

Karakteristik Konsentrat Protein Biji Labu Kuning (*Cucurbita moschata ex poir*) pada Berbagai pH Pelarut

Characteristics of Yellow Pumpkin Seed Protein Concentrate (*Cucurbita moschata ex poir*) at Various Extraction pH

Ni Putu Desva Mardany, Ni Luh Ari Yusasrini*, Ni Nyoman Puspawati

Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana
Kampus Bukit Jimbaran, Badung-Bali

*Penulis korepondensi: Ni Luh Ari Yusasrini, Email: ariyusasrini@unud.ac.id

Abstract

Protein concentrate is a product of protein isolation made from food ingredients and is known to have high protein content. Pumpkin seeds (*Cucurbita moschata ex poir*) are vegetable waste that have a fairly high protein content which is known to be used as a protein concentrate. Factors such as solvent pH in the manufacture of protein concentrate are also important to consider in order to obtain optimum protein content from pumpkin seeds. This study aims to determine the effect of solvent pH on the characteristics of pumpkin seed protein concentrate and determine the right solvent pH in protein isolation so that it can produce pumpkin seed protein concentrate with the best characteristics. The design used in this study was a Completely Randomized Design consisting of 6 levels of solvent pH treatment, namely pH 7, pH 8, pH 9, pH 10, pH 11 and pH 12. The data obtained were analyzed using Analysis of Variance (ANOVA) and treatments that influenced the parameters were continued with the Duncan Multiple Range Test (DMRT). The results showed that the pH of the solvent had a significant effect ($P < 0.05$) on the yield, water content, ash content, protein content, fat content and brightness. The best protein concentrate treatment was obtained at pH 11 (P5) with characteristics of 29.26% yield; 8.85% water content; 1.75% ash content; 67.4% protein content; 17.52% fat content and obtained 15 types of amino acids with arginine as the highest essential amino acid of 170.96 ppm and glutamate as the highest non-essential amino acid of 99.65 ppm.

Keywords: *Pumpkin Seeds, Protein Concentrate, Solvent pH*

Abstrak

Konsentrat protein merupakan produk hasil isolasi protein yang terbuat dari bahan pangan dan diketahui memiliki kandungan protein tinggi. Biji labu kuning (*Cucurbita moschata ex poir*) merupakan limbah nabati yang memiliki kandungan protein cukup tinggi yang diketahui dapat dimanfaatkan sebagai konsentrat protein. Faktor seperti pH pelarut alam pembuatan konsentrat protein juga penting diperhatikan untuk memperoleh kandungan protein dari biji labu kuning secara optimum. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pH pelarut terhadap karakteristik konsentrat protein biji labu kuning dan menentukan pH pelarut yang tepat dalam isolasi protein sehingga dapat menghasilkan konsentrat protein biji labu kuning dengan karakteristik terbaik. Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap yang terdiri dari 6 taraf perlakuan pH pelarut, yaitu pH 7, pH 8, pH 9, pH 10, pH 11 dan pH 12. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) dan perlakuan yang berpengaruh terhadap parameter dilanjutkan dengan uji berjarak ganda Duncan (DMRT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pH pelarut berpengaruh nyata ($P < 0,01$) terhadap rendemen, kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak dan kecerahan. Perlakuan konsentrat protein terbaik diperoleh pada perlakuan pH 11 (P5) dengan karakteristik rendemen 29,26%; kadar air 8,85%; kadar abu 1,75%; kadar protein 67,4%; kadar lemak 17,52% dan memperoleh 15 jenis asam amino dengan arginin sebagai asam amino esensial tertinggi sebesar 170,96 ppm dan glutamat sebagai asam amino non esensial tertinggi sebesar 99,65 ppm.

Kata Kunci: *Biji Labu Kuning, Konsentrat Protein, pH Pelarut*

PENDAHULUAN

Labu kuning (*Cucurbita moschata* ex poir) adalah salah satu bahan pangan nabati yang memiliki banyak manfaat dan mengandung berbagai kandungan gizi yang baik bagi tubuh. Berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2021 produksi labu kuning di Indonesia sendiri telah mencapai 70.000 ton/tahun khususnya di provinsi Bali. Data tersebut dapat menyatakan bahwa melimpahnya produksi labu kuning menyebabkan banyaknya pengolahan pangan dengan bahan berupa labu kuning dan tidak dipungkiri produk sampingan berupa limbah seperti biji labu kuning juga akan meningkat. Biji labu kuning sebagai limbah nabati diketahui memiliki berbagai kandungan gizi yang bermanfaat seperti asam amino, seng, magnesium, asam lemak seperti linoleat dan vitamin E (Khasanah et al. 2021). Pada penelitian Das (2022) juga melaporkan bahwa biji labu mengandung setidaknya 52% protein kasar dari biji labu yang telah dihilangkan lemaknya. Hal ini menunjukkan bahwa biji labu kuning memiliki potensi untuk dikembangkan salah satunya menjadi konsentrat protein.

Konsentrat protein menurut lembaga *Codex Alimentarius* merupakan salah satu jenis produk hasil dari isolasi protein dengan kandungan protein di dalamnya mencapai paling sedikit sebesar 40% berat kering dan termasuk protein murni. Umumnya konsentrat protein dibuat dari tepung kedelai dari biji kedelai utuh dan masih diketahui menjadi

konsentrat protein yang banyak digunakan hingga saat ini. Namun di lain sisi, jenis biji-bijian yang memiliki kandungan protein terbilang cukup banyak di Indonesia salah satunya seperti biji labu kuning yang dimana dapat dimanfaatkan untuk menekan impor kedelai. Pembuatan konsentrat protein dengan memanfaatkan limbah biji labu kuning sebagai bahan utama sekaligus mendukung gaya hidup *zero waste* dan diversifikasi pangan menuju ketahanan pangan nasional dimana biji labu kuning dapat digunakan secara berkelanjutan.

Konsentrat protein adalah bahan pangan tinggi protein yang dapat dimanfaatkan sebagai suplemen, bahan fortifikasi makanan untuk memperkaya kandungan gizi dalam produk pangan khususnya protein dan mampu memperbaiki sifat fungsional dari suatu produk pangan. Pada produk pangan konsentrat protein dapat dijadikan bahan pengganti albumin telur pada pembuatan agar-agar dan es krim lalu dapat dikonsumsi sebagai suplemen untuk anak-anak serta secara fungsional dapat memperbaiki sifat fungsional produk pangan sebagai pengembang, pengemulsi juga bahan pengisi (Hapsari et al., 2014). Pada penelitian Parate et al (2021) dilaporkan bahwa penambahan konsentrat protein whey pada biskuit dapat meningkatkan kandungan proteinnya. Selain itu, konsentrat protein juga dapat dijadikan sebagai sumber protein alternatif bagi individu dengan intoleransi terhadap laktosa atau alergi terhadap susu untuk pemenuhan nutrisi dalam tubuh.

Pembuatan konsentrat protein dapat dilakukan dengan berbagai cara seperti ekstraksi basa, ekstraksi garam atau hidrolisis enzimatis. Ekstraksi basa atau alkali adalah yang paling umum digunakan terutama karena efektivitas biaya juga efisiensinya dalam mempertahankan tingkat kelarutan protein, dimana pada suasana basa tingkat kelarutan protein biasanya akan lebih tinggi (Hadinoto et al., 2024). Ekstraksi ini memanfaatkan larutan basa (*alkaline extraction*) yang dilanjutkan dengan proses filtrasi dan pengendapan (*isoelectric precipitation*) menggunakan larutan asam. Prinsipnya protein akan dilarutkan dalam suasana basa menggunakan larutan basa kuat salah satunya Natrium hidroksida atau NaOH dengan melarutkan bahan organik yang terkandung di dalam bahan sehingga terpisah dari protein yang ada pada bahan 3 pangan yang di ekstraksi (Pratiwi et al., 2018). Pemanfaatan larutan alkali dalam proses ekstraksi dikarenakan larutan NaOH dikatakan cukup reaktif untuk menguraikan kandungan lemak sehingga protein akan mudah terlarut dari komponen senyawa lainnya serta mudah untuk dikoagulasi oleh larutan HCl pada titik isoelektriknya.

Penelitian mengenai konsentrat protein dengan metode ekstraksi alkali sudah banyak dilakukan khususnya untuk ekstraksi protein pada biji-bijian dimana telah diidentifikasi sebelumnya bahwa titik isoelektrik biji-bijian atau kacang-kacangan berada di pH 4,5 hingga 6 (Kusumah et al., 2021). Apabila dilakukan ekstraksi dengan larutan alkali maka

menjadikan pH larutan jauh diatas titik isoelektrik yang meningkatkan tingkat penguraian molekul organik dan menyebabkan terjadinya proses deprotonasi. Hal ini sejalan dengan penelitian Das et al., (2021) yang melaporkan bahwa ekstraksi protein dengan pH pelarut 9 dapat mengekstrak protein biji bayam secara optimal sehingga memberikan kemurnian dan sifat fisikokimia yang lebih baik. Pada penelitian Pratiwi (2018) juga melaporkan bahwa pada pH 4 ekstraksi 10 menghasilkan konsentrat protein kacang gude terbaik dengan kadar protein mencapai 86,15%. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari pH pelarut terhadap karakteristik konsentrat protein biji labu kuning dan menentukan pH pelarut yang tepat dalam isolasi protein sehingga menghasilkan konsentrat protein biji labu kuning dengan karakteristik terbaik.

