

# EKSTRAKSI KALSIMUM KULIT KACANG KORO PEDANG YANG DIPENGARUHI FAKTOR PEMANASAN DAN BERBAGAI KONSENTRASI ASAM KLOORIDA

*(Calcium extraction from jack bean skin influenced by heating and various concentration of hydrochloric acid)*

Victor Christian Kaharso<sup>a\*</sup>, Anita Maya Sutedja<sup>a</sup>, Chatarina Yayuk Trisnawati<sup>a</sup>, Virly<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, Indonesia

\* Penulis korespondensi  
Email: vckaharso@ukwms.ac.id

---

## ABSTRACT

*Jack bean skin is an organic waste from the production of jack bean flour that can be processed into other valuable products. Jack bean skin contains relatively high calcium, so it can be utilized as a natural source of calcium. This study used a completely randomized design with a factorial design consisting of two factors: the various concentrations of hydrochloric acid (HCl) and heating. The heating factor consists of 2 levels, namely heating and without heating, while the HCl concentration factor consists of 6 levels, namely 0, 2, 4, 6, 8, and 10% (v/v). This study aims to identify the effect of heating, HCl concentration, and its interaction on calcium content, carbohydrate content, and color of the jack bean skin extract. The results showed a significant difference in the interaction of HCl concentration and heating on calcium content, carbohydrate content, and color of the jack bean skin extract. Jack bean skin extract, which was treated with heating, had higher levels of calcium and carbohydrate content than the jack bean skin extract without heating. Moreover, the heating factor also decreases the lightness and increases the redness and yellowness of jack bean skin extract. Various concentrations of HCl also increased calcium and carbohydrate content but gave varying results on the color of the jack bean skin extract without heating treatment. The results of this study are expected to be the initial stage of producing calcium extract from organic materials to utilize organic waste from food processing, specifically the jack bean skin.*

**Keywords:** *jack bean skin, HCl, calcium, carbohydrate*

## ABSTRAK

Kulit koro pedang adalah salah satu limbah organik hasil olahan tepung koro pedang yang dapat dimanfaatkan untuk diolah menjadi produk lain yang bermanfaat. Kulit koro pedang mengandung kalsium yang relatif tinggi sehingga dapat dimanfaatkan menjadi sumber kalsium alami. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan Desain Faktorial yang terdiri dari dua faktor yaitu konsentrasi asam klorida (HCl) dan pemanasan. Faktor pemanasan terdiri dari 2 taraf faktor, yaitu pemanasan dan tanpa pemanasan sedangkan faktor konsentrasi HCl terdiri dari 6 taraf faktor, yaitu 0, 2, 4, 6, 8, dan 10% (v/v). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji pengaruh pemanasan, konsentrasi HCl dan interaksinya terhadap kadar kalsium, kadar karbohidrat, dan warna ekstrak kalsium kulit koro pedang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh nyata dari interaksi konsentrasi HCl dan pemanasan terhadap kadar kalsium, kadar karbohidrat, dan warna dari ekstrak kalsium kulit koro pedang. Ekstrak kulit koro pedang yang diberi perlakuan pemanasan memiliki kadar kalsium dan kadar karbohidrat yang lebih tinggi daripada ekstrak kulit koro pedang tanpa pemanasan. Selain itu, faktor pemanasan juga mempengaruhi warna ekstrak kulit koro pedang karena adanya penurunan *lightness* dan peningkatan *redness* serta *yellowness* sampel. Perbedaan konsentrasi HCl juga meningkatkan kadar kalsium dan karbohidrat, akan tetapi memberikan hasil yang bervariasi pada warna dari ekstrak kulit koro pedang tanpa perlakuan

pemanasan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi tahapan awal untuk menghasilkan ekstrak kalsium dari bahan organik sebagai upaya untuk memanfaatkan limbah organik hasil olahan pangan, yaitu kulit koro pedang.

**Kata kunci:** kulit koro pedang, HCl, kalsium, karbohidrat

---

## PENDAHULUAN

Koro pedang (*Canavalia ensiformis* (L) DC.) adalah salah satu dari sekian jenis polong-polongan yang ada di Asia, terutama Asia Tenggara dan Asia Selatan, khususnya Indonesia (Aurelia *et al.*, 2019). Koro pedang dapat dikatakan kurang dimanfaatkan penggunaannya, apabila dibandingkan kedelai, kacang hijau, kacang tanah, dan kacang merah. Hal ini disebabkan karena kacang koro pedang memiliki kandungan anti gizi yang tinggi, salah satunya asam sianida (HCN). Namun, seiring dengan berkembangnya teknologi, kacang koro pedang sudah mulai dimanfaatkan sebagai bahan substitusi tepung karena kandungan proteinnya yang tergolong tinggi yaitu sebesar 32,32 % (Murdiati *et al.*, 2015). Proses penepungan kacang koro pedang hanya menggunakan bagian biji tanpa disertai dengan bagian kulitnya, sehingga kulit koro pedang dapat digolongkan sebagai limbah organik hasil pengolahan pangan. Berdasarkan pernyataan dari Murdiati *et al.* (2015), sebanyak 1,5 kg kacang koro pedang dapat menghasilkan limbah kulit koro pedang yang relatif tinggi yaitu 200 g. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk dapat mengolah limbah kulit koro pedang sehingga dapat mengurangi produksi limbahnya. Apabila dilihat dari komposisi proksimatnya, dinyatakan bahwa kulit koro pedang memiliki kadar abu sekitar 4,76% (Aurelia *et al.*, 2019); dimana sebagian besar abunya mengandung kalsium (Sherasia *et al.*, 2017). Hal ini menunjukkan potensi kulit koro pedang untuk dapat diekstraksi menjadi sumber kalsium alami.

