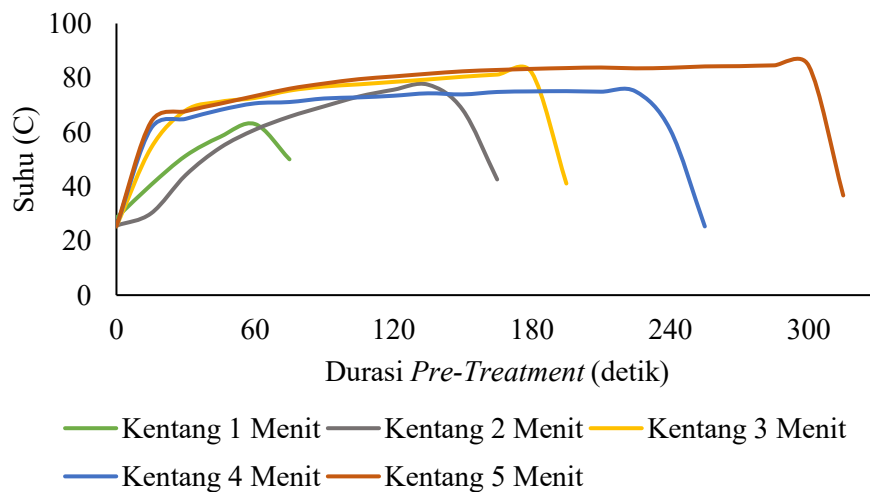


## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Profil Suhu Kentang Granola

Profil suhu kentang Granola selama diberi *pre-treatment* direkam dengan *data logger* PicoLog. Data ditampilkan pada Ilustrasi 1 dan Lampiran 1.



Ilustrasi 4. Profil Suhu Kentang Selama *Pre-Treatment*

Ilustrasi 4 menunjukkan suhu internal kentang Granola selama perlakuan menggunakan medium air bersuhu 90 °C dengan variasi waktu 1–5 menit. Sampel kentang awal berada dalam suhu ruang (20–25°C). Suhu kentang meningkat ketika terjadi kontak dengan sampel pada tahap awal perlakuan. Perbedaan suhu yang besar antara air dan bahan menjadi penyebab sebagian energi panas berpindah secara konveksi ke sampel yang suhunya lebih rendah (Toledo *et al.*, 2018). Suhu kentang mengalami peningkatan hingga mencapai kondisi stabil dan menurun ketika sampel ditiriskan dari medium air.

Setiap sampel mencapai suhu maksimum yang berbeda, yaitu sebesar 67 °C pada 1 menit, 79 °C pada 2 dan 3 menit, 82 °C pada 4 menit, dan 90°C pada 5 menit. Peningkatan suhu ini terjadi akibat perambatan panas dari air panas ke permukaan bahan diteruskan menuju bagian tengah jaringan. Semakin lama durasi *pre-treatment*, semakin besar energi panas yang diserap sehingga suhu di bagian pusat bahan semakin mendekati suhu medium. Perpindahan panas mampu berlangsung dengan baik pada proses *pre-treatment* karena adanya kontak langsung antara bahan dan medium air namun metode ini berpotensi melarutkan komponen yang bersifat larut air (van der Sman, 2020).

#### 4.2. Bahan Kering Kentang Granola dan Total Padatan Terlarut Air

Data bahan kering kentang Granola tercantum pada Tabel 2, Ilustrasi 5, dan Lampiran 2. Data total padatan terlarut air tercantum pada Tabel 3 dan Lampiran 3.

Tabel 2. Bahan Kering Kentang Granola Selama *Pre-Treatment*

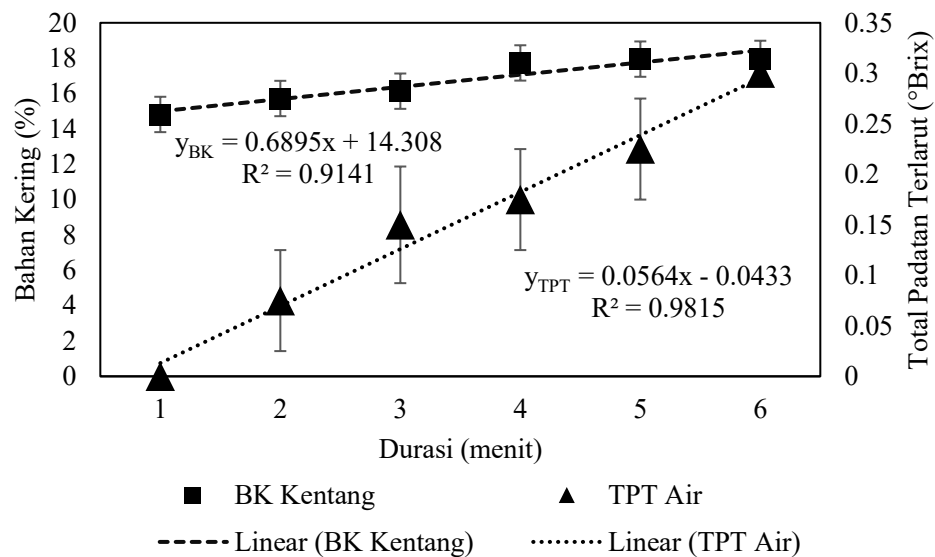
| Durasi  | Bahan Kering (%) |
|---------|------------------|
| 0 menit | 14,82±0,58       |
| 1 menit | 15,72±0,89       |
| 2 menit | 16,13±0,60       |
| 3 menit | 17,73±0,40       |
| 4 menit | 17,95±1,28       |
| 5 menit | 17,99±0,04       |

Bahan kering ditampilkan dalam rata-rata ± standar deviasi (n=3).

Tabel 3. Total Padatan Terlarut Air Selama *Pre-Treatment*

| Durasi  | Total Padatan Terlarut (°Brix) |
|---------|--------------------------------|
| 0 menit | 0,00±0,00                      |
| 1 menit | 0,08±0,05                      |
| 2 menit | 0,15±0,06                      |
| 3 menit | 0,18±0,05                      |
| 4 menit | 0,23±0,05                      |
| 5 menit | 0,30±0,00                      |

Nilai total padatan terlarut ditampilkan dalam rata-rata ± standar deviasi (n=4).



Ilustrasi 5. Perubahan Bahan Kering Kentang dan Total Padatan Terlarut Air

Ilustrasi 5 merupakan perubahan kadar bahan kering kentang selama *pre-treatment* dengan air bersuhu 90°C. Orde reaksi ditentukan berdasarkan model dengan nilai  $R^2$  mendekati 1 (Turturicǎ *et al.*, 2016). Nilai  $R^2$  tertinggi (0,9141) diperoleh pada model kinetika orde nol dengan persamaan  $y = 0,6895x + 14,308$ . Nilai konstanta laju perubahan bahan kering ( $k$ ) adalah sebesar 0,6895%.min<sup>-1</sup>. Nilai intersep 14,308 % merepresentasikan kadar bahan kering awal. Nilai  $R^2$  menunjukkan bahwa 91,41% variasi kadar bahan kering dipengaruhi oleh durasi *pre-treatment*, sedangkan 8,58% sisanya dipengaruhi oleh faktor lain.