METODE

Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari bahan baku yaitu biji labu kuning yang didapat dari hasil samping produksi jajanan pasar di daerah Pemogan dimana labu berasal dari Kintamani, Bangli berusia 3-4 bulan dengan jenis *Cucurbita muschata* ex poir. Bahan kimia yang digunakan untuk proses ekstraksi dan analisis konsentrat protein diantaranya Aquades (Sekawan Bali Sejahtera), NaOH 1N (Merck), HCl 1N (Merck), NaOH 50% (Merck), H₂SO₄ (Bratachem), H₃BO₃ (Bratachem), indikator PP

(Merck), HCl 0,1 N (Merck), tablet kjeldahl (Merck) dan Heksana (Bratachem).

Alat Penelitian

Alat yang dipergunakan dalam membuat konsentrat protein biji labu kuning dan analisisnya terdiri dari tabung *centrifuge* (Eppendorf), *centrifuge* (Corona), pH meter (smart sensor 818), pipet tetes, *cabinet drying* (Getra), grinder (Orion), ayakan 60 mesh (KZM), neraca analitik (Radwag), desikator (Behrotest), cawan aluminium, cawan porselen, seperangkat peralatan gelas (Pyrex), labu soxhlet (Pyrex), pipet volume (Pyrex) dan *colorimeter* (PCE).

Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan berbagai nilai pH pelarut. Perlakuan pH terdiri dari 6 taraf perlakuan, yaitu P1 = pH 7, P2 = pH 8, P3 = pH 9, P4 = pH 10, P5 = pH 11, P6 = pH 12. Masing – masing perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 18 unit percobaan.

Pelaksanaan Penelitian

Pembuatan tepung biji labu kuning

Proses pembuatan tepung biji labu kuning sendiri mengacu pada penelitian Iswahyudi (2023) yang dimodifikasi. Biji labu kuning yang diperoleh dari limbah produksi salah satu produsen jajanan pasar kue lumpur labu di daerah Pemogan dengan usia labu dari sejak labu berbunga sekitar 3 hingga 4 bulan. Proses pembuatan tepung biji labu kuning diawali dengan pemilihan biji labu

kuning yang mutu dan kualitas fisiknya baik dengan ciri berbentuk lonjong dan bulat tidak terlalu pipih, utuh tanpa ada tanda kerusakan serta warna biji berwarna putih pucat hingga kekuningan tidak gelap. Standar yang digunakan dalam pemilihan biji yakni biji labu kuning yang utuh tidak patah, tanpa goresan atau cacat sedikitpun. Pembuatan tepung biji labu kuning menggunakan biji labu kuning sebanyak 1 kg yang telah bersih kemudian dilanjutkan dengan proses perendaman di dalam air selama kurang lebih 1 jam untuk membantu mengurangi kadar asam fitat yang terkandung di dalam biji labu kuning (Gupta et al., 2013). Tahapan dilanjutkan dengan penirisan biji yang telah direndam kemudian dilakukan pengeringan dimana biji labu kuning dikeringkan dengan *food dehydrator* selama 4 jam pada suhu 60°C sampai biji labu kuning kering yang ditandai dengan perubahan tekstur biji labu kuning yang menjadi lebih renyah cenderung keras. Proses dilanjutkan dengan penggilingan biji labu yang sudah kering menggunakan grinder dan diayak menggunakan ayakan dengan ukuran 60 mesh hingga diperoleh tepung yang halus.

Pembuatan konsentrat protein biji labu kuning

Proses pembuatan konsentrat protein biji labu kuning sendiri mengikuti metode Pratiwi et al., (2018) yang dimodifikasi pada pH pelarutnya. Aquades terlebih dahulu diatur pH nya sesuai dengan taraf perlakuan yaitu pH 7, 8, 9, 10, 11, 12 dengan penambahan NaOH 1N sehingga

menjadi larutan basa. Tepung biji labu kuning sebanyak 10 g selanjutnya dicampur dengan 100 mL larutan basa sesuai perlakuan dan diekstraksi selama 1 jam pada suhu ruang dengan pengadukan setiap 30 menit. Selanjutnya, dilakukan proses pemisahan lemak (*defatting*) secara mekanis dengan memisahkan sejumlah lemak pada campuran yang berada diatas permukaan menggunakan pipet mikro. Larutan kemudian disentrifugasi menggunakan *centrifuge* dengan kecepatan 4000 rpm selama 15 menit sehingga diperoleh supernatan yang tersusun atas protein terlarut hasil ekstraksi dan padatan yang tersusun dari komponen lain yang tidak terlarut.

Supernatan lalu ditambahkan asam klorida 1N hingga pH larutannya mencapai pH 4,5. Protein yang terdapat pada supernatan dan mengalami presipitasi kemudian dipisahkan menggunakan *centrifuge* dengan kecepatan 4000 rpm selama 15 menit. Setelah membentuk endapan selanjutnya endapan tersebut dikeringkan menggunakan *food dehydrator* bersuhu 45°C selama 4 jam. Setelah kering, kemudian dihaluskan sehingga diperoleh serbuk konsentrat protein biji labu kuning.

Parameter yang Diamati

Parameter yang diamati meliputi kadar air dengan metode gravimetri (AOAC, 2005), kadar abu metode gravimetri (AOAC, 2019), kadar protein metode Mikro Kjeldahl (AOAC,

2005), kadar lemak (AOAC, 2005), rendemen (Dunford, 2012), nilai kecerahan (Hutching, 1999), dan profil asam amino pada perlakuan terbaik menggunakan metode kromatografi cair kinerja tinggi (HPLC) (Scott, 2003).

Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil penelitian dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) untuk menguji signifikansi pengaruh perlakuan yang dilakukan terhadap parameter yang diamati. Apabila terdapat pengaruh dari perlakuan terhadap parameter yang diamati maka pengujian dilanjutkan dengan uji berjarak ganda Duncan (DMRT) pada taraf signifikan 5% (Harsojuwono et al., 2021).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Kimia Bahan Baku

Tepung biji labu kuning sebagai produk *intermediet* adalah salah satu bahan baku dalam pembuatan konsentrat protein biji labu kuning. Bahan baku ini kemudian dianalisis kandungan proksimatnya. Kandungan proksimat yang dimaksud pada analisis diantaranya kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak dan kadar serat kasar yang kemudian nilai rata-ratanya disajikan pada Tabel 1. Tabel 1 menunjukkan bahwa tepung biji labu memiliki kadar air sebesar 7,6 persen, kadar abu sebesar 4,09 persen, kadar protein sebesar 30,52 persen, kadar serat sebesar 27,47 persen dan kadar lemak sebesar 45,92 persen.

Tabel 1. Nilai rata-rata komposisi proksimat pada tepung biji labu kuning

Komponen	Rata-rata
Kadar air (%)	7,60 ± 0,254
Kadar abu (%)	4,09 ± 0,198
Kadar protein (%)	30,52 ± 0,374
Kadar serat kasar (%)	27,47 ± 1,155
Kadar lemak (%)	45,92 ± 1,202

Keterangan: Nilai rata-rata ± standar deviasi (n=3).

Tabel 2. Nilai rata-rata rendemen pada konsentrat protein biji labu kuning

Perlakuan	Rendemen (%) bk
P1	12,25 ± 0,240 ^c
P2	16,87 ± 0,127 ^d
P3	25,87 ± 0,236 ^c
P4	28,79 ± 0,128 ^b
P5	29,26 ± 0,175 ^a
P6	29,18 ± 0,056 ^a

Keterangan: Nilai rata-rata ± standar deviasi (n=3). Nilai rata-rata diikuti oleh huruf yang berbeda dalam kolom yang sama menunjukkan perlakuan berpengaruh nyata ($P < 0,01$).

Tabel 3. Nilai rata-rata kadar air pada konsentrat protein biji labu kuning

Perlakuan	Kadar air (%) bk
P1	6,88 ± 0,355 ^c
P2	7,83 ± 0,677 ^b
P3	8,43 ± 0,160 ^{ab}
P4	8,88 ± 0,070 ^a
P5	8,50 ± 0,053 ^a
P6	8,30 ± 0,136 ^{ab}

Keterangan: Nilai rata-rata ± standar deviasi (n=3). Nilai rata-rata diikuti oleh huruf yang berbeda dalam kolom yang sama menunjukkan perlakuan berpengaruh nyata ($P < 0,01$).

