
Karakteristik Fisikokimia dan Organoleptik Isolat Protein Whey Keju dan Tahu Sebagai Suplemen Pangan

M. Habbib Khirzin¹, Mustofa Hilmi², Dyah Triasih³, Airul A. Rofiqi⁴

^{1,2,4}Jurusan Pertanian, Politeknik Negeri Banyuwangi

³Teknologi Produksi Ternak, Politeknik Lamandau

E-mail: habbibkhirzin@poliwangi.ac.id¹, mustofahilmi@poliwangi.ac.id², dyahtriasih@gmail.com³, airulrofiqi@gmail.com⁴

Article History:

Received: 29 Mei 2024

Revised: 07 Juni 2024

Accepted: 09 Juni 2024

Keywords: *cheese whey, organoleptics, physicochemical, protein isolate, tofu whey,*

Abstract: *Whey is a byproduct in the form of water remaining after separating curd and coagulating proteins with acids or enzymes. Whey comes from the leftover processing of cheese and tofu. Whey in Indonesia is generally not used properly, so it only becomes a by-product that can damage the environment. Several alternatives for processing whey liquid waste include whey protein isolate. Exploring the combination of cheese, whey, and tofu as a food supplement is an interesting thing to study. Therefore, this research aims to determine the physicochemical and organoleptic characteristics of cheese and tofu whey protein isolates as a food supplement. The treatments in this study were K1 (100% cheese whey), K2 (50% cheese and 50% tofu whey), and K3 (100% tofu whey). The results showed that the different treatments had a significant effect ($P < 0.05$) on yield parameters, water content, ash content, fat content, protein content, and texture but had no significant effect ($P > 0.05$) on organoleptic properties in the form of color attributes, taste, and aroma. The best treatment was K1 (100% cheese whey protein isolate) based on its physicochemical and organoleptic characteristics. This isolate can be used as a food supplement and as a health therapy.*

PENDAHULUAN

Whey merupakan produk sampingan berupa air yang tersisa setelah pemisahan curd dan koagulasi protein dengan asam atau enzim protease seperti *whey* keju dari pembuatan keju serta *whey* tahu dari pembuatan tahu. Pengolahan *whey* di Indonesia pada umumnya tidak dimanfaatkan dengan baik sehingga hanya menjadi produk samping yang dapat merusak lingkungan. Industri pengolahan keju merupakan penyumbang limbah *whey* terbesar di industri pengolahan susu (Fatma *et al.*, 2012). *Whey* keju memiliki kandungan *biological oxygen demand* (BOD) dan *chemical oxygen demand* (COD) yang tidak memenuhi batas aman yang diperbolehkan, yaitu 50.000 mg/l (BOD) dan kadar COD sebanyak 80.000 mg/l yang dapat

merusak lingkungan jika dibuang langsung tanpa melalui proses pengolahan lebih lanjut.

BOD dan COD secara ringkas adalah kebutuhan jumlah oksigen yang digunakan untuk mengoksidasi zat-zat di dalam air baik organik ataupun anorganik. Limbah organik dan anorganik tersebut akan teroksidasi menjadi gas CO₂ dan H₂O yang dapat mengurangi oksigen terlarut dalam air (Guimaraes *et al.*, 2010). Limbah whey tahu ini terjadi karena adanya sisa air tahu yang tidak menggumpal, potongan tahu yang hancur karena proses penggumpalan yang tidak sempurna serta cairan keruh kekuningan yang dapat menimbulkan bau tidak sedap bila di biarkan (Nohong, 2010). Hal tersebut juga dikemukakan oleh Pagoray *et al.*, (2021) yang menyatakan bahwa limbah whey tahu ini sering dibuang secara langsung tanpa pengolahan terlebih dahulu sehingga menghasilkan bau busuk dan mencemari lingkungan.