Pengujian bahan kering ditujukan untuk mengevaluasi perubahan komponen padatan kentang selama *pre-treatment*. Laju peningkatan bahan kering berkaitan dengan penurunan kadar air seiring bertambahnya durasi perlakuan. Penurunan kadar air selama *pre-treatment* juga dilaporkan oleh Wu *et al.* (2018) pada kentang yang diberi *infrared radiation blanching* dan pengeringan. Paparan suhu tinggi meningkatkan permeabilitas jaringan dan pelepasan sebagian padatan terlarut,

namun kehilangan air berlangsung lebih dominan dibanding kehilangan padatan. Terjadinya kehilangan air meningkatkan persentase bahan kering dan komponen nutrisi lainnya (Ngobese dan Workneh, 2018). Kondisi ini diperkuat oleh tidak adanya tahap pendinginan (*cooling*) segera setelah pemanasan sehingga penguapan air dari permukaan kentang terus berlanjut ketika sampel ditiriskan di udara terbuka.

Hal ini juga dipengaruhi oleh perbedaan suhu maksimum saat setiap sampel perlakuan ditiriskan (Ilustrasi 4). Semakin lama perlakuan, semakin tinggi suhu yang dicapai kentang sehingga air yang menguap sebelum pengujian juga semakin tinggi. Selain itu, pengeringan oven suhu 105°C pada pengujian juga meningkatkan kehilangan air. Di sisi lain, sebagian besar padatan tetap tertahan dalam matriks sel sehingga bahan kering menjadi terkonsentrasi. Fenomena ini sejalan dengan Hasanzadeh dan Souraki (2016) yang melaporkan bahwa kehilangan zat terlarut pada irisan kentang lebih kecil dibandingkan laju penyerapan air (*moisture gain*).

Peningkatan proporsi bahan kering berpotensi menguntungkan bagi industri pengolahan karena bahan baku dengan kadar bahan kering tinggi umumnya menghasilkan tekstur yang lebih baik dan rendemen yang lebih tinggi. Menurut Das *et al.* (2021) kentang berkualitas baik untuk pengolahan dicirikan oleh kadar bahan kering, pati, polifenol, dan antioksidan yang tinggi, namun kadar gula yang rendah.

Ilustrasi 5 menunjukkan bahwa nilai total padatan terlarut (TPT) meningkat dengan laju sebesar 0,0564°Brix per menit perlakuan. Hubungan tersebut mengikuti persamaan regresi  $y = 0,0564x - 0,0433$  dengan koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,9815 yang menunjukkan bahwa 98,15% variasi kadar TPT dapat dijelaskan oleh durasi perlakuan.

Konstanta  $k$  pada perubahan TPT yang bernilai positif menunjukkan adanya peningkatan TPT dalam air selama perlakuan. Ukuran dan bentuk bahan, rasio air, kestabilan suhu, komposisi awal kentang, dan tingkat pergerakan air dapat mempengaruhi kerusakan dinding sel dan membran kentang. Kerusakan akibat paparan suhu tinggi memfasilitasi difusi gula sederhana serta komponen terlarut lain ke dalam air. Paparan suhu tinggi selama *pre-treatment* memicu hidrolisis sukrosa dengan memutus ikatan antara glukosa dan fruktosa (Buzera *et al.*, 2023). Pemutusan ikatan glikosidik tersebut mampu meningkatkan akumulasi padatan terlarut dalam air sehingga memperbesar laju peningkatan TPT. Gula pereduksi yang menjadi prekursor Maillard juga dapat terlarut mencapai 11,9–62,3% (Y. Zhang *et al.*, 2018). Pelepasan sebagian gula ke dalam air medium berdampak positif dalam mengendalikan pembentukan warna cokelat selama pengolahan kentang Granola.

#### 4.3.Kadar Abu Kentang Granola dan Konduktivitas Air

Hasil uji kadar abu kentang Granola tercantum pada Tabel 4 dan Lampiran 4. Hasil uji konduktivitas air tercantum pada Tabel 5 dan Lampiran 5. Data kadar abu dan konduktivitas terdapat pada Ilustrasi 6.

Tabel 4. Kadar Abu Kentang Granola Selama *Pre-Treatment*

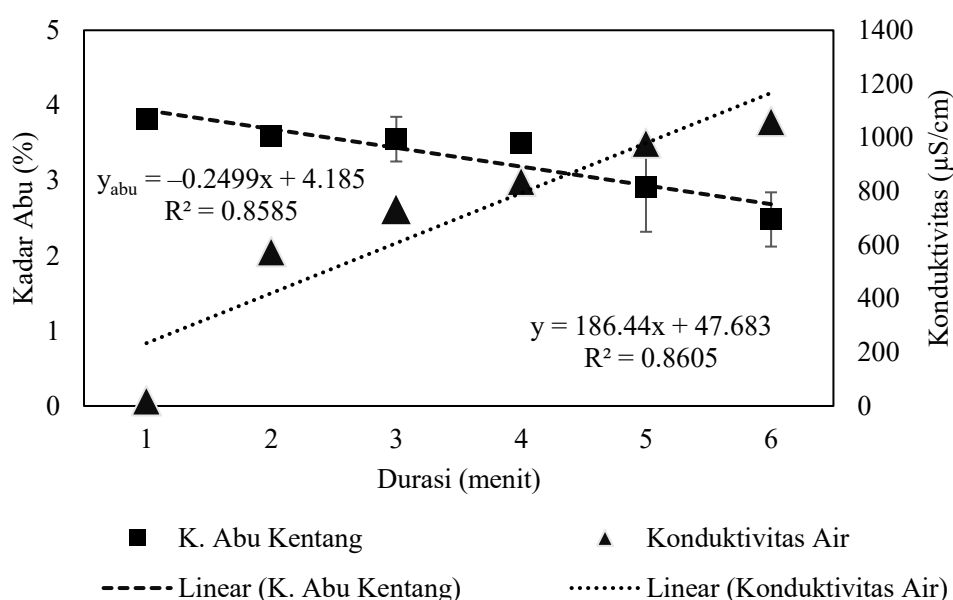
| Durasi  | Kadar Abu (%) |
|---------|---------------|
| 0 menit | 3,82±0,13     |
| 1 menit | 3,59±0,10     |
| 2 menit | 3,55±0,30     |
| 3 menit | 3,40±0,21     |
| 4 menit | 3,15±0,67     |
| 5 menit | 2,66±0,46     |

Kadar abu ditampilkan dalam rata-rata ± standar deviasi (n=3).

Tabel 5. Nilai Konduktivitas Air Selama *Pre-Treatment*

| Durasi  | Konduktivitas ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) |
|---------|-------------------------------------------|
| 0 menit | $18,88 \pm 1,44$                          |
| 1 menit | $574,75 \pm 0,96$                         |
| 2 menit | $731,25 \pm 1,26$                         |
| 3 menit | $836,75 \pm 0,50$                         |
| 4 menit | $979,25 \pm 2,99$                         |
| 5 menit | $1060,25 \pm 0,96$                        |

Nilai konduktivitas air ditampilkan dalam rata-rata  $\pm$  standar deviasi ( $n=4$ ).