Menurut penelitian Syam et al (2023) melaporkan bahwa pada tepung biji labu kuning mengandung nilai rata-rata kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar serat kasar dan kadar lemak berturut-turut yakni sebesar 4,17 persen, 4,02 persen, 35,3 persen, 14,2 persen dan 36,3 persen.

Hasil dari penelitian ini diketahui sedikit berbeda dengan hasil penelitian sebelumnya,

dimana hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti kondisi lingkungan tempat tumbuh termasuk suhu, curah hujan dan jenis tanah (Oloyede et al., 2012). Hasil analisis tepung biji labu kuning juga menunjukkan bahwa kandungan lemak sendiri menjadi kandungan tertinggi pada biji labu kuning yang diikuti dengan kandungan protein setelahnya. Menurut penelitian Syam et al (2023) kandungan lemak yang terdapat pada biji labu

kuning sendiri didominasi oleh asam lemak tak jenuh yang baik untuk kesehatan. Kandungan asam lemak tak jenuh yang mendominasi diantaranya ada asam linoleat dan asam oleat (Iswahyudi et al., 2023). Kemudian, kandungan protein dalam tepung biji labu kuning juga dapat dikatakan memiliki jumlah yang cukup tinggi yakni sebesar 30,52 persen. Kandungan protein yang terkandung di dalam tepung biji labu kuning ini dapat dimanfaatkan untuk dijadikan produk pangan yang memiliki sifat esensial bagi tubuh. Produk pangan yang dapat dikembangkan dengan memanfaatkan kandungan protein pada tepung biji labu kuning salah satunya seperti konsentrat protein biji labu kuning.

Rendemen

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pH pelarut berpengaruh nyata ($P < 0,01$) terhadap rendemen konsentrat protein biji labu kuning. Analisis parameter berupa rendemen dari konsentrat protein biji labu kuning dapat dilihat pada Tabel 2.

Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa rendemen pada konsentrat protein berkisar antara $12,25 \pm 0,240$ persen sampai $29,26 \pm 0,175$ persen dimana rendemen tertinggi didapat oleh perlakuan P5 dengan nilai sebesar $29,26 \pm 0,175$ persen yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan P6 dengan nilai sebesar $29,18 \pm 0,056$. Perlakuan dengan nilai terendah diperoleh perlakuan P1 dengan nilai sebesar $12,25 \pm 0,240$ persen yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan P3 dengan nilai sebesar $25,87 \pm 0,236$

persen. Data analisis juga menunjukkan bahwa terjadi peningkatan jumlah rendemen dari perlakuan P1 hingga P5.

Rendemen merupakan perbandingan dari produk yang dihasilkan dengan berat kering bahan baku, nilai rendemen yang semakin tinggi biasanya menyatakan banyaknya produk akhir yang dihasilkan (Wijaya et al., 2018). Rendemen tertinggi yang dihasilkan pada perlakuan P5 dapat terjadi karena kondisi larutan dengan pH tersebut jauh dari titik isoelektrik, sehingga terjadi peningkatan kelarutan protein (Inyang et al., 1996). Hal tersebut yang menyebabkan pada perlakuan P5 rendemen konsentrat protein mencapai titik maksimumnya sedangkan pada pH larutan yang lebih tinggi ($pH > 11$) didapatkan penurunan jumlah rendemen konsentrat protein dari rendemen maksimum sebesar 29,26 persen menjadi 29,18 persen pada perlakuan P6.

Hasil analisis rendemen pada penelitian ini diketahui sejalan dengan penelitian Pasally et al (2022) yang melaporkan bahwa rendemen pada ekstrak protein jewawut mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan pH pelarut dengan nilai rendemen sebesar 64,06 persen pada pH 12. Hasil dalam penelitian ini juga sejalan dengan penelitian Pratiwi et al (2018) yang melaporkan bahwa pH 10 pada ekstraksi protein kacang gude mampu menghasilkan rendemen dengan jumlah paling tinggi yakni sebesar 17,29 persen

dibandingkan dengan penggunaan $\text{pH} < 10$.

Kadar Air

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pH pelarut pada ekstraksi konsentrat protein biji labu kuning berpengaruh nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar air. Nilai rata-rata kadar air dari konsentrat protein biji labu kuning dapat dilihat pada Tabel 3.

Data pada Tabel 3 menunjukkan bahwa kadar air pada konsentrat protein berkisar antara $6,88 \pm 0,355$ persen sampai $8,88 \pm 0,070$ persen dimana kadar air tertinggi diperoleh pada perlakuan P4 dengan nilai sebesar $8,88 \pm 0,070$ persen dan tidak berbeda dengan perlakuan P5 dengan nilai sebesar $8,50 \pm 0,053$ persen. Nilai kadar air terendah kemudian diperoleh oleh perlakuan P1 sebesar $6,88 \pm 0,355$ yang berbeda nyata dengan semua perlakuan. Berdasarkan standar yang dibuat oleh *Codex International Food Standard* kadar air pada konsentrat protein harus memiliki nilai maksimal sebesar 10 persen, dimana seluruh perlakuan dalam penelitian ini diketahui sudah memenuhi standar tersebut.

Peningkatan kadar air dapat terjadi akibat sifat air yang mampu terikat pada asam-asam amino yang memiliki sifat polar sehingga pada pH yang optimal menyebabkan peningkatan jumlah asam-asam amino yang membuat air juga ikut terikat (Pratiwi et al., 2018). Selain itu, penyebab peningkatan kadar air karena adanya proses hidrasi hidrofobik atau proses dimana asam amino non polar (hidrofobik)

yang memiliki sisi rantai tidak larut dalam air terekspos secara terbuka akibat peningkatan muatan negatif setelah diekstrak pada pH yang tinggi dan jauh dari titik isoelektrik. Proses pengendapan dicegah karena tolakan elektrostatis kemudian air yang tetap terikat di sekitar permukaan hidrofobik (*water holding capacity*) membentuk struktur yang disebut *hydration shell*, merangkap asam-asam amino ini membuatnya terlihat larut dalam air dan meningkatkan kadar air (Clarke et al., 1981).

Pada pH yang terlalu tinggi nilai kadar air akan menurun karena terjadi kerusakan pada asam-asam amino tersebut sehingga sifat mengikat air (*water holding capacity*) juga berkurang tidak sama seperti saat berada pada pH optimal. Menurut penelitian Kumari et al (2022) dalam keadaan pH pelarut yang tinggi seperti pH 13 suatu konsentrat protein dari biji bijian akan mengalami penurunan kadar air karena struktur dan kelarutan protein berubah. Hal ini disebabkan oleh adanya peningkatan polisakarida non protein yang ikut terlarut sehingga mengurangi jumlah protein dalam suatu konsentrat.

Berdasarkan hasil analisis kadar air pada penelitian ini diketahui sejalan dengan penelitian Pratiwi et al (2018) yang melaporkan bahwa kadar air pada konsentrat protein kacang gude mengalami peningkatan pada pH optimal dan mengalami penurunan pada pH yang lebih tinggi, sehingga dapat

dilihat dari hasil penelitian yang dilaporkan bahwa kadar air dalam suatu konsentrat protein dipengaruhi oleh pH pelarut. Hal ini juga sejalan dengan penelitian Tirgar et al (2017) yang melaporkan bahwa ekstraksi protein pada biji rami dengan keadaan alkali mampu mengekstrak kandungan protein secara optimal sehingga memperoleh konsentrat protein dengan kadar air rendah.

Kadar abu

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pH pelarut pada pembuatan konsentrat protein biji labu kuning berpengaruh nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar abu. Nilai rata-rata kadar abu dari konsentrat protein biji labu kuning dapat dilihat pada Tabel 4. Data pada Tabel 4 menunjukkan bahwa kadar abu pada konsentrat protein berkisar antara $1,55 \pm 0,461$ persen sampai $2,54 \pm 0,203$ persen dimana kadar abu tertinggi diperoleh pada perlakuan P2 dengan nilai sebesar $2,54 \pm 0,203$ persen dan tidak berbeda nyata terhadap perlakuan P1 dengan nilai sebesar $2,45 \pm 0,030$ persen serta P3 dengan nilai sebesar $2,50 \pm 0,177$ persen. Kadar abu terendah diperoleh pada perlakuan P6 dengan nilai sebesar $1,55 \pm 0,461$ persen yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan P5 dengan nilai sebesar $1,75 \pm 0,351$ persen. Berdasarkan standar yang dibuat oleh *Codex International Food Standard*

