasi, serta meningkatkan nilai tambah produk.

Penelitian dalam dekade terakhir menunjukkan bahwa faktor lingkungan, seperti suhu dan pH, sangat memengaruhi jalannya fermentasi (Fachrial & Harmileni, 2018). Kondisi lingkungan ini tidak hanya menentukan jenis mikroorganisme yang mendominasi, tetapi juga memengaruhi profil senyawa kimia yang dihasilkan. Misalnya, peningkatan suhu fermentasi dapat mempercepat pembentukan asam lemak bebas, yang berkontribusi pada aroma dan cita rasa khas Pliek U (Agustina et al., 2019). Dengan demikian, penting untuk mengevaluasi proses fermentasi secara sistematis guna memahami hubungan antara kondisi fermentasi dan karakteristik kimia yang dihasilkan. Selain itu, fermentasi alami pada Pliek U melibatkan interaksi kompleks antara mikroorganisme indigenous dan substrat. Proses ini menghasilkan senyawa metabolit sekunder yang memiliki peran penting dalam menentukan kualitas sensori dan stabilitas produk (Setiarto et al., 2024). Namun, fermentasi alami seringkali menghasilkan variasi kualitas produk yang tinggi karena ketergantungan pada mikroflora alami dan kondisi lingkungan yang tidak terkontrol. Oleh karena itu, pendekatan ilmiah diperlukan untuk mengembangkan metode fermentasi yang lebih konsisten dan terstandar.

Penelitian terbaru juga menunjukkan bahwa senyawa bioaktif yang dihasilkan selama fermentasi, seperti polifenol dan flavonoid, memiliki aktivitas antioksidan yang signifikan (Seo, 2024). Senyawa ini berperan penting dalam melindungi tubuh dari kerusakan oksidatif, sehingga menjadikan Pliek U tidak hanya sebagai produk pangan, tetapi juga sebagai sumber potensial senyawa fungsional. Untuk itu, analisis karakteristik kimia selama fermentasi sangat penting dalam mengungkap potensi terapeutik Pliek U. Artikel ini bertujuan untuk mengkaji karakteristik kimia Pliek U selama tahap fermentasi dengan fokus pada perubahan komponen kimia utama, seperti asam lemak bebas, protein, senyawa volatil, dan kandungan bioaktif. Dengan memahami dinamika perubahan ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan produk Pliek U yang lebih inovatif dan kompetitif. Kajian ini juga dapat menjadi dasar bagi penelitian lanjutan, khususnya dalam pengembangan teknologi fermentasi terstandar untuk meningkatkan kualitas dan keamanan produk.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kelapa yang telah difermentasi yang diperoleh dari tigadesa di Kabupaten Pidie (Tabel 1). Alat-alat yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu oven, timbangan analitik, pH meter, aw meter, autoclave, mikropipet, incubator, dan refrigerator.

Rancangan Penelitian

Propinsi Aceh memiliki sejumlah daerah yang berpotensi menghasilkan pliek u yaitu Aceh Besar, Bireuen, Aceh Timur, Aceh Selatan, dan Pidie. Kabupaten yang berpotensi menghasilkan pliek u yang paling banyak yaitu Kabupaten Pidie. Berdasarkan hasil observasi pada penelitian yang telah dilakukan Sulisma (2010), di Kabupaten Pidie terdapat 17 tempat produksi pliek u yang lokasinya menyebar dan proses produksinya relatif kontinyu (Tabel 1). Dari ke 17 tempat tersebut ditentukan 3 tempat secara sengaja berdasarkan jumlah produksi, kesinambungan proses produksi, dan perbedaan metode pembuatan yang digunakan. Sampel yang diperoleh akan dilakukan karakterisasi fisiko kimia pada tahap fermentasinya meliputi kadar air, pH dan Aktifitas air (aw).