Ilustrasi 6. Perubahan Kadar Abu Kentang dan Konduktivitas Air

Ilustrasi 6 menunjukkan kadar abu kentang mengalami penurunan dengan laju ( $k$ ) sebesar 0,2499% per menit. Perubahan kadar abu mengikuti model regresi orde nol dengan persamaan  $y = -0.2499x + 4.185$  dan  $R^2 = 0,8585$ . Nilai intersep sebesar 4,185 merepresentasikan kadar abu awal. Koefisien determinasi ( $R^2$ ) tersebut menunjukkan bahwa 85,85% variasi kadar abu dapat dijelaskan oleh model regresi terhadap variabel waktu. Sisa variasi 14,14% dipengaruhi oleh faktor lain di luar model. Penurunan kadar abu pada kentang menunjukkan hubungan berbanding terbalik dengan peningkatan nilai konduktivitas medium air.

Kadar abu menggambarkan residu mineral yang tidak terbakar dari suatu substansi. Selain berperan sebagai komponen nutrisi, mineral dalam jaringan juga berkontribusi terhadap stabilitas tekstur. Aktivasi enzim *pectin methylesterase* (PME) dapat memicu demetilasi pektin. Demetilasi pektin melepaskan gugus metil ester dari rantai homogalakturonan dan menghasilkan gugus karboksil bebas (Maulida *et al.*, 2023). Ion kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) dalam kentang dapat berinteraksi dengan gugus karboksil bebas ( $-\text{COO}^-$ ) pada pektin membentuk ikatan pektat-kalsium (*egg box*) (Kaczmarska *et al.*, 2024) yang membantu mempertahankan kekuatan dinding sel. Oleh karena itu, perubahan kandungan mineral selama perlakuan memengaruhi stabilitas struktur dan tekstur jaringan kentang.

Laju penurunan kadar abu pada Ilustrasi 6 dipengaruhi oleh pelepasan mineral ke dalam air akibat kerusakan struktur jaringan oleh air panas. Mineral umumnya memiliki kestabilan panas yang tinggi namun tetap dapat terlarut ke dalam medium pada tingkat tertentu (Onyeka dan Ibeawuchi, 2020). Proses ini didukung oleh perubahan panas yang efektif pada media air panas dengan *heat transfer coefficient* kentang sebesar rata-rata  $2.850 \text{ W.m}^{-2}\text{K}^{-1}$  (Mukherjee dan Chattopadhyay, 2007).

Mineral anorganik dalam kentang sebagian besar berada dalam bentuk ion bebas atau terikat lemah pada matriks sel, sehingga dapat terlarut ketika terjadi lisis akibat pengupasan, pemotongan, dan pemanasan. Perebusan memicu kehilangan kalium hingga 50% pada kentang dadu dan sekitar 75% pada kentang parut (Bethke dan Jansky, 2008). Narwojsz *et al.* (2020) juga mencatat adanya kehilangan mineral Mn (16%), K (5%), dan Zn (8%) pada rasio kentang dan air 1:5. Pelepasan ion-ion mineral dari jaringan kentang memperbesar konsentrasi ion terlarut dalam medium.

Berdasarkan Ilustrasi 6, perubahan konduktivitas air mengikuti pola regresi orde nol dengan persamaan  $y = 186.44x + 47.683$  dan koefisien  $R^2 = 0,8605$ . Dari persamaan tersebut, diperoleh nilai konstanta laju ( $k$ ) sebesar  $186,44\%.\text{min}^{-1}$ . Nilai  $k$  yang tinggi menandakan laju perpindahan komponen berlangsung cepat (Sylvia *et al.*, 2017). Nilai intersep sebesar 47,683 merepresentasikan nilai konduktivitas air awal sebelum perlakuan. Nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) menunjukkan bahwa 86,05% variasi konduktivitas air dipengaruhi oleh durasi *pre-treatment* dan sisa 13,95% dipengaruhi oleh faktor lain di luar model.

Keberadaan ion terlarut dalam air medium *pre-treatment* kentang dilaporkan oleh Sayed *et al.* (2023) yang mendeteksi kalium ( $\text{K}^+$ ), klorida ( $\text{Cl}^-$ ), dan magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ ) dengan konsentrasi yang tinggi. Berdasarkan lokasi mineral dalam jaringan kentang, ion ekstraseluler ( $\text{Na}^+$ ) memiliki aksesibilitas pelepasan lebih tinggi dibanding ion intraseluler ( $\text{K}$ ) (Lisciani *et al.*, 2025). Kalium ( $\text{K}$ ) yang bersifat hidrofilik juga akan terdistribusi ke media eksternal segera setelah dinding sel mengalami pelonggaran akibat paparan energi panas (de Castro *et al.*, 2021).

Paparan suhu tinggi meningkatkan permeabilitas membran sel kentang dan memicu ion intraseluler berpindah ke air dan memperbesar laju pelepasan ion seiring waktu (Gonzalez dan Barrett, 2010). Ketika granula pati mulai membengkak pada suhu tinggi, ion-ion yang terperangkap dalam matriks pati turut terlepas (Zhang *et al.*, 2020). Ion mineral yang terlepas dari jaringan kentang terakumulasi dalam medium air. Pelepasan ion-ion tersebut tercermin pada laju perubahan konduktivitas air karena daya hantar listrik larutan berbanding lurus dengan densitas konsentrasi ion terlarut. Pelepasan serupa juga terjadi pada penelitian

Fuentes *et al.*, (2014) yang melaporkan *relative electrolyte leakage* pada irisan kentang mencapai 95% setelah perlakuan termal 70°C. Akumulasi konduktivitas air ini sejalan dengan penurunan kadar abu pada bahan.

#### 4.4. Kadar Protein Kentang Granola dan Protein Terlarut Air

Data kadar protein kasar kentang Granola tercantum pada Tabel 6 dan Lampiran 6. Data protein terlarut pada air tercantum pada Tabel 7 dan Lampiran 7.