menyatakan bahwa kadar abu pada konsentrat protein harus memiliki nilai maksimal sebesar 8 persen, dimana seluruh perlakuan dalam penelitian ini diketahui sudah memenuhi standar tersebut. Kadar abu merupakan bahan organik yang terdiri dari unsur-unsur mineral seperti kalsium, magnesium, fosfor dan banyak lagi, biasanya terdapat dalam bahan makanan (Azis et al., 2019). Pada konsentrat protein biji labu kuning diketahui kadar abu menunjukkan adanya penurunan seiring dengan peningkatan pH pelarut. Kemungkinan hal tersebut dapat terjadi dikarenakan pada saat pH pelarut mengalami peningkatan maka protein menjadi lebih larut sementara senyawa anorganik kelarutannya menurun dan mengalami proses presipitasi (Celik et al., 2019). Senyawa organik pada konsentrat protein ini dapat menyatakan seberapa murni protein yang didapat dari proses ekstraksi alkali, sehingga semakin rendah senyawa organik yang terlarut bersama dengan protein maka semakin optimal proses ekstraksi alkali yang dilakukan (Suria et al., 2024). Kadar abu yang tinggi juga dapat menunjukkan konsentrat protein yang dihasilkan tidak murni akan kandungan protein karena adanya kemungkinan kontaminasi

mineral. Hal ini sesuai dengan pernyataan McDonough (1974) dimana kadar abu pada produk konsentrat protein diharapkan memiliki nilai yang lebih rendah secara keseluruhan dibandingkan dengan nilai protein yang terkandung agar meningkatkan sifat fungsional konsentrat untuk aplikasi makanan diet juga kesehatan. Menurut Rezig et al (2013) bahwa faktor penggunaan larutan basa dalam proses ekstraksi dengan nilai pH yang tinggi dapat meningkatkan kelarutan protein kemudian menyeleksi komponen non protein sedangkan dengan penggunaan pelarut seperti kloroform atau metanol dapat menurunkan kelarutan protein sehingga komponen non protein dapat membentuk agregat yang meningkatkan jumlah kadar abu. Berdasarkan hasil analisis kadar abu pada penelitian sejalan dengan penelitian Celik et al (2019) yang melaporkan bahwa kondisi alkali dengan larutan NaOH dalam proses ekstraksi protein mampu menghasilkan konsentrat protein biji ceri dengan kadar abu sebesar 3,31 persen yang nilainya lebih rendah dibandingkan dengan kadar proteinnya sebesar 80,48 persen.

Kadar Protein

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pH pelarut pada pembuatan

konsentrat protein biji labu kuning berpengaruh nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar protein. Nilai rata-rata kadar protein dari konsentrat protein biji labu kuning dapat dilihat pada Tabel 5. Data pada Tabel 5 menunjukkan bahwa kadar protein pada konsentrat protein berkisar antara $51,4 \pm 0,291$ persen sampai $67,4 \pm 0,156$ persen dimana kadar protein tertinggi diperoleh pada perlakuan P5 dengan nilai sebesar $67,4 \pm 0,156$ persen yang berbeda nyata dengan semua perlakuan. Kadar protein terendah diperoleh pada perlakuan P1 dengan nilai sebesar $51,4 \pm 0,291$ persen yang berbeda nyata dengan semua perlakuan. Berdasarkan standar yang dibuat oleh *Codex International Food Standard* menyatakan bahwa kadar protein pada konsentrat protein harus memiliki nilai minimal sebesar 40 persen, dimana seluruh perlakuan dalam penelitian ini diketahui sudah memenuhi standar tersebut. Kadar protein tertinggi pada konsentrat protein biji labu kuning yang diperoleh dari perlakuan pH pelarut 11 diduga disebabkan oleh lingkungan larutan yang cukup basa sehingga jauh dari titik isoelektrik asam-asam amino (Pratiwi et al., 2018).

Tabel 4. Nilai rata-rata kadar abu pada konsentrat protein biji labu kuning

Perlakuan	Kadar abu (%) bk
P1	2,45 ± 0,030 ^a
P2	2,54 ± 0,203 ^a
P3	2,50 ± 0,177 ^a
P4	2,13 ± 0,149 ^{ab}
P5	1,75 ± 0,351 ^{bc}
P6	1,55 ± 0,461 ^c

Keterangan: Nilai rata-rata ± standar deviasi (n=3). Nilai rata-rata diikuti oleh huruf yang berbeda dalam kolom yang sama menunjukkan perlakuan berpengaruh nyata ($P < 0,01$).

Tabel 5. Nilai rata-rata kadar protein pada konsentrat protein biji labu kuning

Perlakuan	Kadar protein (%) bk
P1	51,4 ± 0,291 ^f
P2	54,43 ± 0,318 ^e
P3	65,19 ± 0,634 ^c
P4	66,64 ± 0,200 ^b
P5	67,4 ± 0,156 ^a
P6	55,28 ± 0,137 ^d

Keterangan: Nilai rata-rata ± standar deviasi (n=3). Nilai rata-rata diikuti oleh huruf yang berbeda dalam kolom yang sama menunjukkan perlakuan berpengaruh nyata ($P < 0,01$).

Tabel 6. Nilai rata-rata kadar lemak pada konsentrat protein biji labu kuning

Perlakuan	Kadar lemak (%) bk
P1	39,18 ± 0,071 ^a
P2	30,37 ± 0,148 ^b
P3	23,28 ± 0,062 ^c
P4	21,63 ± 0,330 ^d
P5	17,52 ± 0,378 ^e
P6	13,48 ± 0,235 ^f

Keterangan: Nilai rata-rata ± standar deviasi (n=3). Nilai rata-rata diikuti oleh huruf yang berbeda dalam kolom yang sama menunjukkan perlakuan berpengaruh nyata ($P < 0,01$).

Derajat keasaman (pH) dapat mempengaruhi kadar protein suatu konsentrat protein disebabkan karena beberapa protein nabati memiliki titik isoelektrik di kisaran pH 4 sampai pH 5 dimana pada pH tersebut daya tarik menarik antara gugus negatif dan gugus positif pada suatu protein cukup tinggi yang

menyebabkan proses pengendapan sedangkan pada pH diluar titik isoelektrik menyebabkan turunnya daya tarik menarik antara molekul penyusun protein yang ditunjukkan dengan tingginya kelarutan protein dalam pelarut saat proses ekstraksi dengan perlakuan pH (Vani et al., 1995).

Tingginya pH larutan pada proses

ekstraksi protein diketahui mampu meningkatkan kelarutan protein di dalam larutan dimana pH pelarut yang optimum berada dikisaran pH 10 sampai 12. Hal tersebut juga didukung oleh pernyataan Lehninger (2004) dimana keadaan larutan yang jauh dari titik isoelektrik atau alkali mampu membuat ion OH^- mengikat ion H^+ pada gugus-gugus penyusun asam amino ($-\text{NH}_3^+$) dalam suatu protein sehingga protein tersebut membentuk ion negatif ($-\text{COO}^-$). Kondisi ekstraksi yang semakin basa diketahui meningkatkan ion OH^- sehingga semakin banyak pula ion H^+ yang terikat pada gugus $-\text{NH}_3$, hal tersebut yang menyebabkan tingginya kelarutan protein dalam larutan. Menurut pernyataan Buxbaum (2007) pH dikatakan memiliki pengaruh terhadap kadar protein pada suatu konsentrat disebabkan karena pada pH isoelektrik biasanya gugus muatan negatif dan gugus muatan positif jumlahnya akan sama yang menyebabkan molekul protein pada biji labu kuning lebih mudah mengalami proses agregasi. Selanjutnya pada proses ekstraksi dengan suasana pH yang sangat basa biasanya dapat menimbulkan proses hidrolisis alkali pada ikatan peptida di dalam suatu protein khususnya protein nabati. Hidrolisis ini mampu mengurangi kadar protein total akibat adanya proses denaturasi protein.

Hal ini dapat dilihat pada perlakuan P6 dengan pH pelarut sebesar 12 dimana terjadi penurunan kandungan protein dari perlakuan

sebelumnya akibat suasana ekstraksi alkali yang lebih tinggi. Pemecahan asam amino menjadi asam amino bebas dalam proses denaturasi protein biasanya dapat menghasilkan produk sampingan seperti zat lisinoalanin yang mempengaruhi sifat fungsional dari protein itu sendiri (Chandran et al., 2024). Lisinoalanin (LAL) merupakan senyawa yang terbentuk dari residu lisin yang gugus epsilon-aminonya masih terikat oleh metil dari residu alanin, pembentukan senyawa ini dapat dipercepat dalam keadaan alkali serta suhu yang tinggi (Karmas et al., 2012). Zat lisinoalanin pada produk konsentrat protein dikatakan mampu mengikat lisin sebagai salah satu asam amino esensial yang ada pada protein nabati, akibat jumlah lisin yang sedikit pada protein nabati menyebabkan zat lisinoalanin dihindari kemunculannya dalam pembuatan konsentrat protein dengan pemanfaatan pH alkali (Friedman., 1999).