Whey keju memiliki kandungan air 95,90%, protein 0,85%, laktosa 4,74%, lemak 0,7% dan pH 6,40 (Juwita *et al.*, 2022) sedangkan kandungan whey tahu memiliki senyawa protein dengan jumlah yang paling besar yaitu mencapai 40-60%, karbohidrat 25-50%, dan lemak 10% (Amalia *et al.*, 2022). Eksplorasi whey tahu dan keju menjadi suatu produk bernilai ekonomis seperti isolat protein whey merupakan hal yang menarik untuk dikaji. Isolat protein whey merupakan metode pengolahan whey dengan memisahkan komponen seperti laktosa, karbohidrat, lemak dan kolesterol sehingga hasil dari isolat ini adalah produk dengan protein yang lebih tinggi (Solak dan Akin, 2012). Isolasi whey protein dapat digunakan dalam pembuatan produk makanan ringan, makanan bayi, es krim, mayones, biskuit dan salah satunya sebagai suplemen diet atau suplemen menambah massa otot (Naclerio dan Larumbe-Zabala, 2016).

Produk isolat protein whey di Indonesia hanya menggunakan whey keju dengan harga yang mahal. Penggunaan whey tahu sebagai sumber isolat belum banyak dikembangkan. Penelitian kombinasi keduanya bertujuan untuk menambah kandungan nutrisi, menambah manfaat bagi kesehatan dengan harga yang lebih terjangkau serta dapat dijadikan alternatif sumber isolat protein.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Pengolahan Hasil Ternak Politeknik Negeri Banyuwangi selama 3 bulan.

Bahan dan Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: timbangan digital, *vortex mixer*, *hotplate stirrer*, drum, panci, gelas ukur, kompor, spatula, baskom, *cream separator*, *centrifuge*, thermometer, pH meter, oven, desikator, tanur, sokhlet ekstraktor, destruktur, dan distilator. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: aquades, whey tahu, whey keju, asam cuka, kertas whatman, kain saring *cheese cloth*, benzena, asam sulfat pekat, tablet kjeldahl, asam borat, NaOH, HCl, indikator pp, dan buffer pH 7.0.

Prosedur Penelitian

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini yaitu limbah cair whey. Whey keju didapatkan dari pabrik CV. Margo Utomo Kalibaru Banyuwangi sedangkan whey tahu didapatkan dari pabrik UD.Tahu Sifa Wongsorejo Banyuwangi. Whey yang telah didapatkan dikumpulkan di dalam jurigen lalu disimpan di dalam freezer sampai bahan siap digunakan. Sampel whey keju dan tahu masing-masing diambil sebanyak 10 liter lalu dipasteurisasi pada suhu 70-75°C selama 15 detik dengan metode HTST (*High Temperature Short Time*). Hal ini

bertujuan untuk membunuh mikroba patogen yang ada di dalam sampel. Selanjutnya suhu diturunkan hingga mencapai 40°C.

Sampel yang telah dingin selanjutnya dimasukan ke dalam *cream separator* untuk dipisahkan komponen lemaknya (Juniawati *et al.*, 2015). Asam cuka sebanyak 1% ditambahkan ke dalam sampel, dihomogenkan, lalu di *centrifuge* untuk memisahkan padatan dengan kecepatan 4000rpm selama 15 menit. Fase atas (supernatan) diambil menggunakan pipet kemudian dilakukan penyaringan sebanyak 2 kali. Penyaringan pertama menggunakan kain *cheese clooth* dan penyaringan kedua menggunakan penyaring vakum yang dilapisi kertas saring whatman No.40 (Warji *et al.*, 2018). Sampel dikeringkan menggunakan *food dehydrator* dan selanjutnya dianalisis fisikokimia dan organoleptik. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap pola non faktorial dengan 3 perlakuan dan diulangi sebanyak 5 ulangan sehingga total terdapat 15 sampel unit percobaan. *Layout* penelitian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Layout Penelitian

No	Perlakuan	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Ulangan 4	Ulangan 5
01	K1	K1U1	K1U2	K1U3	K1U4	K1U5
02	K2	K2U1	K2U2	K2U3	K2U4	K2U5
03	K3	K3U1	K3U2	K3U3	K3U4	K3U5

Keterangan :

K1 = 100% whey keju

K2 = 50% whey keju dan 50% whey tahu

K3 = 100% whey tahu

Parameter Penelitian

Rendemen

Rendemen diperoleh dari perbandingan berat kering isolat whey protein yang dihasilkan dengan bahan segar. Rendemen dihitung menggunakan rumus :

Rendemen (%) = (berat akhir/berat awal) x 100%

pH

pH sampel diukur menggunakan pH meter. Sebelum melakukan analisis, elektroda pH meter terlebih dahulu dikalibrasi menggunakan buffer pH 7.0 dan pH 4.0. Setelah selesai, selanjutnya sampel diukur dan dicatat pH nya.