Tabel 6. Kadar Protein Kentang Granola Selama *Pre-Treatment*

| Durasi  | Kadar Protein (%) |
|---------|-------------------|
| 0 menit | 3,01±0,32         |
| 1 menit | 2,54±0,18         |
| 2 menit | 2,65±0,18         |
| 3 menit | 3,23±0,13         |
| 4 menit | 2,70±0,42         |
| 5 menit | 2,63±0,30         |

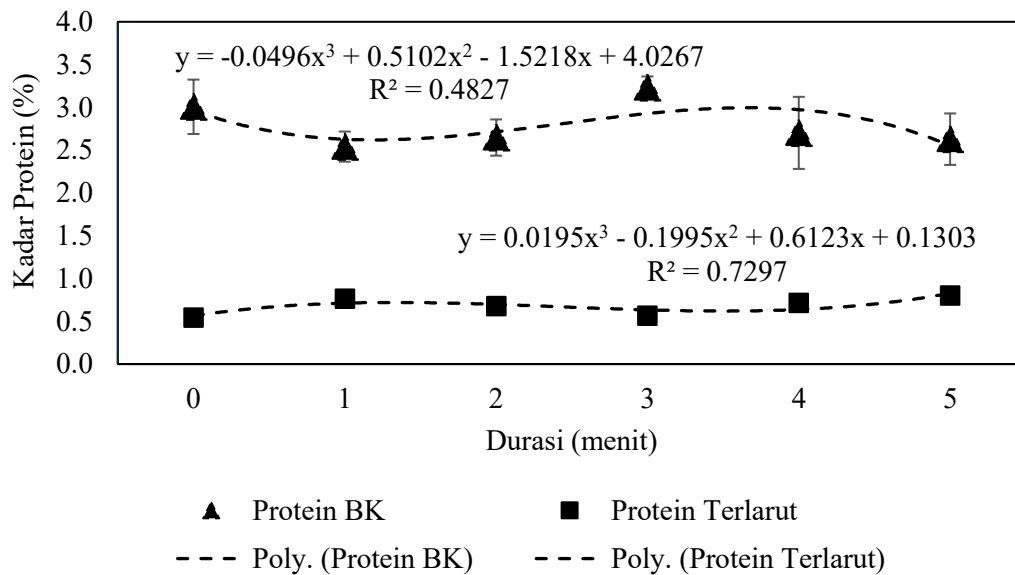
Kadar protein kasar ditampilkan dalam rata-rata ± standar deviasi (n=4).

Tabel 7. Kadar Protein Terlarut Air Selama *Pre-Treatment*

| Durasi  | Protein Terlarut (%) |
|---------|----------------------|
| 0 menit | 0,543±0,00           |
| 1 menit | 0,765±0,12           |
| 2 menit | 0,679±0,12           |
| 3 menit | 0,564±0,07           |
| 4 menit | 0,716±0,00           |
| 5 menit | 0,825±0,12           |

Kadar protein terlarut (mg/mL) dikonversi menjadi satuan persen (%) dan ditampilkan dalam rata rata ± standar deviasi (n=3).

Perubahan kadar protein kasar kentang dan protein terlarut air tidak menunjukkan kesesuaian yang baik terhadap model kinetika orde nol, orde satu, maupun orde dua. Oleh karena itu, pemodelan dialihkan menggunakan model polinomial derajat tiga (Ilustrasi 7) yang memberikan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) tertinggi untuk menggambarkan kecenderungan (*trend*) data secara matematis.



Ilustrasi 7. Perubahan Kadar Protein Kentang dan Protein Terlarut Air

Pola perubahan kadar protein kasar kentang dan protein terlarut air dideskripsikan menggunakan model polinomial orde persamaan tiga dengan nilai  $R^2$  masing-masing sebesar 0,4827 dan 0,7297. Nilai ini mengindikasikan bahwa pengaruh durasi *pre-treatment* terhadap variasi kadar protein kasar dan protein terlarut berturut-turut adalah sebesar 48,27% dan 72,97%, sementara sisa variasinya dipengaruhi oleh variabel lain. Ilustrasi 7 menunjukkan bahwa perubahan kadar protein kasar memiliki pola yang sejalan dengan perubahan kadar protein terlarut. Terdapat hubungan yang simetris dan berbanding terbalik antara laju penurunan kadar protein kasar kentang Granola dengan laju peningkatan kadar protein terlarut di dalam air. Fenomena ini menunjukkan *release component* protein berlangsung seiring dengan bertambahnya durasi *pre-treatment*.

Perubahan kadar protein kasar pada kentang dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti karakteristik bahan, kultivar, durasi, suhu, dan kondisi perlakuan. Pola perubahan kadar protein kasar kentang yang fluktuatif juga dapat dijelaskan oleh

Ngobese dan Workneh (2018) yang menunjukkan bahwa peningkatan protein sebesar 14–104% dikaitkan dengan retensi protein sedangkan penurunan (2–21%) pada perlakuan HTST terjadi akibat protein yang terlarut. Retensi protein terjadi karena *pre-treatment* mampu menginaktivasi enzim degradatif, seperti protease, pektinase, polifenol oksidase (PPO) dan peroksidase (POD) yang menghambat pemecahan protein lebih lanjut (do Nascimento dan Canteri, 2018).

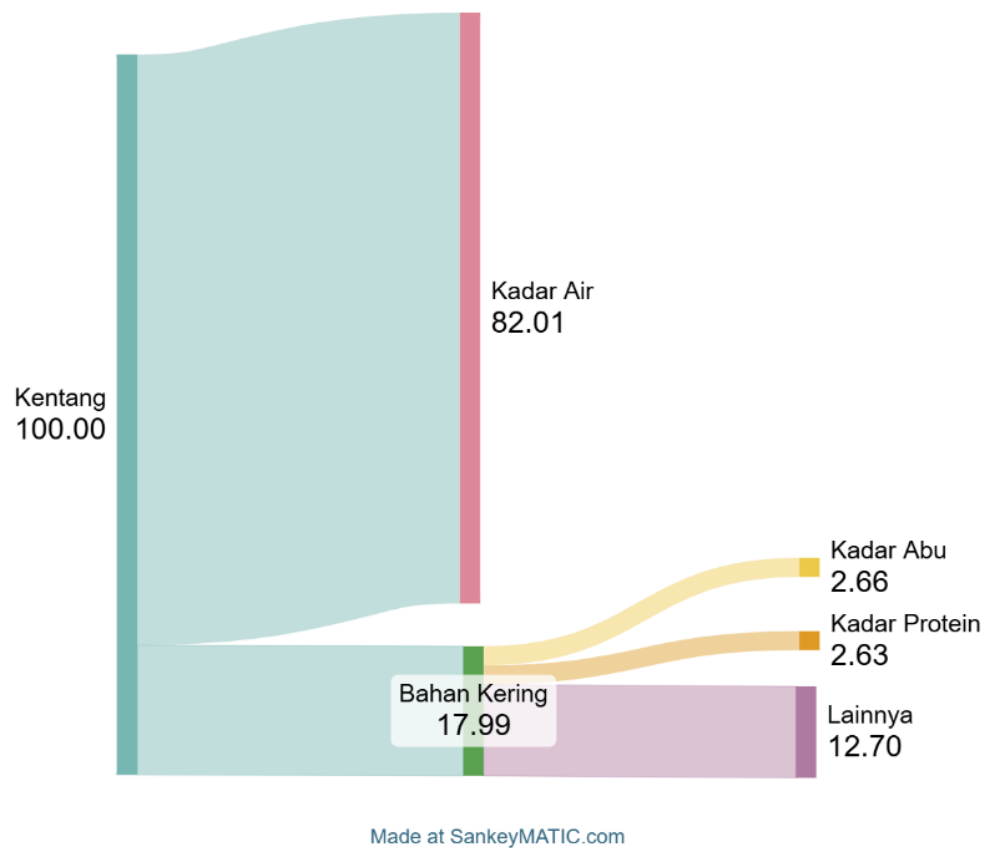
Fraksi protein yang terdistribusi dalam jaringan kentang didominasi oleh albumin dan globulin yang memiliki karakteristik hidrofilik serta berat molekul yang relatif rendah (Pełksa dan Miedzianka, 2021). Denaturasi parsial memicu pembukaan struktur sekunder dan tersier protein sehingga gugus hidrofobik dan sulfhidril terekspos. Proses agregasi dan pembentukan ikatan silang protein-protein yang terjadi menghasilkan molekul dengan berat molekul lebih tinggi dan kelarutan lebih rendah, sehingga protein cenderung tertahan dalam matriks jaringan dan tidak mudah terlarut. Namun, kerusakan jaringan yang meluas akibat paparan panas berkepanjangan menyebabkan protein terlepas ke medium air. Protein larut air umumnya kaya akan asam amino hidrofilik seperti asparagin (N), glutamin (Q), serin (S), dan treonin (T) yang mudah membentuk ikatan hidrogen dengan molekul air (Qing *et al.*, 2022).