Tabel 1. Nama beberapa desa produsen dan metode pembuatan *pliek u* di Kabupaten Pidie

No	Nama Desa	Kecamatan	Metode pembuatan					Waktu produksi/ bulan	Jumlah produksi
			A	B	C	D	E		
1.	Glumpang Bungkok	Glumpang Baroh	A1	B3	C2	D3	E1	2 kali	10 kg
2.	Bluek	Indra Jaya	A1	B3	C3	D1	E2	1 kali	10 kg
3.	Trueng Camplie	Glumpang Baroh	A2	B2	C4	D2	E3	1 kali	20 kg
4.	Teupin Raya	Glumpang Baroh	A2	B2	C1	D2	E1	3 kali	10 kg
5.	Lam Ujong	Sakti	A2	B2	C1	D2	E1	3 kali	15 kg
6.	Tong Pudeng	TiteuaKeumala	A2	B2	C3	D2	E1	2 kali	10 kg
7.	CumbokNiwa	Sakti	A2	B2	C2	D1	E2	1 kali	10 kg
8.	Cot Murong	Sakti	A2	B1	C2	D1	E2	1 kali	10 kg
9.	Bucue	Sakti	A2	B1	C2	D1	E2	2 kali	20 kg
10.	Pulo Raya	TiteuaKeumala	A2	B1	C3	D2	E3	2 kali	10 kg
11.	Sagoe	TiteuaKeumala	A2	B1	C1	D2	E2	1 kali	10 kg
12.	Riwat	Glumpang Baroh	A2	B1	C2	D2	E2	2 kali	10 kg
13.	Busu	Indra Jaya	A2	B1	C2	D1	E1	4 kali	30 kg
14.	Mutiara Barat	Mutiara	A2	B1	C2	D1	E2	1 kali	10 kg
15.	Simbe	Mutiara	A2	B1	C2	D1	E2	1 kali	10 kg
16.	Lhok Kuala	PeukanBaro	A2	B1	C2	D1	E1	1 kali	10 kg
17.	DayahBubue	Geumpang	A2	B1	C2	D1	E2	1 kali	10 kg

Sumber: Sulisma, (2010).

Keterangan:

■ = Tempat (lokasi) yang akan diambil sampel

Pengukuran (A)

A1 (langsung dikukur)

A2 (difermentasi dahulu)

Bahan Baku (B)

B1 (kelapa campur)

B2 (kelapa tua)

B3 (kelapa setengah tua)

Lama Fermentasi (C)

C1(7 hari)

C2(8 hari)

C3 (10 hari)

C4 (14 hari)

Jumlah pengepresan (D)

D1 (4 kali)

D2 (5 kali)

D3 (6 kali)

Lama penjemuran (E)

E1 (2 hari)

E2 (3 hari)

E3 (4 hari)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan sampel dilakukan di tiga desa (lokasi) di Kabupaten Pidie yaitu desa Glumpang Bungkok, desa Lam Ujong, dan desa Busu. Ketiga sampel yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1. Analisis awal terhadap ketiga sampel meliputi pengukuran kadar air, pH, dan aktivitas air (aw) (Tabel 2).

Hasil analisis komposisi kimia Pliek U selama proses fermentasi menunjukkan dinamika perubahan pada beberapa parameter utama, yaitu kadar air, nilai pH, dan aktivitas air (aw). Data dari tabel yang diberikan mengindikasikan adanya perbedaan signifikan antara sampel berdasarkan metode perlakuan fermentasi, jenis bahan baku, serta jumlah pengepresan. Analisis kadar air menunjukkan bahwa pada sampel pertama (Glumpang Bungkok) memiliki kadar air yang lebih tinggi dari sampel kedua (Lam Ujong) dan sampel ketiga (Busu). Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan metode fermentasi yang dilakukan menyebabkan perbedaan kadar air. Pada sampel pertama (desa Glumpang Bungkok), fermentasi kelapa dilakukan setelah

pengukuran, sedangkan pada sampel kedua (desa Lam ujong), dan ketiga (desa Busu), tahap fermentasi dilakukan terlebih dahulu sebelum kelapa dikukur. Oleh karena itu, pengecilan ukuran yang dilakukan terhadap kelapa diduga dapat menyebabkan proses fermentasi berlangsung lebih cepat sehingga air yang dihasilkan dari proses fermentasi akan terus meningkat.



Gambar 1. Beberapa sampel (kelapa fermentasi) dari desa Glumpang Bungkok (1), Lam Ujong (2), dan desa Busu (3).

Untuk nilai pH dan a_w , hasil analisis menunjukkan tidak ada perbedaan kedua nilai tersebut pada ketiga sampel. Hal ini menunjukkan bahwa mikroorganisme yang berperan selama fermentasi berasal dari jenis atau golongan yang sama. Dengan demikian, perbedaan proses pembuatan *pliek u*, tidak menyebabkan perbedaan citarasa pada produk akhirnya. Selanjutnya, perbedaan lamanya fermentasi (7 – 8 hari) juga tidak mempengaruhi nilai pH dan a_w . Hal ini diduga pada rentang waktu tersebut, mikroorganisme yang berperan dalam pembuatan *pliek u* berada dalam fase statis, yaitu fase dimana jumlah sel yang hidup tetap (Pelczar *et al.*, 1986).