Analisa kadar air (AOAC, 2005)

Cawan porselen ditimbang menggunakan timbangan analitik lalu 1 gram sampel dimasukan ke dalam cawan. Selanjutnya sampel dikeringkan di dalam oven pada suhu suhu 105°C selama 24 jam. Sampel dimasukan ke dalam desikator selama 20 menit lalu ditimbang berat akhir. Kadar air dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{((\text{berat cawan} + \text{berat sampel}) - \text{berat akhir})}{\text{Berat sampel}} \times 100\%$$

Analisa kadar abu (AOAC, 2005)

Sampel sebanyak 1 gram dimasukan ke dalam cawan porselen yang telah diketahui beratnya. Selanjutnya sampel dimasukan ke dalam tanur suhu 300°C selama 2 jam lalu suhu dinaikan menjadi 600°C selama 4 jam. Sampel diturunkan suhunya lalu dimasukan ke dalam desikator selama 20 menit. Kadar abu dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{(\text{berat akhir} - \text{berat cawan})}{\text{Berat sampel}} \times 100\%$$

Kadar Lemak (AOAC, 2005)

Sampel ditimbang sebanyak 1 gram kemudian dibungkus menggunakan kertas lemak

yang telah diketahui beratnya. Sampel kemudian dimasukan ke dalam labu sokhlet dan dimasukan pelarut dietil eter secara perlahan hingga sampel terendam dan dipanaskan dengan suhu 60°C selama 8 jam. Sampel dioven suhu 80°C selama 30 menit, didinginkan lalu ditimbang berat akhir. Kadar lemak dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar lemak (\%)} = \frac{[(\text{berat labu} + \text{berat sampel}) - \text{berat akhir}] \times 100\%}{\text{Berat sampel}}$$

Kadar Protein (AOAC, 2005)

Kadar protein dalam sampel dianalisis dengan metode Kjeldahl. Sampel sebanyak 1 g dimasukan dalam labu desktruksi, ditambahkan tablet kjeldahl dan 20 ml H₂SO₄ pekat. Sampel didestruksi suhu 320°C selama 2 jam hingga larutan menjadi jernih. Labu destruksi didinginkan kemudian ditambah aquades 50 ml, NaOH 30% 20 ml kemudian didestilasi. Hasil destilasi ditampung dalam erlenmeyer yang berisi campuran 10 ml larutan H₃BO₃ 3% dan 2 tetes *Brom Cresol Green Methyl Red*. Setelah volume destilat menjadi 10 ml dan berwarna hijau kebiruan, destilasi dihentikan lalu destilat dititrasi dengan HCl 0,1 N sampai merah muda. Kadar nitrogen dan protein dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kadar nitrogen (\%)} = \frac{(\text{ml H}_2\text{SO}_4 - \text{ml blanko}) \times N \text{ H}_2\text{SO}_4 \times 14.008 \times 100\%}{\text{Berat sampel} \times 1000}$$

$$\text{Kadar protein (\%)} = \% \text{ nitrogen} \times 6.25$$

Uji organoleptik

Uji organoleptik dilakukan untuk mengetahui tingkat kesukaan konsumen terhadap atribut warna, rasa, aroma dan tekstur isolat whey proten. Penelitian ini menggunakan panelis tidak terlatih sebanyak 50 orang. Atribut yang digunakan meliputi warna (1-5), tekstur kental (1-5), rasa (1-5), aroma (1-5). Setyaningsih *et al.*, (2010) menyatakan bahwa panelis tidak terlatih dapat digunakan sebanyak 30-50 orang. Panelis diberi quisioner dan diminta untuk memberikan nilai untuk setiap atribut. Data yang didapatkan selanjutnya dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Fisikokimia

Hasil pengujian kualitas fisikokimia isolat protein whey keju dan tahu disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kualitas Fisikokimia Isolat Protein Whey.