Akumulasi protein terlarut dalam medium air berkaitan erat dengan perubahan permeabilitas membran dan kerusakan struktur sel akibat suhu tinggi. Protein larut air terdifusi ke dalam medium karena adanya gradien konsentrasi antara jaringan kentang dan air. Menurut Løkra *et al.* (2008), terdapat sekitar 5% bahan kering dan sepertiga dari bahan kering tersebut yang terdiri atas protein,

peptida, serta asam amino/amida di dalam air sampingan industri pati. Keberadaan protein terlarut serupa juga ditemukan pada penelitian Mishra *et al.* (2004) mengenai air limbah industri pengolahan kentang secara konvensional, dengan kandungan protein terukur berkisar antara 2,88–4 g/L.

#### 4.5. Release Component Kentang Selama *Pre-Treatment*

*Release component* menyebabkan perubahan distribusi komponen pada kentang Granola. Distribusi komponen kentang pada durasi *pre-treatment* 5 menit divisualisasikan dalam Diagram Sankey pada ilustrasi berikut.



Ilustrasi 8. Diagram Sankey Distribusi Komponen Kentang Granola pada Durasi *Pre-Treatment* 5 Menit

Ilustrasi 8 menunjukkan distribusi massa kentang yang terbagi menjadi kadar air dan bahan kering dalam satuan persen (%). Fraksi bahan kering terdistribusi menjadi abu, protein, dan komponen lainnya. Komponen lain pada fraksi bahan kering merepresentasikan senyawa lain yang tidak dianalisis secara spesifik dan kandungannya didominasi oleh pati yang masih tertahan dalam jaringan kentang. Hal ini didukung Heltoft *et al.* (2017) yang menyebutkan bahwa komponen bahan kering kentang didominasi oleh pati hasil asimilasi fotosintesis.

Menurut Perdani *et al.*, (2019) kentang kultivar Granola mengandung air sebanyak 83,26%, kadar protein 2,54%, total karbohidrat 13,15%, kadar pati 6,67%, dan kadar gula reduksi 0.12%. Komponen tersebut dapat terlepas dari kentang selama *pre-treatment* dan meningkatkan konsentrasi zat terlarut dalam air. Fenomena ini berkontribusi terhadap akumulasi total padatan terlarut (TPT) dalam air. Hal ini terjadi karena adanya difusi senyawa terlarut seperti monosakarida dan disakarida bermolekul rendah ke air pemrosesan akibat kerusakan jaringan selama pemanasan (Yadav *et al.*, 2023).

Sebagian komponen terlarut merupakan mineral yang terionisasi yang berperan sebagai pembawa muatan listrik dalam larutan. Total padatan terlarut berbanding lurus dengan konduktivitas larutan (Irwan *et al.*, 2016) karena peningkatan jumlah zat terlarut akan meningkatkan daya hantar listrik. Pelepasan mineral dari jaringan kentang ke air meningkatkan konsentrasi ion terlarut dan konduktivitas medium. Oleh karena itu, laju perubahan konduktivitas berbanding terbalik dengan laju perubahan kadar abu (Ilustrasi 6). Pelepasan mineral dipengaruhi oleh bentuk ikatan kimiawinya dalam jaringan. Mineral seperti Ca, K,

dan Fe umumnya berada dalam bentuk terikat pada senyawa berbobot molekul tinggi, misalnya protein, sehingga memiliki kelarutan yang terbatas (Huey *et al.*, 2023).

Fenomena *release component* protein ditunjukkan oleh model polinomial peningkatan kadar protein kasar kentang yang sejalan dengan penurunan kadar protein terlarut di dalam air. Pelepasan kadar protein kasar berkaitan dengan denaturasi termal yang memicu pembentukan peptida dan asam amino berukuran lebih kecil sehingga protein mudah larut dan berdifusi ke dalam medium cair (García-Herrera *et al.*, 2020). Akumulasi protein yang terdistribusi bergantung pada tingkat kerusakan jaringan dan durasi perlakuan. Perpanjangan durasi *pre-treatment* yang terlalu lama mengakibatkan kehilangan karbohidrat, protein, dan mineral yang cukup besar (Hidayat dan Setyadjit, 2019).

Fraksi protein dan asam amino hasil degradasinya yang terlepas ke medium air selama *pre-treatment* berpotensi mengurangi ketersediaan prekursor reaksi Maillard dalam jaringan kentang. Hal ini dapat terjadi karena *pre-treatment* dengan air panas mampu menurunkan gula pereduksi dan asam amino asparagin sebagai prekursor reaksi (Liyana *et al.*, 2021). Dengan berkurangnya konsentrasi substrat di permukaan bahan akibat proses *leaching* tersebut, pengendalian intensitas reaksi Maillard yang optimal diharapkan mampu mencegah pencokelatan berlebihan pada produk kentang Granola. Reaksi Maillard terkontrol dikehendaki pada beberapa produk pangan untuk menghasilkan warna yang menarik. Warna coklat keemasan dan flavor gurih dapat didapatkan dari reaksi Maillard yang terjadi pemanasan suhu 120°C (Teshome Ayele *et al.*, 2025).

Model penurunan komponen dalam kentang yang sejalan dengan peningkatan komponen dalam air membuktikan terjadinya *release component* seiring perlakuan. Analisis laju *release component* dapat diterapkan dalam upaya meningkatkan efisiensi proses *pre-treatment* dalam menginaktivasi enzim degradatif dan membatasi prekursor pencoklatan tanpa menyebabkan kehilangan nutrisi secara berlebih. Hal ini memberikan keuntungan bagi industri karena efisiensi proses dan tingkat pemulihan hasil olahan sangat bergantung pada kadar bahan kering (Wayumba *et al.*, 2019). Komponen yang terlarut ke dalam medium air seiring berjalannya proses *pre-treatment* dapat mencapai titik kejenuhan sehingga diperlukan manajemen volume medium setelah durasi tertentu (Xiao *et al.*, 2017).