Berdasarkan hasil analisis kadar protein pada penelitian ini diketahui sejalan dengan penelitian Hahn et al (2025) yang melaporkan bahwa kadar protein pada biji semangka dapat diekstrak secara optimal pada suasana alkali. Hal ini juga sejalan dengan penelitian Makkar et al (2008) yang melaporkan bahwa pH 11 dalam ekstraksi protein pada biji jarak pagar mampu mengekstrak kandungan protein secara optimal sehingga memperoleh konsentrat protein biji jarak pagar dengan kadar protein tertinggi.

Kadar lemak

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pH pelarut pada pembuatan konsentrat protein biji labu kuning berpengaruh nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar lemak. Nilai rata-rata kadar lemak dari konsentrat protein biji labu kuning dapat dilihat pada Tabel 6.

Data pada Tabel 6 menunjukkan bahwa kadar lemak pada konsentrat protein biji labu kuning berkisar antara $13,48 \pm 0,235$ persen sampai $39,18 \pm 0,071$ persen dimana kadar lemak tertinggi diperoleh pada perlakuan P1 dengan nilai sebesar $39,18 \pm 0,071$ persen yang berbeda nyata dengan semua perlakuan. Kadar lemak terendah kemudian diperoleh oleh perlakuan P6 dengan nilai sebesar $13,48 \pm 0,235$ persen. Terdapat perbedaan yang signifikan dari perlakuan P1 hingga P6 dimana tren nilai kadar lemak juga menunjukkan bahwa lemak mengalami penurunan dari perlakuan P1 hingga P6.

Tepung biji labu kuning diketahui memiliki kandungan lemak yang cukup tinggi. Lemak dihindari dalam proses pembuatan konsentrat protein, tingginya lemak mampu memicu proses oksidasi yang dapat merusak konsentrat protein. Menurut Anita et al (2009) juga melaporkan bahwa kadar lemak yang terlalu tinggi pada produk berbasis tepung-tepungan dapat merugikan dalam proses penyimpanannya karena memicu ketengikan. Tetapi, kadar lemak ini diketahui dapat mengalami penurunan akibat

pengaruh pH pelarut pada pembuatan konsentrat protein. Pada penelitian ini terjadi penurunan kadar lemak hingga 13,48 persen pada konsentrat protein biji labu kuning.

Pada pH netral atau di titik isoelektrik protein biasanya dapat berikatan dengan molekul lemak karena protein cenderung memiliki sisi non polar tetapi pada lingkungan pH tinggi ($pH > 7$) struktur protein dapat berubah sehingga lemak terpisah dari protein selama proses ekstraksi. Menurut penelitian Pratiwi et al (2018) pada pH yang jauh dari titik isoelektrik protein akan mengalami peningkatan kelarutannya dalam ekstraktan kemudian lemak akan berada diatas permukaan ekstraktan . Pernyataan tersebut menunjukkan bahwa lemak sendiri tidak bisa larut dalam air karena perbedaan berat jenis kedua molekul, dimana lemak memiliki berat jenis yang lebih rendah dibandingkan dengan campuran aquades dan NaOH sehingga dapat berada diatas permukaan ekstraktan dan terpisah saat proses sentrifugasi (Junita et al., 2017). Faktor tersebut yang akhirnya menyebabkan pada pH pelarut yang jauh dari titik isoelektrik protein mulai larut di dalam air dan lemak tidak akan ikut terlarut sehingga mengurangi jumlah kadar lemak seiring dengan peningkatan pH pelarut.

Berdasarkan hasil analisis kadar lemak pada penelitian ini diketahui sejalan dengan penelitian Hahn et al (2025) yang melaporkan bahwa kadar lemak pada biji semangka juga mengalami penurunan saat

tepung biji semangka diekstrak menjadi konsentrat protein menggunakan metode ekstraksi alkali. Hal ini juga sejalan dengan penelitian Lan et al (2020) yang melaporkan bahwa konsentrat protein biji rami juga memiliki kadar lemak yang rendah saat diekstrak pada kondisi pH optimum dengan larutan alkali.

Kecerahan

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pH pelarut pada pembuatan konsentrat protein biji labu kuning berpengaruh nyata ($P < 0,01$) terhadap nilai kecerahan. Nilai rata-rata kecerahan dari konsentrat protein biji labu kuning dapat dilihat pada Tabel 7. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pH pelarut berpengaruh nyata ($P < 0,01$) terhadap kecerahan konsentrat protein biji labu kuning. Pada nilai L^* terdapat penurunan nilai kecerahan dari perlakuan P1 sampai P6. Pada Tabel 7 diketahui bahwa nilai kecerahan produk (L^*) berkisar diantara $50,16 \pm 0,590$ persen sampai dengan $62,86 \pm 0,227$ persen. Nilai L^* tertinggi diperoleh oleh perlakuan P1 dengan nilai sebesar $62,86 \pm 0,227$ dan terendah diperoleh oleh perlakuan P6 dengan nilai $50,16 \pm 0,590$. Data nilai kecerahan (L^*) menunjukkan bahwa seiring peningkatan pH saat ekstraksi protein pada biji labu kuning menyebabkan nilai L^* pada konsentrat protein semakin menurun.

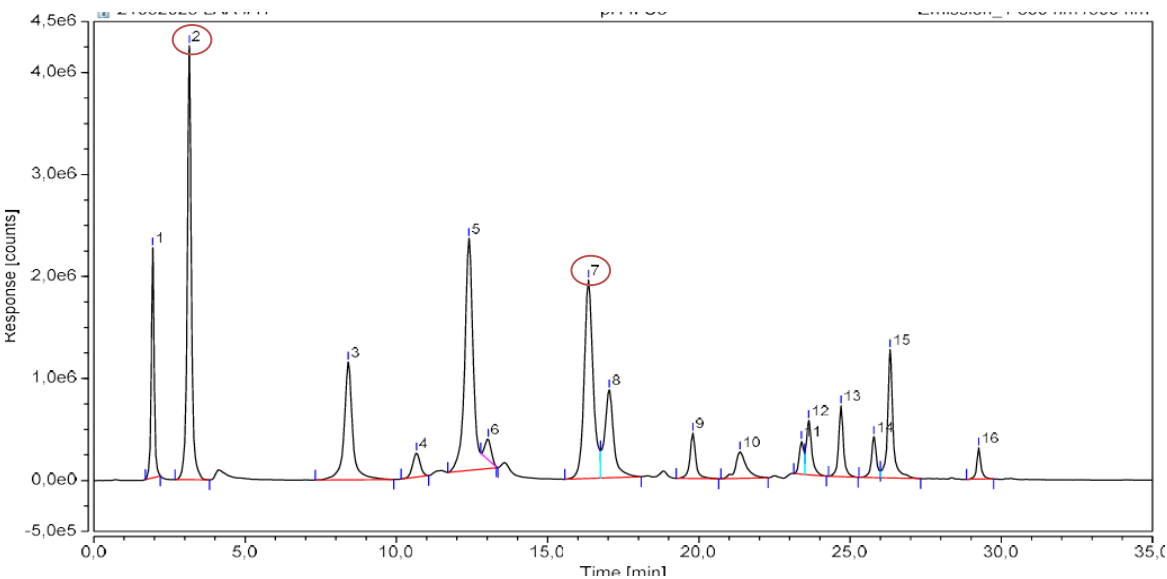
Hal ini disebabkan karena warna yang dimiliki tepung biji labu kuning sendiri

berwarna krem dengan *hint* hijau sehingga pada proses pembuatan konsentrat protein akan menghasilkan warna krem ke arah kecoklatan. Selain itu, penurunan kecerahan konsentrat protein juga dapat terjadi akibat reaksi *maillard* yang dipercepat pada pH pelarut tinggi (Liu et al., 2014). Pada pH pelarut yang tinggi biasanya proses *maillard* ini terjadi lebih cepat dikarenakan gugus amino pada struktur asam amino menjadi lebih reaktif terhadap gugus karboksilat sehingga mempercepat proses *maillard* serta menghasilkan serangkaian reaksi senyawa hingga terbentuk pigmen coklat yang menurunkan nilai kecerahan pada konsentrat protein biji labu kuning (Martins, 2000). Kecerahan yang lebih rendah dapat mengindikasikan adanya perubahan warna yang tidak diinginkan, yang dapat mempengaruhi kualitas sensoris dan penerimaan konsumen terhadap produk akhir (Pratiwi et al., 2018). Pernyataan ini juga diperkuat penelitian Kusnandar (2010) yang melaporkan bahwa laju reaksi *maillard* dapat terjadi akibat adanya faktor eksternal seperti pH larutan. Warna coklat yang dihasilkan oleh konsentrat juga dapat terjadi akibat adanya proses *browning* non enzimatis pada konsentrat protein akibat kondisi pH alkali. Reaksi *browning* sendiri diketahui dapat memicu timbulnya senyawa melanoidin penyebab warna kecoklatan pada produk (Prabasini et al., 2013).