Tabel 2. Nilai kadar air, pH, dan a_w , sampel kelapa yang difermentasi dalam pembuatan *pliek u*

Parameter	Sampel		
	1	2	3
Kadar air (%)	51.3	49	48
Nilai pH	5.6	5.6	5.6
Nilai a_w	0.82	0.80	0.80

Keterangan:

- Sampel 1: langsung dikukur, kelapa setengah tua, lama fermentasi 8 hari, jumlah pengepresan 6 kali, lama pengeringan 2 hari
- Sampel 2: difermentasi dahulu, kelapa tua, lama fermentasi 7 hari, jumlah pengepresan 5 kali, lama pengeringan 2 hari
- Sampel 3: difermentasi dahulu, kelapa campuran, lama fermentasi 8 hari, jumlah pengepresan 4 kali, lama pengeringan 2 hari

A. Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu parameter utama yang memengaruhi kualitas produk fermentasi. Dari data yang tersedia, kadar air pada sampel 1, 2, dan 3 masing-masing adalah 51,3%, 49%, dan 48%. Perbedaan ini dapat dikaitkan dengan kondisi fermentasi dan karakteristik awal bahan baku. Sampel 1, yang menggunakan kelapa setengah tua dengan fermentasi 8 hari, memiliki kadar air tertinggi dibandingkan sampel lain. Hal ini mungkin disebabkan oleh sifat kelapa setengah tua yang memiliki kandungan air lebih tinggi dibandingkan kelapa tua atau campuran (Earlia *et al.*, 2019). Proses pengepresan juga menjadi

faktor penting yang memengaruhi kadar air. Sampel 1 mengalami pengepresan sebanyak 6 kali, lebih banyak dibandingkan sampel lainnya, yang mempengaruhi pengurangan air selama fermentasi. Namun, jumlah pengepresan yang lebih banyak ini tidak sepenuhnya menghilangkan kandungan air karena tekstur kelapa setengah tua yang lebih lunak cenderung mempertahankan air lebih banyak dibandingkan kelapa tua. Selain itu, kelapa setengah tua memiliki struktur daging yang lebih longgar, memungkinkan penyerapan air kembali saat fermentasi berlangsung (Agustina et al., 2019).

Fermentasi juga memengaruhi kadar air melalui aktivitas mikroorganisme. Selama fermentasi, mikroorganisme memanfaatkan nutrisi dalam kelapa untuk metabolisme, menghasilkan senyawa-senyawa seperti air, gas, dan metabolit lainnya (Baihaqi et al., 2024). Aktivitas ini dapat meningkatkan kadar air sementara di awal fermentasi sebelum akhirnya menurun karena pengaruh pengeringan dan pengepresan (Rahmad et al., 2019). Menurut Seo (2024), kadar air yang lebih tinggi pada awal fermentasi dapat meningkatkan laju aktivitas mikrobiologis, namun hal ini harus diimbangi dengan pengeringan yang optimal untuk mencegah pertumbuhan mikroorganisme yang tidak diinginkan. Kadar air juga berperan dalam menentukan tekstur dan rasa Pliek U. Produk dengan kadar air yang lebih tinggi cenderung memiliki tekstur yang lebih lembut, yang mungkin lebih disukai oleh konsumen tertentu. Namun, kadar air yang tinggi juga dapat mengurangi umur simpan produk karena risiko pertumbuhan mikroorganisme perusak. Oleh karena itu, penting untuk menemukan keseimbangan kadar air yang optimal untuk menjaga kualitas dan stabilitas produk akhir.