## BAB V

### SIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Simpulan

Berdasarkan percobaan yang dilakukan, laju *release component* ( $k$ ) tertinggi terdapat pada konduktivitas air sedangkan konstanta laju *release component* ( $k$ ) terendah terdapat pada total padatan terlarut. *Release component* pada setiap parameter mengikuti pola regresi yang berbeda terhadap durasi *pre-treatment*. Berdasarkan orde reaksi ( $n$ ), laju perubahan kadar bahan kering, kadar abu, total padatan terlarut (TPT), dan konduktivitas memenuhi pola regresi linear orde nol ( $n=0$ ). Laju perubahan kadar protein kasar kentang dan protein terlarut air mengikuti model regresi polinomial derajat tiga. Secara keseluruhan, model menggambarkan komponen dalam kentang semakin berkurang sedangkan komponen dalam air semakin meningkat dengan laju yang berbeda seiring durasi pemanasan.

#### 5.2 Saran

Hasil penelitian perubahan komponen dalam jaringan kentang selama *pre-treatment* ini dapat dilanjutkan dengan melihat efeknya ketika dilakukan pengolahan, misalnya setelah kentang digoreng, dikukus, dipanggang, dan dipanaskan dengan *microwave*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adu-Poku, D., Saah, S.A., dan Agbenorhevi, J.K. 2020. Modeling the Kinetics of Potassium Diffusion in Estima Potato under Different Leaching Conditions. *Int. J. Food Science*. <https://doi.org/10.1155/2020/1876463>.
- AOAC 2005. Official Method of Analysis. 18th Edition. AOAC Press. Maryland, USA.
- Arum, R.H., Dewayani, W., Septianti, E., Syamsuri, R., dan Suryani 2022. Effect of Different Soaking Pre-treatments on Quality of Potato Chips Granola Variety (*Solanum tuberosum* L.). *Agro Bali : Agricultural Journal*. <https://doi.org/10.37637/AB.V5I1.845>.
- Bártová, V., Bárta, J., Diviš, J., Švajner, J., dan Peterka, J. 2009. Crude protein content in tubers of starch processing potato cultivars in dependence on different agro-ecological conditions. *J. Central European Agriculture*.
- Bethke, P.C., dan Jansky, S.H. 2008. The effects of boiling and leaching on the content of potassium and other minerals in potatoes. *J. Food Science*. <https://doi.org/10.1111/J.1750-3841..>
- Bhutto, R.A., Bhutto, N. ul ain H., Khanal, S., Wang, M., Iqbal, S., Fan, Y., dan Yi, J. 2024. Potato protein as an emerging high-quality: Source, extraction, purification, properties (functional, nutritional, physicochemical, and processing), applications, and challenges using potato protein. *Food Hydrocolloids*. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2024.110415>.
- Buzera, A., Nkirete, E., Abass, A., Orina, I., dan Sila, D. 2023. Chemical and Pasting Properties of Potato Flour (*Solanum tuberosum* L.) in relation to Different Processing Techniques. *J. Food Processing and Preservation*. <https://doi.org/10.1155/2023/3414760>.
- Coe, S., dan Spiro, A. 2022. Cooking at home to retain nutritional quality and minimise nutrient losses: A focus on vegetables, potatoes and pulses. *Nutrition Bulletin*. <https://doi.org/10.1111/nbu.12584>.
- Das, S., Mitra, B., Saha, A., Mandal, S., Paul, P.K., El-Sharnouby, M., Hassan, M.M., Maitra, S., dan Hossain, A. 2021. Evaluation of Quality Parameters of

- Seven Processing Type Potato (*Solanum tuberosum* L.) Cultivars in the Eastern Sub-Himalayan Plains. Foods. <https://doi.org/10.3390/FOODS10051138>.
- de Castro, N.T., de Alencar, E.R., Zandonadi, R.P., Han, H., Raposo, A., Ariza-Montes, A., Araya-Castillo, L., dan Botelho, R.B.A. 2021. Influence of cooking method on the nutritional quality of organic and conventional brazilian vegetables: A study on sodium, potassium, and carotenoids. Foods. <https://doi.org/10.3390/foods10081782>.
- do Nascimento, R.F., dan Canteri, M.H.G. 2018. Effect of blanching on physicochemical characteristics of potato flour. Horticultura Brasileira. <https://doi.org/10.1590/S0102-053620180406>.
- Fatikasari, C., Mahmud, dan Gusvita, H. 2024. Analisis Perbandingan Usahatani Kentang Varietas Granola dan Varietas Cipanas di Desa Sungai Lintang Kecamatan Kayu Aro Barat Kabupaten Kerinci. J. Research Ilmu Pertanian.
- Fuentes, A., Vázquez-Gutiérrez, J.L., Pérez-Gago, M.B., Vonasek, E., Nitin, N., dan Barrett, D.M. 2014. Application of nondestructive impedance spectroscopy to determination of the effect of temperature on potato microstructure and texture. Impreso. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.02.016>.
- García-Herrera, P., Morales, P., Cámara, M., Fernández-Ruiz, V., Tardío, J., dan Sánchez-Mata, M.C. 2020. Nutritional and phytochemical composition of mediterranean wild vegetables after culinary treatment. Foods. <https://doi.org/10.3390/foods9121761>.
- Gonzalez, M.E., and Barrett, D.M. 2010. Thermal, high pressure, and electric field processing effects on plant cell membrane integrity and relevance to fruit and vegetable quality. J. Food Science. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01763.x>.
- Górska-Warsewicz, H., Rejman, K., Kaczorowska, J., and Laskowski, W. 2021. Vegetables, Potatoes and Their Products as Sources of Energy and Nutrients to the Average Diet in Poland. Int. J. of Environmental Research and Public Health. <https://doi.org/10.3390/IJERPH18063217>.
- Hasanzadeh, R., dan Souraki, B.A. 2016. Experimental and Theoretical Investigation of Mass Transfer during Leaching of Starch and Protein from

Potato. Chemical Engineering Communications.  
<https://doi.org/10.1080/00986445.2016.1141092>.

Haverkort, A.J., Linnemann, A.R., Struik, P.C., dan Wiskerke, J.S.C. 2023. On Processing Potato 2. Survey of Products, Processes and Operations in Manufacturing. Potato Res. <https://doi.org/10.1007/s11540-022-09563-y>.

Heltoft, P., Wold, A.B., dan Molteberg, E.L. 2017. Maturity indicators for prediction of potato (*Solanum tuberosum* L.) quality during storage. Postharvest Biology and Technology. <https://doi.org/10.1016/J.POSTHARVBIO.2017.03.011>.

Hidayah, P., Izzati, M., dan Parman, S. 2017. Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.) pada Sistem Budidaya yang Berbeda. Bul. Anat. dan Fisiol. <https://doi.org/10.14710/baf.2.2.2017.218-225>.

Hidayat, T., dan Setyadjit 2019. Effect of Pre-Treatment on the Physicochemical Characteristics of Potato Powder Dried by Drum Dryer, in: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/309/1/012056>.

Huey, S.L., Konieczynski, E.M., Mehta, N.H., Krisher, J.T., Bhargava, A., Friesen, V.M., Mbuya, M.N.N., Monterrosa, E.C., Nyangaresi, A.M., dan Mehta, S. 2023. A systematic review of the impacts of post-harvest handling on provitamin A, iron and zinc retention in seven biofortified crops. Nat. Food. <https://doi.org/10.1038/s43016-023-00874-y>.