Tabel 7. Nilai rata-rata kecerahan pada konsentrat protein biji labu kuning

Perlakuan	Nilai L*
P1	62,86±0,227 ^a
P2	60,72±0,828 ^b
P3	55,42±0,544 ^c
P4	53,69±0,896 ^d
P5	52,28±0,566 ^e
P6	50,16±0,590 ^f

Keterangan: Nilai rata-rata ± standar deviasi (n=3). Nilai rata-rata diikuti oleh huruf yang berbeda di setiap baris dalam kolom yang sama menunjukkan perlakuan berpengaruh nyata (P < 0,01).



Gambar 1. Kromatogram profil asam amino konsentrat protein biji labu kuning

Berdasarkan hasil analisis kecerahan pada penelitian ini diketahui sejalan dengan penelitian Celik et al (2019) yang melaporkan bahwa kecerahan pada produk konsentrat protein biji ceri mengalami penurunan setelah proses ekstraksi alkali dibandingkan dengan tepung biji ceri, dimana semakin tinggi pH pelarut maka nilai kecerahan semakin menurun. Hal ini juga sejalan dengan penelitian Kaur et al (2022) yang melaporkan bahwa nilai pH pada media ekstraksi mampu mempengaruhi

kecerahan pada konsentrat protein daun lobak karena adanya proses degradasi klorofil akibat lingkungan basa saat proses ekstraksi.

Profil Asam Amino

Asam amino adalah senyawa organik yang menyusun protein dan memiliki dua buah gugus fungsional primer yakni gugus amin dan gugus karboksil (Triandita et al., 2017). Analisis profil asam amino kemudian dilakukan pada perlakuan terbaik konsentrat protein biji labu kuning

yang ditentukan berdasarkan nilai terbaik dari masing-masing variabel seperti rendemen, kadar air, kadar abu, kadar protein dan kadar lemak (Lampiran 7). Penentuan perlakuan terbaik dengan variabel tersebut dilakukan untuk mempertimbangkan kualitas keseluruhan produk sehingga analisis profil asam amino yang didapat juga lebih optimal. Selain itu, variabel kecerahan tidak dimasukkan ke dalam faktor penentuan perlakuan terbaik dikarenakan nilai kecerahan bersifat subjektif dimana tujuan penggunaan tabel matriks adalah menghindari bias subjektif dalam penentuan perlakuan terbaik. Berdasarkan pertimbangan tersebut maka perlakuan terbaik diperoleh dari perlakuan P5 dengan pH pelarut 11. Adapun kromatogram analisis profil asam amino dapat dilihat pada Gambar 1 dan komposisi asam amino dari perlakuan terbaik konsentrat protein biji labu kuning dapat dilihat pada Tabel 8. Analisis profil asam amino pada perlakuan terbaik konsentrat protein biji labu kuning dilakukan untuk mengetahui komposisi dan kualitas nutrisi pada protein yang terkandung (Mariotti, 2008). Hasil analisis profil asam amino dari konsentrat protein biji labu kuning menunjukkan bahwa konsentrat protein biji labu kuning memiliki 10 jenis asam amino esensial yang terdiri dari histidin, treonin, arginin, tirosin, metionin, valin, phenilalanin, isoleusin, leusin dan lisin serta 5 jenis asam amino non esensial yang terdiri

dari asam aspartat, asam glutamat, serin, glisin dan alanin. Hasil analisis juga menunjukkan jenis asam amino dengan jumlah kadar tertinggi pada konsentrat protein biji labu kuning diperoleh oleh asam amino esensial arginin dengan kadar sebanyak 170,96 ppm sedangkan pada jenis asam amino non esensial kadar tertinggi diperoleh oleh asam glutamat sebanyak 99,65 ppm. Arginin sebagai salah satu asam amino esensial merupakan asam amino yang banyak dimiliki oleh protein nabati, dimana struktur rantainya tersusun dari gugus guanidin dan gugus amina (Purnawan et al., 2014). Penelitian Hertzler et al (2020) juga melaporkan pada konsentrat protein kedelai memiliki kandungan asam amino jenis arginin tiga kali lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrat protein dari air dadih. Penelitian Utari et al (2011) juga melaporkan bahwa tempe memiliki kandungan arginin yang cukup tinggi yakni sebesar 6,58 persen dibandingkan dengan jenis asam amino yang lainnya. Arginin diketahui diperlukan dalam tubuh untuk mengatur sekresi hormon, membantu siklus urea, berfungsi dalam mempertahankan imun tubuh serta sintesis oksida nitrat juga kreatin dalam tubuh (Wu et al., 1998). Arginin juga dapat dimanfaatkan menjadi suatu suplemen karena fungsinya yang mampu menurunkan tekanan darah, mempercepat penyembuhan luka dan mengurangi kelelahan otot (Wu et al., 2021).

Tabel 8. Profil asam amino konsentrat protein biji labu kuning

No	Jenis asam amino	Waktu retensi (menit)	Luas area (%)	Konsentrasi (ppm)
1	Asam aspartat	1,945	6,13	34,65
2	Asam glutamat	3,152	16,91	99,65
	Serin	8,409	9,26	49,35
4	Histidin	10,665	1,69	20,22
5	Glisin	12,399	18,97	66,88
6	Treonin	13,032	1,16	3,17
7	Arginin	16,349	16,44	170,96
8	Alanin	17,035	7,39	33,69
9	Tirosin	19,802	2,48	80,44
10	Metionin	23,392	3,02	6,17
11	Valin	23,635	2,75	13,29
12	Phenilalanin	24,699	3,21	30,54
13	Isoleusin	25,789	2,87	10,15
14	Leusin	26,325	6,47	147,78
15	Lisin	29,255	1,25	143,63

Pada asam amino non esensial diketahui kandungan asam glutamat memiliki kadar yang cukup tinggi terkandung oleh biji labu kuning. Asam glutamat sebagai asam amino non esensial merupakan asam amino yang secara alami terkandung dalam suatu bahan pangan tinggi akan kandungan protein, dimana asam glutamat memberi karakteristik pada suatu produk pangan khususnya rasa dari produk tersebut (Arsil et al., 2023). Penelitian Fasuan et al (2018) juga melaporkan bahwa konsentrat protein biji wijen memiliki kandungan asam glutamat yang lebih tinggi sebesar 16,54 persen dibandingkan dengan

telur jenis Hen's yakni sebesar 12 persen. Pada penelitian Wani et al (2011) juga ikut melaporkan pada konsentrat protein biji semangka asam glutamat menjadi penyusun kandungan asam amino tertinggi dengan kadar maksimal sebesar 16,7 persen. Asam glutamat diketahui berperan sebagai antioksidan dalam tubuh yang terlibat di dalam sintesis glutasi yang berfungsi melindungi tubuh dari stres oksidatif dan detoksifikasi zat asing (Brosnan et al., 2013). Pada produk pangan asam glutamat juga sering dimanfaatkan khususnya dalam pembuatan bahan tambahan pangan seperti *monosodium*

glutamat (MSG) yang digunakan untuk memperkuat cita rasa makanan serta menimbulkan rasa umami pada produk pangan akhir.

Semua jenis asam amino yang tersusun dalam protein tentunya memiliki fungsi penting dalam tubuh, dimana kekurangan asam amino dapat menyebabkan gangguan perkembangan otak dan mengganggu perbaikan jaringan otot (Rieuwpassa et al., 2024). Dari hasil analisis asam amino dapat diketahui bahwa keberadaan asam amino esensial dan asam amino non esensial pada konsentrat protein biji labu kuning mampu berperan penting dalam menunjang kebutuhan akan asam amino di dalam tubuh serta berkontribusi dalam fungsi fisiologis diluar fungsi dalam tubuh.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat diperoleh kesimpulan bahwa perlakuan pH pelarut berpengaruh nyata ($P < 0,01$) terhadap rendemen, kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak dan kecerahan. Konsentrat protein biji labu kuning terbaik diperoleh pada perlakuan dengan pH pelarut 11 dengan karakteristik rendemen sebesar 29,26%, kadar air sebesar 8,50%, kadar abu sebesar 1,75%, kadar protein sebesar 67,4%, kadar lemak sebesar 17,52% dan kecerahan sebesar 52,28. Hasil analisis profil asam amino menunjukkan bahwa konsentrat protein biji labu kuning memiliki 15 jenis

asam amino dengan arginin sebagai asam amino esensial tertinggi sebesar 170,96 ppm dan glutamat sebagai asam amino non esensial tertinggi sebesar 99,65 ppm.