No	Parameter	Perlakuan		
		K1	K2	K3
1	Rendemen (%)	7.81 ± 1.27 ^a	5.33 ± 0.81 ^b	2.25 ± 0.16 ^c
2	pH	4.23 ± 0.05	4.20 ± 0.04	4.22 ± 0.03
3	Kadar air (%)	89.23 ± 0.06 ^c	92.89 ± 0.18 ^b	98.45 ± 0.39 ^a
4	Kadar abu (%)	1.78 ± 0.08 ^a	0.26 ± 0.08 ^b	0.16 ± 0.04 ^b
5	Kadar lemak (%)	9.58 ± 0.27 ^a	4.05 ± 0.92 ^b	3.24 ± 1.04 ^b
6	Kadar protein (%)	0.34 ± 0.01 ^a	0.25 ± 0.02 ^b	0.02 ± 0.01 ^b

Ket: K1 (isolat whey protein keju 100%), K2 (kombinasi isolat whey protein keju dan tahu 50%:50%), K3 (isolat whey protein tahu 100%). Superskrip berbeda pada kolom yang berbeda menunjukkan perbedaan secara signifikan (P<0.05).

Rendemen

Nilai rendemen menunjukkan efektivitas proses pengolahan produk. Rendemen yang tinggi menunjukkan metode yang digunakan sudah tepat. Perlakuan perbedaan jenis whey memberikan

pengaruh yang nyata ($P < 0.05$) terhadap nilai rendemen. Rendemen tertinggi terdapat pada perlakuan K1 (100% whey keju). Rendemen berkorelasi dengan kadar air yaitu semakin tinggi kadar air maka rendemen cenderung menurun. Rendemen dipengaruhi oleh besarnya kandungan air yang teruapkan saat pengeringan (Fatma *et al*, 2015). Faktor yang lainnya adalah suhu yang digunakan dan lama waktu pengeringan (Martunis, 2012). Fatma *et al*, (2012) menyatakan bahwa semakin tinggi suhu dan lama pengeringan pada suatu bahan, maka air yang menguap pada bahan akan semakin meningkat. Produk isolat protein whey yang dihasilkan memiliki kadar air yang tinggi. Secara umum, proses produksi isolat whey masih belum optimum karena rendemen yang dihasilkan masih rendah.

pH

pH menunjukkan nilai keasaman atau kebasaan suatu produk. pH isolat protein whey baik dari keju maupun tahu memiliki nilai yang tidak jauh berbeda dan setiap perlakuan tidak berpengaruh nyata ($P > 0.05$). Nilai pH dipengaruhi oleh penambahan asam cuka dalam pengolahan. Cuka memiliki pH antara 2.5-3.0. Produk isolat yang baik adalah memiliki tingkat keasaman yang rendah. pH isolat protein whey keju dan tahu masih tergolong asam kuat dan perlu dilakukan penurunan konsentrasi cuka dalam pengolahannya agar pH lebih mendekati netral.

Kadar air

Perbedaan jenis whey yang digunakan memberikan pengaruh yang nyata ($P < 0.05$) terhadap kadar air. Kadar air whey cenderung tinggi yaitu antara 89.23-98.45 %. Semakin tinggi konsentrasi whey tahu yang digunakan maka kadar air semakin meningkat. Whey tahu memiliki kadar air yang tinggi dibandingkan dengan whey keju. Pagoray *et al*, (2021) menyatakan bahwa whey tahu memiliki kandungan terbesar berupa air sekitar 98,9% sehingga produk yang dihasilkan dari bahan dasar whey tahu memiliki kadar air yang tinggi meskipun dalam bentuk serbuk. Whey keju berasal dari penyaringan curd keju dan pengepresan. Komponen yang menggumpal selama pembuatan keju ada protein kasein. Komponen gizi selain casein akan larut bersama air sehingga total padatan whey keju cenderung tinggi dan kadar airnya cenderung rendah (Solak dan Akin, 2012). Kadar lemak juga mempengaruhi kadar air isolat protein whey. Semakin besar kadar lemak isolat protein whey maka kadar air akan semakin kecil. Hal ini sesuai dengan pernyataan Liur (2020) keberadaan lemak dan minyak pada produk pangan dapat menghambat proses evaporasi saat pemanasan. Kadar air berhubungan dengan masa simpan. Produk dengan kadar air tinggi lebih cepat busuk karena bahan pangan yang memiliki kadar air tinggi merupakan media pertumbuhan yang baik untuk mikroorganisme.