Irwan, F., dan Afdal 2016. Analisis Hubungan Konduktivitas Listrik dengan Total Dissolved Solid (TDS) dan Temperatur pada Beberapa Jenis Air. J. Fis. Unand. <https://doi.org/10.25077/jfu.5.1.85-93.2016>.

Irwan, F., Afdal, A., dan Arlindia, I. 2016. Kajian Hubungan Konduktivitas Listrik Dengan Konsentrasi Padatan Terlarut Pada Air Permukaan. SNF2016-CIP-7-SNF2016-CIP-10. <https://doi.org/10.21009/0305020102>.

Islam, M.M., Naznin, S., Naznin, A., Uddin, M.N., Amin, M.N., Rahman, M.M., Tipu, M.M.H., Alsuhaibani, A.M., Gaber, A., dan Ahmed, S. 2022. Dry Matter, Starch Content, Reducing Sugar, Color and Crispiness Are Key Parameters of Potatoes Required for Chip Processing. Hortic. <https://doi.org/10.3390/HORTICULTURAE8050362>.

- Juiwati, T.A., Prayuginingsih, H., dan Prawitasari, S. 2018. Analisis Komparatif Usahatani Kentang Atlantik Dan Kentang Granola Di Kecamatan Sempol. J. Agribest. <https://doi.org/10.32528/agribest.v2i2.1625>.
- Kaczmarska, A., Pieczywek, P.M., Cybulska, J., dan Zdunek, A. 2024. Effect of enzymatic modification on the structure and rheological properties of diluted alkali-soluble pectin fraction rich in RG-I. Sci. Rep. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-62180-2>.
- Karimi, F., Hamidian, Y., Behrouzifar, F., Mostafazadeh, R., Ghorbani-HasanSaraei, A., Alizadeh, M., Mortazavi, S.M., Janbazi, M., dan Naderi Asrami, P. 2022. An applicable method for extraction of whole seeds protein and its determination through Bradford's method. Food Chem. Toxicol. <https://doi.org/10.1016/J.FCT.2022.113053>.
- Kumar, G., Perera, D., Sudheer, K.P., Zhang, P., dan Dhital, S. 2024. Leaching of Phytochemicals from Beans during Hydration, Kinetics, and Modeling. Foods. <https://doi.org/10.3390/foods13020354>.
- Levaj, B., Pelaić, Z., Galić, K., Kurek, M., Ščetar, M., Poljak, M., Dite Hunjek, D., Pedisić, S., Balbino, S., Čošić, Z., Dujmić, F., dan Repajić, M. 2023. Maintaining the Quality and Safety of Fresh-Cut Potatoes (*Solanum tuberosum*): Overview of Recent Findings and Approaches. Agronomy. <https://doi.org/10.3390/agronomy13082002>.
- Lisciani, S., Aguzzi, A., Gabrielli, P., Camilli, E., Gambelli, L., Marletta, L., dan Marconi, S. 2025. Effects of Household Cooking on Mineral Composition and Retention in Widespread Italian Vegetables. J. Nutritions. <https://doi.org/10.3390/nu17030423>.
- Liu, C., Lv, M., Du, H., Deng, H., Zhou, L., Li, P., Li, X., dan Li, B. 2023. Effect of Preliminary Treatment by Pulsed Electric Fields and Blanching on the Quality of Fried Sweet Potato Chips. Foods 12. <https://doi.org/10.3390/foods12112147>.
- Liyanage, D.W.K., Yevtushenko, D.P., Konschuh, M., Bizimungu, B., dan Lu, Z.X. 2021. Processing strategies to decrease acrylamide formation, reducing sugars and free asparagine content in potato chips from three commercial cultivars. Food Control. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107452>.
- Løkra, S., Helland, M.H., Claussen, I.C., Strætkvern, K.O., dan Egelanddal, B.

2008. Chemical characterization and functional properties of a potato protein concentrate prepared by large-scale expanded bed adsorption chromatography. LWT. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2007.07.006>.
- Mahamud, M., Chowdhury, M., Rahim, M., dan Mohiuddin, K. 2016. Mineral nutrient contents of some potato accessions of USA and Bangladesh. J. Bangladesh Agric. <https://doi.org/10.3329/jbau.v13i2.28781>.
- Maulida, F.E.N., Alimuddin, A., dan Erwin, E. 2023. Ekstraksi dan karakterisasi pektin dari limbah kulit jeruk limau (*Citrus amblycarpa*). J. Kimia Mulawarman.
- McCombie, G., Biedermann, M., Biedermann-Brem, S., Suter, G., Eicher, A., dan Pfefferle, A. 2016. Acrylamide in a fried potato dish (rösti) from restaurants in Zurich, Switzerland. Food Additives and Contaminants: Part B Surveillance. <https://doi.org/10.1080/19393210.2015.1102974>.
- Meikapasa, N.W.P., dan Seventilofa, I. 2016. Karakteristik Total Padatan Terlarut (TPT), Stabilitas Likopen dan Vitamin C Saus Tomat pada Berbagai Kombinasi Suhu dan Waktu Pemasakan. GaneÇ Swara.
- Mishra, B.K., Arora, A., dan Lata 2004. Optimization of a biological process for treating potato chips industry wastewater using a mixed culture of *Aspergillus foetidus* and *Aspergillus niger*. Bioresour. Technol. <https://doi.org/10.1016/J.BIORTECH.2003.11.020>.
- Misto, Mulyono, T., dan Alex 2016. Sistem Pengukuran Kadar Gula dalam Cairan menggunakan Sensor Fotodiode Terkomputerisasi. J. Ilmu Dasar.
- Moscetti, R., Raponi, F., Monarca, D., Bedini, G., Ferri, S., dan Massantini, R. 2019. Effects of hot-water and steam blanching of sliced potato on polyphenol oxidase activity. Int. J. Food Sci. Technol. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13951>.
- Mukherjee, S., dan Chattopadhyay, P.K. 2007. Whirling bed blanching of potato cubes and its effects on product quality. J. Food Eng. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.09.001>.
- Narwojsz, A., Borowska, E.J., Polak-Śliwińska, M., dan Danowska-Oziewicz, M. 2020. Effect of Different Methods of Thermal Treatment on Starch and Bioactive Compounds of Potato. Plant Foods for Human Nutrition. <https://doi.org/10.1007/S11130-020-00808-0>.