DAFTAR PUSTAKA

- Amoo, I. A., Adebayo, O. T., Oyeleye, A. O. (2006). Chemical Evaluation of Winged Beans (*Psophocarpus tetragonolobus*), Pitanga Cherries (*Eugenia uniflora*) and Orchid Fruit (*Orchid fruit myristica*). *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 6(2).
- Anita, S. (2009). Studi Sifat Fisiko-Kimia, Sifat Fungsional Karbohidrat, dan Aktivitas Antioksidan Tepung Kecambah Kacang Komak (*Lablab Purpureus (L.) Sweet*) (Doctoral Dissertation, IPB (Bogor Agricultural University)).
- AOAC International. (2005). Official Methods of Analysis of AOAC International 18th edition. Vol 2. Horwitz W and Latimer Jr., G.W. (editor). Gaithersburg, Maryland. USA.
- AOAC International. (2019). Official Methods Of Analysis Book (21st Edition). Association of Official Analytical Chemist. Inc. www.aoac.org/official-methods-of-analysis-21st-edition-2019/.
- Azhar, M. (2016). Biomolekul sel: karbohidrat, protein, dan enzim.
- Azis, R., & Akolo, I. R. (2019). Karakteristik Mutu Kadar Air, Kadar Abu dan Organoleptik Pada Penyedap Rasa Instan. *Journal Of Agritech Science (JASc)*, 3(2), 60-77.

- <https://doi.org/10.30869/jasc.v3i2.396>.
- Budijanto, S., Sitanggang, A. B., & Murdiati, W. (2011). Karakterisasi Sifat Fisiko-Kimia Dan Fungsional Isolat Protein Biji Kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus L.*) [Characterization of Physicochemical and Functional Properties of Winged-Bean (*Psophocarpus tetragonolobus L.*) Protein Isolate]. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 22(2), 130-130.
- Buxbaum, E. (2007). Fundamentals of Protein Structure and Function (Vol. 31). New York: Springer.
- Celik, M., Güzel, M., & Yildirim, M. (2019). Effect of pH on Protein Extraction from Sour Cherry Kernels and Functional Properties of Resulting Protein Concentrate. *Journal of Food Science and Technology*, 56, 3023-3032. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03785-8>.
- Chandran, A. S., Kashyap, P., & Thakur, M. (2024). Effect of Extraction Methods on Functional Properties of Plant Proteins: A Review. *eFood*, 5(3), e151. <https://doi.org/10.1002/efd2.151>.
- Cheftel, J. C., Cuq, J. L., & Lorient, D. (1985). Amino Acid, Peptides, and Proteins. di dalam Fennema OR. *Food Chemistry*, 245-370.
- Clarke, S. (1981). The Hydrophobic Effect: Formation of Micelles and Biological Membranes, (Tanford, Charles).
- Codex Alimentarius International. (1989). General Standard for Soy Protein Products CXS 175-1989. USA: FAO.
- Coelho, M. S., & de las Mercedes Salas-Mellado, M. (2018). How Extraction Method Affects The Physicochemical and Functional Properties of Chia Proteins. *Lwt*, 96, 26-33. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.05.010>.
- Cui, L., Bandillo, N., Wang, Y., Ohm, J.-B., Chen, B., & Rao, J. (2020). Functionality and structure of yellow pea protein isolate as affected by cultivars and extraction pH. *Food Hydrocolloids*, 106008. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.106008>.
- Dari, D. W., Junita, D. (2021). Karakteristik Fisik dan Sensori Minuman Sari Buah Pedada. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 23(3), 532-541. <https://doi.org/10.33508/jtpg.v20i1.2863>.
- Das, M., Devi, L. M., Badwaik, L. S. (2022). Ultrasound-Assisted Extraction of Pumpkin Seeds Protein and Its Physicochemical and Functional Characterization. *Applied Food Research*, 2(1), 100121. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100121>.
- Das, D., Mir, N. A., Chandla, N. K., Singh, S. (2021). Combined Effect of pH Treatment and The Extraction pH on The Physicochemical, Functional and Rheological Characteristics of Amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) Seed Protein Isolates. *Food Chemistry*, 353, 129466.
- Dunford, N. T. (2012). Food and Industrial Bioproducts and Bioprocessing. Wiley-Blackwell, U.S.A.
- Elfita, L. (2014). Analisis Profil Protein dan

- Asam Amino Sarang Burung Walet (Collocalia fuchiphaga) sal Painan. *Jurnal Sains Farmasi & Klinis*, 1(1), 27- 37.
- Elsohaimy, S. A., Refaay, T. M., Zaytoun, M. A. M. (2015). Physicochemical and Functional Properties of Quinoa Protein Isolate. *Annals of Agricultural Sciences*, 60(2), 297-305. <https://doi.org/10.1016/j.aoas.2015.10.007>
- Fennema, O. R. (2008). Fennema's Food Chemistry. S. Damodaran, & K. L. Parkin (Eds.). Boca Raton: CRC press.
- Friedman, M. (1999). Chemistry, Nutrition, and Microbiology of D-amino Acids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(9), 3457-3479. <https://doi.org/10.1021/jf990080u>.
- Ghelichi, S., Sørensen, A. D. M., Náthia-Neves, G., & Jacobsen, C. (2024). pH-Dependent Extraction of Antioxidant Peptides from Red Seaweed *Palmaria palmata*: A Sequential Approach. *Marine Drugs*, 22(9), 413. [10.3390/md22090413](https://doi.org/10.3390/md22090413).
- Hahn, A., Liszka, J., Maksym, J., Nemš, A., & Miedzińska, J. (2025). Preliminary Data of the Nutritive, Antioxidative, and Functional Properties of Watermelon (*Citrullus lanatus* L.) Flour and Seed Protein Concentrate. *Molecules*, 30(1), 181. <https://doi.org/10.3390/molecules30010181>
- Harsojuwono, B. A., Arnata, I. W., Puspawati, G. A. K. D., Pratiwi, I. D. P. K. (2021). Rancangan Percobaan: Teori dan Aplikasinya. *Inteligencia Media, Malang*.
- Hernández Ramírez, J. A., Ulloa, J. A., Ulloa Rangel, B. E., Rosas Ulloa, P. (2024). Valorization of The Noni (*Morinda citrifolia*) Seeds As Source of A Protein Concentrate and Its Physicochemical, Functional, and Structural Characterization.
- Hertzler, S. R., Lieblein-Boff, J. C., Weiler, M., & Allgeier, C. (2020). Plant Proteins: Assessing Their Nutritional Quality and Effects on Health and Physical Function. *Nutrients*, 12(12), 3704. <https://doi.org/10.3390/nu12123704>.
- Inyang, U.E., Iduh, A.O. (1996). Influence of pH and Salt Concentration on Protein Solubility, Emulsifying and Foaming Properties of Sesame Protein Concentrate. *Journal Am Oil Chem Soc* 73, 1663–1667. <https://doi.org/10.1007/BF02517969>
- Iswahyudi, I., Arindani, S. M., Muhdar, I. N. (2023). Pemanfaatan Tepung Biji Labu Kuning Dalam Pembuatan Pie Susu Sebagai Alternatif Camilan Sumber Zink. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*, 15(1), 47-56. <https://doi.org/10.17969/jtipi.v15i1.24595>
- Karmas, E., & Harris, R. S. (2012). Nutritional Evaluation of Food Processing. Springer Science & Business Media.
- Kaur, G., Bhatia, S. (2022). Radish Leaf Protein Concentrates: Optimization of Alkaline Extraction for Production and Characterization of An Alternative Plant Protein Concentrate. *Food Measure* 16, 3166–3181 <https://doi.org/10.1007/s11694-022-01411-4>.
- Khasanah, T. A., Mumpuni, C. E. (2021).

- Pengaruh Formulasi Tepung Ikan Haruan, Tepung Buah dan Biji Labu Kuning Pada Biskuit Terhadap Kandungan Gizi dan Daya Terima. *Journal of Nutrition College*, 10(1), 1-9. <https://doi.org/10.14710/jnc.v10i1.28486>.
- Kumari, N., Kumar, P., & Wani, S. A. (2022). Effect of Extraction Parameters on The Isolation of Fenugreek Seed Protein and Characterization of Fenugreek Protein Concentrate. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 14(SP2), 1-12. <https://doi.org/10.15586/qas.v14iSP1.1148>.
- Kurniati, E. (2009). Pembuatan Konsentrat Protein Dari Biji Kecapir Dengan Penambahan HCl. *Jurnal Penelitian Ilmu Teknik*, 9(2), 115-122.
- Kusnandar, F. (2010). *Kimia Pangan*. Dian Rakyat, Jakarta.
- Lan, Y., Ohm, J. B., Chen, B., & Rao, J. (2020). Physicochemical Properties and Aroma Profiles of Flaxseed Proteins Extracted from Whole Flaxseed and Flaxseed Meal. *Food Hydrocolloids*, 104, 105731. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.105731>.
- Lehninger, A. L. (2004). *Lehninger Principles of Biochemistry: David L. Nelson, Michael M. Cox*. New York: Recording for the Blind & Dyslexic.
- Makkar, H. P., Francis, G., & Becker, K. (2008). Protein Concentrate from Jatropha Curcas Screw-pressed Seed Cake and Toxic and Antinutritional Factors in Protein Concentrate. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(9), 1542–1548. <https://doi.org/10.1002/jsfa.3248>
- Mangino, M.E. (1992). Properties of Whey Protein Concentrates. In: Zadow, J.G. (eds) *Whey and Lactose Processing*. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-011-2894-0_7.
- McDonough, F. E., Hargrove, R. E., Mattingly, W. A., Posati, L. P., & Alford, J. A. (1974). Composition and Properties of Whey Protein Concentrates From Ultrafiltration. *Journal of Dairy Science*, 57(12), 1438-1443. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(74\)85086-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(74)85086-1).
- Milad Hadidi, Fatemeh Aghababaei, David Julian McClements. (2023). Enhanced Alkaline Extraction Techniques For Isolating and Modifying Plant-Based Proteins, *Food Hydrocolloids*.109132. ISSN 0268-005X.
- Nurdin, A., Setiasih, I. S., & Djali, M. (2017). Pengaruh Pengeringan Ampas Tahu Terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Tepung Ampas Tahu. *Jurnal Penelitian Pangan*, 2(1).
- Nurhayati, N., Mappiratu, M., & Musafira, M. (2018). Pembuatan Konsentrat Protein Dari Biji Kelor (*Moringa oleifera* L.) dan Analisis Profil Asam Amino. KOVALEN: *Jurnal Riset Kimia*, 4(1),24-32. <https://doi.org/10.22487/kovalen.2018.v4.i1.10180>
- Oloyede, F. M., Obisesan, I. O., Agbaje, G. O., & Obuotor, E. M. (2012). Effect of NPK Fertilizer on Chemical Composition of Pumpkin (*Cucurbita pepo* Linn.) seeds.