Kadar abu

Kadar abu menunjukkan kandungan mineral maupun senyawa pengotor yang ada pada suatu produk. Bahan pangan terdiri dari 96% bahan organik dan air, sisanya adalah bahan anorganik atau mineral (Badan Standardisasi Nasional, 2006). Perbedaan perlakuan memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($P < 0.05$) terhadap kadar abu. Semua perlakuan memiliki kadar abu dibawah 4%. Secara umum whey merupakan produk yang rendah kandungan mineral karena lebih dari 90% adalah air. Kadar abu yang tinggi maupun rendah dalam produk isolat protein whey bukan menjadi parameter utama. Kadar abu yang rendah juga bisa mengindikasikan proses pengolahan yang dilakukan sudah bersih dan terhindar dari kontaminasi.

Kadar lemak

Hasil analisis kadar lemak isolat protein whey menunjukkan bahwa perbedaan perlakuan memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($P < 0.05$). Nilai kadar lemak berkisar antara 3.24-9.58%. Kadar lemak tertinggi terdapat pada perlakuan K1 yaitu 100% whey keju. Isolat whey

protein keju dan tahu masih memiliki lemak yang cukup tinggi sehingga bisa dikatakan produk belum murni. Warji *et al*, (2018) mengatakan bahwa metode sederhana dalam pembuatan isolat whey protein adalah menggunakan kertas *whatman*, tetapi kelemahannya yaitu tidak sepenuhnya proses penyaringan dan masih meninggalkan residu. Proses penyaringan selain menggunakan kertas saring juga perlu dikombinasikan dengan alat *high pressure pump* untuk memisahkan komponen lemak dan laktosa. Lemak hewani umumnya bercampur dengan steroid hewani yang disebut kolesterol sedangkan lemak nabati adalah fitosterol. Hewan secara metabolisme lebih banyak memproduksi lemak karena dijadikan sebagai sumber cadangan energi dibandingkan dengan tanaman (nabati) yang tidak banyak beraktivitas sehingga produksi lemak lebih sedikit (Wahjuni, 2013). Azka *et al*, (2015) menambahkan jumlah lemak dalam hewan yang dijadikan bahan pangan ditentukan oleh keseimbangan energi hewan tersebut. Hal inilah yang menyebabkan isolat *whey* protein keju 100% (K1) memiliki kadar lemak yang lebih tinggi karena berasal dari lemak hewani (susu) dibandingkan whey tahu yang berasal dari nabati (kedelai).

Kadar protein

Pengujian kadar protein merupakan parameter utama dalam pembuatan isolat protein whey. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan jenis whey memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($P < 0.05$) terhadap kadar protein yang dihasilkan. Kadar protein tertinggi sebesar 0.34% (bb) pada perlakuan K1. Nilai ini lebih rendah dibandingkan standar isolat protein komersial. Berdasarkan analisa data protein, perlakuan K2 dibandingkan K1 memiliki selisih yang hanya sedikit. Hal ini berarti kombinasi keduanya bisa efektif dan dapat dijadikan alternatif produk yang berprotein tinggi dan relatif murah meskipun kadar lemak yang dihasilkan lebih banyak dikarenakan teknik pengolahan yang kurang efektif (kendala dalam penyaringan isolat whey protein). Isolat protein whey memiliki kandungan protein yang tinggi (Fox *et al*, 2015). Fauzi *et al*, (2023) juga mengatakan bahwa bubuk isolat protein *whey* memiliki kandungan protein sebesar 70% (bk). Menurut Warji *et al*, (2018) whey tahu mengandung kadar air sebanyak 98,28%, total padatan 0,67% dan kadar protein sebanyak 0,17%. Solak dan Akin (2012) mengatakan kandungan nutrisi di dalam whey dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya teknologi produksi, metode koagulasi dan kualitas susu yang digunakan.

Karakteristik Organoleptik

Hasil pengujian kualitas organoleptik isolat protein whey keju dan tahu disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Organoleptik Isolat Protein Whey.