B. Nilai pH

Nilai pH pada ketiga sampel menunjukkan rata-rata pada angka 5,6. Hal ini mengindikasikan bahwa meskipun terdapat variasi pada bahan baku dan durasi fermentasi, produk akhir memiliki tingkat keasaman yang relatif seragam. Stabilitas nilai pH ini kemungkinan besar disebabkan oleh aktivitas bakteri asam laktat (BAL) yang mendominasi selama fermentasi. BAL mampu menghasilkan asam organik, seperti asam laktat, yang berfungsi sebagai pengatur pH alami dalam sistem fermentasi (Rahmad et al., 2019). Pada fermentasi Pliek U, peran BAL sangat signifikan dalam menciptakan lingkungan asam yang mendukung pertumbuhan mikroorganisme fermentasi lainnya sekaligus menghambat mikroorganisme patogen. Menurut Chourasia et al. (2023), lingkungan dengan pH stabil di kisaran 5,0–6,0 ideal untuk fermentasi produk pangan tradisional karena mampu menjaga keseimbangan mikroflora. Produksi asam organik seperti asam asetat dan asam laktat oleh BAL juga berkontribusi pada pengembangan rasa khas Pliek U.

Stabilitas nilai pH pada Pliek U juga menunjukkan bahwa mikroorganisme yang terlibat dalam fermentasi mampu menjaga aktivitas metabolisme yang konsisten meskipun kondisi fermentasi berbeda. Dalam penelitian Agustina et al., (2019), disebutkan bahwa perbedaan pH awal bahan baku dapat memengaruhi laju fermentasi, tetapi produk fermentasi cenderung mencapai pH keseimbangan pada akhir proses. Namun, penting untuk dicatat bahwa nilai pH yang terlalu rendah atau terlalu tinggi dapat memengaruhi kualitas produk akhir. pH yang terlalu rendah dapat memberikan rasa asam yang berlebihan, sementara pH yang terlalu tinggi dapat mengindikasikan fermentasi yang tidak optimal dan risiko kontaminasi mikroorganisme perusak (Setiarto et al., 2024).

C. Aktivitas Air (aw)

Aktivitas air (aw) pada ketiga sampel juga menunjukkan keseragaman, dengan nilai berkisar antara 0,80 hingga 0,82. Nilai aw ini tergolong rendah, sehingga mendukung stabilitas mikrobiologis produk. Aktivitas air yang rendah membatasi pertumbuhan mikroorganisme patogen dan perusak, sehingga meningkatkan umur simpan produk (Setiarto et al., 2024). Nilai aw yang rendah pada Pliek U kemungkinan besar dihasilkan oleh kombinasi fermentasi dan pengeringan. Proses pengeringan setelah fermentasi membantu mengurangi kandungan air bebas dalam produk, yang merupakan faktor utama yang memengaruhi nilai aw. Menurut Fachrial & Harmileni, (2018), aktivitas air yang rendah pada produk fermentasi tradisional

seperti Pliek U juga mencerminkan tingginya kadar senyawa larut seperti garam dan asam organik yang berfungsi sebagai humektan. Namun, nilai aw yang terlalu rendah juga dapat memengaruhi tekstur dan rasa produk. Produk dengan nilai aw di bawah 0,80 cenderung memiliki tekstur yang terlalu keras dan kering, yang mungkin kurang disukai konsumen (Seo, 2024). Oleh karena itu, penting untuk mempertahankan nilai aw pada kisaran optimal untuk menjaga keseimbangan antara tekstur, rasa, dan stabilitas mikrobiologis.

Aktivitas air juga memiliki korelasi erat dengan kandungan bioaktif dalam produk. Menurut Khatir et al. (2023), nilai aw yang optimal mendukung retensi senyawa bioaktif seperti polifenol dan flavonoid, yang memberikan manfaat kesehatan. Oleh karena itu, pengendalian nilai aw tidak hanya penting untuk stabilitas mikrobiologis tetapi juga untuk menjaga kandungan nutrisi dan manfaat kesehatan Pliek U.