- The Scientific World Journal* (1), 808196. <https://doi.org/10.1100/2012/808196>.
- Pasally, S. (2022). Isolasi Protein Jewawut (Setaria Italica L) Dengan Metode Kjeldahl. *INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi*, 1(3), 244-251. <https://doi.org/10.55123/insologi.v1i3.426>.
- Peñaflorida V. D., (1989) An Evaluation of Indigenous Protein Sources as Potential component in The Diet Formulation for Tiger rawn, Penaeus Monodon, Using essential Amino Acid Index (EAAI). *Aquaculture*. 83:319- 330.
- Prabasini, H., Ishartani, D., & Muhammad, D. R. A. (2013). Kajian Sifat Kimia dan Fisik Tepung Labu Kuning (*Cucurbita moschata*) dengan Perlakuan Blanching dan Perendaman dalam Natrium Metabisulfit (Na₂S₂O₅). *Jurnal Teknosains Pangan*, 2(2).
- Prastari, C., Sinaga, I., & Amanda, L. (2024). Ekstraksi Konsentrat Protein Ikan Gabus (Channa Striata) Dengan Bahan Pengekstrak Aseton. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 13(1), 76-86.
- Pratiwi H., Yusasrini, N. A., & Putra, I. N. K. (2018). Pengaruh pH ekstraksi terhadap rendemen, sifat fisiko-kimia dan fungsional konsentrat protein kacang gude (Cajanus cajan (L.) Millsp.). *Jurnal ITEPA Vol*, 7(1), 1-11.
- Purnawan, C., Purwanto, P., Martini, T., Kusumaningtyas, T., & Ambarrukmi, A. R. (2014). Sintesis Kitosan-Argini dengan Katalis Piridin dan Uji Aktivitas Antibakteri terhadap *Escherichia coli*. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 3(2).
- Rezig, L., Chibani, F., Chouaibi, M., Dalgarrondo, M., Hessini, K., Guéguen, J., & Hamdi, S. (2013). Pumpkin (*Cucurbita maxima*) Seed Proteins: Sequential Extraction Processing and Fraction Characterization. *Journal of agricultural and food chemistry*, 61(32), 7715-7721. <https://doi.org/10.1021/jf402323u>.
- Rieuwpassa, F. J., Karimela, E. J. (2024). Analisis Standar Mutu dan Asam Amino Konsentrat Protein Ikan Sunglir (Elagatis bipinnulatus). *Jurnal Teknologi Pangan*, 7(1), 1-5. <https://doi.org/10.14710/jtp.2023.22419>.
- Rohmah, N., Kurniasih, R. A., Sumardianto, S. (2022). Pengaruh Perbedaan Metode Ekstraksi Terhadap Karakteristik Tepung Tulang Sotong (Sepia sp.). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*, 4(1), 1-8. <https://doi.org/10.14710/jitpi.2022.13097>.
- Ruiz, G. A., Xiao, W., van Boekel, M., Minor, M., Stieger, M. (2016). Effect of extraction pH on heat-induced aggregation, gelation and microstructure of protein isolate from quinoa (Chenopodium quinoa Willd). *Food Chemistry*, 209, 203–210.
- Selmane, D., Vial, C., and Djelveh, G. (2008). Extraction of Proteins from Slaughterhouse By-products: Influence of Operating Conditions on Functional Properties. *Meat Science*, 79, 640–647.
- Sunnah, I., Ramadhani, M. A., & Mardiyanti, D. (2024). Analisis Flavonoid Total Fraksi N-Heksan Ekstrak Biji Labu Kuning

- (*Cucurbita moschata*) Secara Spektrofotometri UV-VIS: Analysis of Total Flavonoids in the N-Hexane Fraction of Pumpkin Seed Extract (*Cucurbita moschata*) by UV-VIS Spectrophotometry. *Journal of Holistics and Health Sciences*, 6(2), 307-317. <https://doi.org/10.35473/jhhs.v6i2.501>.
- Surawan, F. E. D., Harmayani, E., Nurliyani, N., & Marseno, D. W. (2021). Pengaruh Metode Isolasi Terhadap Komposisi Proksimat, Sifat Pasting dan Morfologi Pati Sekoi (*Setaria italica* (L) P. Bauv) Varietas Lokal Bengkulu: Pengaruh Metode Isolasi Terhadap Komposisi Proksimat, Sifat Pasting dan Morfologi Pati Sekoi (*Setaria italica* (L) P. Bauv) Varietas Lokal Bengkulu. *AGROSAINSTEK: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian*, 5(2), 114-123. [10.33019/agrosainstek.v5i2.238](https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v5i2.238).
- Syam A, Zainal, Wahiduddin, Cangara. M.H., Kurniati, Y. And Hasfiah, N.A. (2023). Nutrient Content and Toxicity of Pumpkin Seed Flour. *Food Research* 7 (6), 69-76. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.7\(6\).069](https://doi.org/10.26656/fr.2017.7(6).069).
- Tirgar, M., Silcock, P., Carne, A., & Birch, E. J. (2017). Effect of Extraction Method on Functional Properties of Flaxseed Protein Concentrates. *Food chemistry*, 215, 417-424. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.08.002>.
- Utari, D. M., Rimbawan, R., Riyadi, H., Muhilal, M., & Purwastyastuti, P. (2011). Potensi Asam Amino Pada Tempe Untuk Memperbaiki Profil lipid dan Diabetes Mellitus. *Kesmas*, 5(4), 4.
- Vani, B., & Zayas, J. F. (1995). Wheat Germ Protein Flour Solubility and Water Retention. *Journal of Food Science*, 60(4), 845-848.
- Vilcacundo, E., García, A., Vilcacundo, M., Morán, R., Samaniego, I., & Carrillo W. (2020). Antioxidant Purple Corn Protein Concentrate From Germinated Andean Purple Corn Seeds. *Agronomy*, 10(9), 1282. <https://doi.org/10.3390/agronomy10091282>
- Wijaya, H., Novitasari., Jubaidah, S. (2018). Perbandingan Metode Ekstraksi terhadap Rendemen Ekstrak Daun Rambai Laut (*Sonneratia caseolaris* L. Engl). *Jurnal Ilmiah Manuntung*, 4(1): 79-83. <https://doi.org/10.51352/jim.v4i1.148>.
- Winarno, F. G. (1997). Kimia Pangan Dan Gizi Gramedia. *Jakarta*.
- Wu, G., & Morris Jr, S. M. (1998). Arginine Metabolism: Nitric Oxide and Beyond. *Biochemical Journal*, 336(1), 1-17.
- Yatno, Y., Suparjo, S., Murni, R. (2018). Isolasi Protein dan Produksi Konsentrat Protein Daun (kpd) Sebagai Suplemen Pakan Ternak. *Pastura*, 7(2), 88-94. <http://ojs.unud.ac.id/index.php/pastura/article/27...>
- Yu, J., Ahmedna, M., Goktepe, I. (2007). Peanut protein concentrate: Production and functional properties as affected by processing. *Food Chemistry*, 103(1), 121–129. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006>.

Zahra, H., Kurniawan, I., & Hakim, A. (2020).
The Efficiency of Melanoidin Based-
Waste Degradation With Different
Biological Methods. *Current
Biochemistry*, 7(2), 52-60.

<https://doi.org/10.29244/cb.7.2.2>.

Zayas, J. F. (2012). Functionality of Proteins
in Food. Springer science & business
media.