No	Parameter	Perlakuan		
		K1	K2	K3
1	Warna	2.50 ± 0.82	2.80 ± 0.85	2.50 ± 1.07
2	Aroma	3.33 ± 0.96	3.50 ± 0.63	3.57 ± 0.82
3	Rasa	3.77 ± 0.90	3.77 ± 0.68	3.83 ± 0.95
4	Tekstur	3.77 ± 0.56 ^b	3.40 ± 0.77 ^b	3.97 ± 0.85 ^a
5	Keseluruhan	3.27 ± 0.41	3.37 ± 0.39	3.47 ± 0.47

Ket: K1 (isolat *whey* protein keju 100%), K2 (kombinasi isolat *whey* protein keju dan tahu 50%:50%), K3 (isolat *whey* protein tahu 100%). Superskrip berbeda pada kolom yang berbeda menunjukkan perbedaan secara signifikan ($P < 0.05$).

Hasil analisis menunjukkan kombinasi isolat protein whey tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap warna. Semua perlakuan memiliki warna yang hampir sama yaitu putih kekuningan. Nohong (2010) dan Larasati *et al*, (2016) menyatakan bahwa warna whey dari tahu adalah keruh

kekuningan sedangkan dari keju adalah putih kekuningan. Warna kuning pada whey dipengaruhi oleh kadar lemak. Semakin tinggi kadar lemak maka warna whey juga akan semakin kuning. Parameter aroma memberikan hasil rata-rata sampel memiliki aroma asam. Hal ini dikarenakan dalam proses pembuatannya menggunakan penambahan asam cuka. Aryanti *et al*, (2016) dan Putri *et al*, (2017) menyatakan whey keju memiliki aroma khas susu sedangkan whey tahu memiliki aroma khas kedelai yaitu langu. Aroma dasar tersebut dapat berubah apabila whey diolah menjadi produk lebih lanjut.

Parameter rasa memberikan hasil perbedaan jenis whey yang digunakan tidak berpengaruh nyata ($P>0.05$). Aryanti *et al*, (2016) menyatakan whey keju memiliki rasa manis sedangkan whey tahu memiliki rasa khas kedelai, tetapi rasa isolat protein whey yang dihasilkan terasa asam dikarenakan penambahan asam cuka selama proses pengolahan. Parameter tekstur memberikan hasil perbedaan jenis whey memberikan pengaruh yang nyata ($P<0.05$). Seluruh isolat protein whey memiliki tekstur berpasir. Secara keseluruhan, perbedaan perlakuan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap karakteristik organoleptik.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu perbedaan perlakuan dalam proses pembuatan isolat protein whey berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap rendemen, kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak dan tekstur namun tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap parameter pH, warna, rasa, aroma serta keseluruhan. Perlakuan yang terbaik dilihat dari hasil pengujian fisikokimia dan organoleptik adalah perlakuan 100% whey keju. Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu untuk proses penyaringan sebaiknya menggunakan penyaring dengan pompa bertekanan tinggi dan penggunaan konsentrasi asam cuka 0.5% agar karakteristiknya lebih diterima oleh konsumen.

PENGAKUAN/ACKNOWLEDGEMENTS

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Politeknik Negeri Banyuwangi yang telah memberikan support dana penelitian melalui skema penelitian dosen pemula (PDP).

DAFTAR REFERENSI

- [AOAC] Association Of Official Analytical Chemist. (2007). Official Method Of Analysis 18th. Marylan: Association Of Official Analytical Chemist, Inc.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2006. Cara Uji Kimia Bagian I: Penentuan Kadar Abu pada Produk Perikanan, 4.
- Amalia, R.N., S.D. Devy, A.S. Kurniawan, N. Hasanah, E.D. Salsabila, D. Anis, A. Ratnawati, F.M. Fadil, N.A. Syarif, G.A. & Aturdin. 2022. Potensi Limbah Cair Tahu sebagai Pupuk Organik Cair di RT. 31 Kelurahan Lempake Kota Samarinda. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Universitas Mulawarman*. Vol. 01 (1): 36-41.
- Aryanti, N., D. Kurniawati, A. Maharani, & D.H. Wardhani. 2016. Karakteristik dan Analisis Sensorik Produk Tahu dengan Koagulan Alami. *Jurnal Ilmiah Teknosains*. Vol. 2:2.
- Azka, A., Nurjanah, & A.M. Jacob. 2015. Profil Asam Lemak, Asam Amino, Total Karatenoid dan α -Tokoferol Telur Ikan Terbang. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 18(3): 250-261.
- Fatma., R. Malaka, & M. Taufik. 2015. Karakteristik *Edible Film* Berbahan Whey dan Agar dengan Menggunakan Gliserol dengan Persentase Berbeda. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*. 4(2): 63-69.
- Fatma., Soeparno, Nurliyani, C. Hotimah, & M. Taufik. 2012. Karakteristik whey Limbah Dangke dan Potensinya sebagai Produk Minuman dengan Menggunakan *Lactobacillus*