Implikasi terhadap Kualitas Pliek U

Perbedaan parameter kimia antara sampel menunjukkan bahwa proses fermentasi, jenis bahan baku, dan jumlah pengepresan memainkan peran penting dalam menentukan karakteristik akhir Pliek U. Kombinasi antara kelapa tua dan fermentasi selama 7 hari (sampel 2) menghasilkan kadar air dan nilai aw yang lebih rendah, yang berpotensi meningkatkan stabilitas dan kualitas sensori produk. Sebaliknya, penggunaan kelapa setengah tua dengan pengepresan lebih banyak (sampel 1) memberikan kadar air yang lebih tinggi, yang dapat memengaruhi tekstur dan rasa produk akhir. Studi sebelumnya telah menunjukkan bahwa proses fermentasi yang terkontrol dapat meningkatkan kandungan senyawa bioaktif seperti asam lemak bebas dan senyawa aromatik, yang berkontribusi pada kualitas sensori dan manfaat kesehatan Pliek U (Khatir et al., 2023). Oleh karena itu, pemahaman mendalam mengenai parameter kimia ini penting untuk mengembangkan metode fermentasi yang lebih konsisten dan menghasilkan produk berkualitas tinggi.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan dan pembahasan, dapat diambil kesimpulan: Secara umum, hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter kimia Pliek U selama proses fermentasi, yaitu kadar air, nilai pH, dan aktivitas air (aw), saling berinteraksi dalam menentukan kualitas produk akhir. Kadar air dipengaruhi oleh bahan baku dan metode pengolahan, nilai pH yang stabil mencerminkan aktivitas bakteri asam laktat yang efektif, dan nilai aw yang rendah mendukung stabilitas mikrobiologis serta umur simpan produk. Pemahaman yang mendalam terhadap setiap parameter ini sangat penting untuk meningkatkan kualitas, stabilitas, dan nilai tambah Pliek U sebagai produk fermentasi tradisional dengan potensi pasar yang lebih luas.

REFERENSI

- Agustina, R., Fadhil, R., & Zuhdi, I. (2019). Study on Physical characteristics of Pliek U: comparisons among fermentation stages. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 365, No. 1, p. 012045). IOP Publishing.
- Baihaqi, B., Nuraida, N., Hakim, S., Fridayati, D., & Suci, I. A. (2023). Pengaruh Metode dan Lama Fermentasi Terhadap Kualitas Fisik Pliek U Tradisional Aceh. *Jurnal Agrosains*, 16(2), 1-4.
- Baihaqi, S Hakim, Nuraida, D Fridayati (2024). Pengaruh Penambahan Ragi Tempe dan Ekstrak Bromelin Nenas dalam Pembuatan Vco (Virgin Coconut Oil). *Jurnal sains dan Teknologi Pangan* 9(03), 7413-7422
- Chourasia, R., Chiring Phukon, L., Abedin, M. M., Padhi, S., Singh, S. P., & Rai, A. K. (2023). Bioactive peptides in fermented foods and their application: A critical review. *Systems Microbiology and Biomanufacturing*, 3(1), 88-109.
- Earlia, N., Muslem, Suhendra, R., Amin, M., Prakoeswa, C. R. S., Khairan, & Idroes, R. (2019). GC/MS analysis of fatty acids on pliek u oil and its pharmacological study by molecular

- docking to filaggrin as a drug candidate in atopic dermatitis treatment. *The Scientific World Journal*, 2019(1), 8605743.
- Fachrial, E., & Harmileni, H. (2018). Aktivitas Antimikroba Dan Identifikasi Molekuler Bakteri Asam Laktat Yang Diisolasi Dari “Pliek U”, Makanan Fermentasi Tradisional Asal Aceh, Indonesia. In *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Informasi (SENSASI)* (Vol. 1, No. 1).
- Khathir, R., Muzaifa, M., & Rahmawati, M. (2023). Study on the physicochemical and sensory profile of pliek-u: A traditional dried fermented coconut endosperm from Aceh, Indonesia. *AIMS Agriculture & Food*, 8(2).
- Pelezar, Jr., M.J., E.C.S. Chan. 1986. Dasar-Dasar Mikrobiologi 1. *UI Press*, Jakarta
- Rahmad, R., Earlia, N., Nabila, C., Inayati, I., Amin, M., Prakoeswa, C. R. S., ... & Idroes, R. (2019, May). Antibacterial cream formulation of ethanolic Pliek U extracts and ethanolic residue hexane Pliek U extracts against *Staphylococcus aureus*. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 523, No. 1, p. 012011). IOP Publishing.
- Seo, M. J. (2024). Fermented Foods and Food Microorganisms: Antioxidant Benefits and Biotechnological Advancements. *Antioxidants*, 13(9), 1120.
- Setiarto, R. H. B., Octaviana, S., Perwitasari, U., Juanssilfero, A. B., & Suprapedi, S. (2024). Development of functional bioflavor based on Indonesian indigenous microbial fermentation products. *Journal of Ethnic Foods*, 11(1), 28.
- Sulisma. 2010. Survei Cara Pembuatan dan Uji Mutu (Kimia dan Sensori) Pliek u di Kabupaten Pidie. [Skripsi]. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala. Darussalam, Banda Aceh.