- Ngobese, N.Z., dan Workneh, T.S. 2018. Potato (*Solanum tuberosum* L.) nutritional changes associated with French fry processing: Comparison of low-temperature long-time and high-temperature short-time blanching and frying treatments. LWT. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2018.07.039>.
- Nie, J., Chen, D., Lu, Y., dan Dai, Z. 2021. Effects of various blanching methods on fucoxanthin degradation kinetics, antioxidant activity, pigment composition, and sensory quality of *Sargassum fusiforme*. LWT. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2021.111179>.
- Onyeka, U.E., dan Ibeawuchi, O.N. 2020. Loss of food nutrients orchestrated by cooking pots: a common trend in developing world. J. Food Sci. Technol. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04792-w>.
- Pęksa, A., dan Miedzianka, J. 2021. Potato Industry By-Products as a Source of Protein with Beneficial Nutritional, Functional, Health-Promoting and Antimicrobial Properties. Appl. Sci. <https://doi.org/10.3390/APP11083497>.
- Perdani, C.G., Amaludin, F.N., dan Wijana, S. 2019. Formulasi Kerupuk Kentang Granola (*Solanum tuberosum* L.) Sebagai Makanan Kuliner Khas Tengger Jawa Timur. J. Pangan dan Agroindustri. <https://doi.org/10.21776/ub.jpa.2019.007.03.5>.
- Qing, R., Hao, S., Smorodina, E., Jin, D., Zalevsky, A., dan Zhang, S. 2022. Protein Design: From the Aspect of Water Solubility and Stability. Chem. Rev. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.1c00757>.
- Saini, R., Kaur, S., Aggarwal, P., dan Dhiman, A. 2023. The influence of conventional and novel blanching methods on potato granules, phytochemicals, and thermal properties of colored varieties. Front. Nutr. <https://doi.org/10.3389/FNUT.2023.1178797>.
- Saleh, M.I., Rukmana, D., dan Hamid, N. 2020. Strategy development of commodity potato granola (*Solanum tuberosom* L.) in Tombolo Pao district Gowa Regency, in: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/492/1/012125>.
- Sandilya, V.K., Rangare, N.R., Rangare, S.B., Kumar, V., Singh, T., Dehari, B., dan Sahu, P. 2023. Potato production usages and nutrition : A review. Pharma Innov. J.

- Sayed, A., Chys, M., dan Sampers, I. 2023. Characterization of blanching water from the potato processing industry and the influence of processing conditions. *J. Clean. Prod.* <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2023.135977>.
- Sugiyono, Prayoga, L., Proklamasiningsih, E., Faozi, K., dan Prasetyo, R. 2021. The Improvement of Mini Tuber Production of Granola Potato Cultivar in Aeroponics System. *Biosaintifika*. <https://doi.org/10.15294/biosaintifika.v13i1.27714>.
- Sylvia, N., Meriatna, M., dan Haslina, H. 2017. Kinetika Hidrolisa Kulit Pisang Kepok Menjadi Glukosa Menggunakan Katalis Asam Klorida. *J. Teknol. Kim. Unimal*. <https://doi.org/10.29103/jtku.v4i2.73>.
- Teshome Ayele, A., Ismail-Fitry, M.R., Desta Bizualem, Y., Kumar, P., Mirete Deresa, E., dan Stanley, N.C. 2025. Deep-fried sweetpotato chip production: A review on pretreatment, frying conditions, and quality parameters. *J. Agric. Food Res.* <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2025.102406>.
- Thuy, C.X., Pham, V.T., Nguyen, T.T.N.H., Nguyen, T.T.N., Ton, N.T.A., Tuu, T.T., dan Vu, N.D. 2024. Effect of Fermentation Conditions (Dilution Ratio, Medium pH, Total Soluble Solids, and *Saccharomyces cerevisiae* Yeast Ratio) on the Ability to Ferment Cider from Tamarillo (*Solanum betaceum*) Fruit. *J. Food Process. Preserv.* <https://doi.org/10.1155/2024/8841207>.
- Toledo, R.T., Singh, R.K., dan Kong, F. 2018. Heat Transfer, in: *Fundamentals of Food Process Engineering*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-90098-8\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-319-90098-8_6).
- Turturică, M., Stănciuc, N., Bahrim, G., dan Râpeanu, G. 2016. Effect of thermal treatment on phenolic compounds from plum (*prunus domestica*) extracts - A kinetic study. *J. Food Eng.* <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2015.10.024>.
- van der Sman, R.G.M. 2020. Impact of Processing Factors on Quality of Frozen Vegetables and Fruits. *Food Eng. Rev.* <https://doi.org/10.1007/s12393-020-09216-1>.
- Wayumba, B.O., Choi, H.S., dan Seok, L.Y. 2019. Selection and evaluation of 21 potato (*Solanum tuberosum*) breeding clones for cold chip processing. *Foods*. <https://doi.org/10.3390/foods8030098>.
- Wu, B., Guo, Y., Wang, J., Pan, Z., dan Ma, H. 2018. Effect of thickness on non-

- fried potato chips subjected to infrared radiation blanching and drying. *J. Food Eng.* <https://doi.org/10.1016/J.JFOODENG.2018.05.030>.
- Xian, M., Bi, J., Xie, Y., dan Jin, X. 2024. Modulating pectin structure and enhancing texture of frozen yellow peaches: The impact of low-temperature blanching. *Int. J. Biological Macromolecules.* <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.132618>.
- Xiao, H.W., Pan, Z., Deng, L.Z., El-Mashad, H.M., Yang, X.H., Mujumdar, A.S., Gao, Z.J., dan Zhang, Q. 2017. Recent developments and trends in thermal blanching – A comprehensive review. *Information Processing in Agriculture.* <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2017.02.001>.
- Yadav, N., Saini, P., Kaur, D., Gupta, V.K., Kaundal, B., Kumar, R., Mishra, P., dan Niharika 2023. Blanching effect on nutritionally important starch fractions of selected processing potato cultivars. *Food Chemistry Advances.* <https://doi.org/10.1016/J.FOCHA.2023.100404>.
- Yin, X., Zheng, Y., Kong, X., Cao, S., Chen, S., Liu, D., Ye, X., dan Tian, J. 2021. RG- I pectin affects the physicochemical properties and digestibility of potato starch. *Food Hydrocolloids.* <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.106687>.
- Yusdian, Y., Santoso, J., dan Dasimah, I. 2022. Keragaan Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.) Varietas Granola Akibat Perlakuan Pupuk Anorganik. *J. Ilm. Pertanian.* <https://doi.org/10.55222/agrotatanen.v4i1.650>.
- Yuwono, S.S., Istianah, N., dan Mubarak, A.Z. 2022. Kinetika Reaksi pada Bahan Pangan dan Produk Fermentasi. Universitas Brawijaya Press, Malang.
- Zhang, Y., Kahl, D.H.W., Bizimungu, B., dan Lu, Z.X. 2018. Effects of blanching treatments on acrylamide, asparagine, reducing sugars and colour in potato chips. *J. Food Sci. Technol.* <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3329-1>.
- Zhang, Z., Guo, C., Gao, T., Fu, H., Chen, Q., dan Wang, Y. 2018. Pilot-scale radiofrequency blanching of potato cuboids: heating uniformity. *J. Sci. Food Agric.* <https://doi.org/10.1002/jsfa.8473>.
- Zhang, Z., Yao, Y., Shi, Q., Zhao, J., Fu, H., dan Wang, Y. 2020. Effects of radio-frequency-assisted blanching on the polyphenol oxidase, microstructure, physical characteristics, and starch content of potato. *LWT.* <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2020.109357>.