- acidophilus* FNCC 0051. *Journal Teknologi Pertanian Agritech*. 32(4): 1-5.
- Fauzi, S., T. Rialita, I.S. Setiasih, & R. Andoyo. 2023. Optimasi Proses Pemisahan Whey Protein Dengan Metode Ozonasi. *Jurnal Penelitian Pangan*. Vol 3 (1): 27-34.
- Fox, P.F., T. Uniacke-Lowe, P.L.H. McSweeney, J.A. O'Mahony. 2015. Dairy Chemistry and Biochemistry. University Collage Cork: London.
- Guimaraes, A.K.V., A.P. Camarão, & J.A.R. Filho. 2010. Botanical composition of diet selected by cattle in cultivated pastures and consorted with legumes, established with and without burning of secondary vegetation. *Agrarian*. 2 (6): 125-133.
- Juniawati, S. Usmiati, & E. Damayanthi. 2015. Karakter atau Sifat Fisik Kimia Keju Rendah Lemak dari Berbagai Bahan Baku Susu Modifikasi. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*. 12(2): 28-36.
- Juwita, Ratna., M.A. Mizar, A.R. Taufani, A.P. Fadmasari, D.A.P. Diva, E. Wahyuni, H.N. Rahmi, N. Astarin, & B.S. Wibowo. 2022. Limbah Keju Sebagai Nata De Whey. *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian kepada Masyarakat (SINAPMAS) 2022*: 96-99.
- Larasati T., J. Kusnadi, & E. Widyastuti. 2016. Pemanfaatan Whey dalam Pembuatan *Caspian Sea Yoghurt* dengan Menggunakan Isolat *Lactobacillus cremoris* dan *Acetobacter orientalis*. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 4(1): 201-210.
- Liur, I.J. 2020. Kualitas Kimia dan Mikrobiologis Daging Ayam Broiler pada Pasar Tradisional Kota Ambon. *Al-Hayat: Journal of Biology and Applied Biology*. Vol 3 (2): 59-66
- Martunis. 2012. Pengaruh Suhu dan Lama Pengeringan Terhadap Kualitas Pati Kentang Varietas Granola. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*. 4(3): 26-30.
- Naclerio F, Larumbe-Zabala E. 2016. Effects of Whey Protein Alone or as Part of a Multi-ingredient Formulation on Strength, Fat-Free Mass, or Lean Body Mass in Resistance-Trained Individuals: A Meta-analysis. *Sports Med*. 46(1):125-137.
- Nohong. 2010. Pemanfaatan Limbah Tahu Sebagai Bahan Penyerap Logam Krom, Kadmiun, dan Besi Dalam Air Lindi TPA. *Jurnal Pembelajaran Sains*, 6 (2): 257-269.
- Pagoray, H., Sulistyawati, & Fitriyani. 2021. Limbah Cair Industri Tahu dan Dampaknya Terhadap Kualitas Air dan Biota Perairan. *Jurnal Pertanian Terpadu*. 9(1): 53-65.
- Putri, W.M., N. Bunga, P.S. Dewi, & A.W. Dyah. 2017. Pemanfaatan Limbah Cair Tahu sebagai Bahan Baku Pembuatan *Nata De Soya*. *Journal of sains and entrepreneurship IV*. Universitas PGRI Semarang . Hal 647-651.
- Setyaningsih, D., A. Apriyantono., & S.M. Puspita. 2010. Analisis Sensori untuk Industri Pangan dan Agro. IPB Press: Bogor.
- Solak B.S., N. Akin. 2012. Functionality of Whey Protein. *International Journal of Health and Nutrition*. 3(1): 1-7.
- Wahjuni, S. 2013. Metabolisme Biokimia. Udayana University Press: Denpasar, Bali.
- Warji, S.S. Mardjan, S. Yuliani, & N. Purwanti. 2018. Flow Behavior of Isolate Protein from Soybeans var. Grobogan and Whey Protein Isolate at Acidic Condition under Various Heating Times. *Jurnal keteknikaan Pertanian*. Vol 6:2