Ekstraksi kalsium dari limbah pengolahan pangan sebenarnya bukanlah hal yang baru, mengingat beberapa penelitian telah terbukti berhasil untuk

mengekstrak kalsium dari cangkang telur (Garnjanagoonchorn dan Changpuak, 2007), kulit udang (Dechapinan *et al.*, 2017), tulang ikan (Phiraphinyo *et al.*, 2006), dan beberapa jenis daun (Bradfield, 1977). Hal ini dilakukan mengingat kalsium sendiri merupakan salah satu mineral yang sangat penting dan paling banyak terdapat dalam tubuh manusia. Sebesar 99% dari total kalsium dalam tubuh disimpan di tulang dalam bentuk *hydroxyapatite* (kompleks kristal dari kalsium dan fosfat) dan gigi, sedangkan 1% sisanya disimpan dalam darah dan jaringan lunak (Trailkoya *et al.*, 2017; Sacco *et al.*, 2015).

Proses ekstraksi kalsium dari kulit koro pedang dapat dikatakan berbeda dari proses ekstraksi kalsium dari cangkang telur, kulit udang, dan tulang ikan. Hal ini disebabkan karena kulit koro pedang merupakan limbah organik nabati yang mayoritas mengandung karbohidrat (Aurelia, 2019). Keberadaan karbohidrat diduga dapat mempengaruhi kuantitas dan kualitas hasil ekstraksi kulit koro pedang. Metode ekstraksi HCl dari Bradfield (1977) dipilih karena telah terbukti dapat mengekstrak kalsium dari daun plum, pir, dan apel yang mayoritas juga tersusun atas karbohidrat. Faktor pemanasan juga diharapkan dapat membantu untuk meningkatkan kuantitas dan kualitas ekstrak kalsium kulit koro pedang. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh pemanasan, konsentrasi HCl dan interaksinya terhadap kadar kalsium, kadar karbohidrat, dan warna ekstrak kalsium kulit koro pedang. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi tahap awal pemanfaatan limbah kulit koro pedang agar dapat mengurangi limbah organik hasil pengolahan koro pedang dan meningkatkan nilai gunanya.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah kacang koro pedang (Damar Sindoro Sumbing, Temanggung), akuabides (PT. Megah Sejahtera Scientific, Surabaya) dan HCl (Honeywell, USA). Bahan lain yang digunakan untuk kebutuhan analisa didapatkan dari Sigma-Aldrich, USA.

### Metode Pengolahan

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan rancangan percobaan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan desain faktorial yang terdiri dari dua faktor, yaitu pemanasan dan konsentrasi asam klorida (HCl). Faktor pemanasan terdiri dari 2 taraf faktor, yaitu pemanasan dan tanpa pemanasan sedangkan faktor konsentrasi HCl terdiri dari 6 taraf faktor, yaitu 0, 2, 4, 6, 8, dan 10% (v/v). Berdasarkan rancangan percobaan tersebut diperoleh data hasil uji analisa kalsium, karbohidrat, dan warna.



Gambar 1. Serbuk kulit koro pedang

### Persiapan Bubuk Kulit Kacang Koro Pedang

Kacang koro pedang dicuci terlebih dahulu dengan menggunakan air mengalir sebanyak dua kali dan direndam dengan menggunakan akuades dengan

perbandingan air:kacang adalah 1:5 selama 24 jam. Selanjutnya, kacang koro pedang direbus selama 30 menit pada suhu  $\pm 100^{\circ}\text{C}$  sebelum dikupas dan kulitnya dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu  $105^{\circ}\text{C}$  selama 3-4 jam. Kulit kacang koro pedang yang telah dikeringkan kemudian dihaluskan dengan menggunakan *grinder* (Miyako BL-152 GF, Indonesia) hingga menjadi serbuk kulit kacang koro pedang seperti pada Gambar 1.

### Ekstraksi Kulit Koro Pedang

Proses ekstraksi kulit koro pedang pada penelitian ini mengacu pada penelitian dari Bradfield (1977) dengan modifikasi. Serbuk kulit koro pedang ditimbang sebanyak 50 gram dan ditambahkan 500 mL larutan asam klorida (0, 2, 4, 6, 8, 10% v/v). Campuran serbuk kulit koro pedang dengan pelarut yang diberi perlakuan pemanasan, dipanaskan menggunakan pembakar bunsen hingga mencapai suhu  $95^{\circ}\text{C}$  selama 30 menit dan selanjutnya didinginkan hingga suhu mencapai  $\pm 50^{\circ}\text{C}$ . Sedangkan campuran serbuk kulit koro pedang dengan pelarut tanpa perlakuan pemanasan, dibiarkan pada suhu ruang selama proses pemanasan dan pendinginan sampel lainnya berlangsung. Sampel selanjutnya disaring menggunakan kertas Whattman no 40 untuk memisahkan serbuk kulit kacang koro pedang dengan larutan hasil ekstraksi.

### Parameter Evaluasi

Parameter yang dievaluasi pada penelitian ini adalah kadar kalsium, kadar karbohidrat, dan warna dari hasil ekstrak kulit koro pedang. Kadar kalsium dianalisa dengan menggunakan alat *Atomic Absorption Spectrophotometer* berdasarkan metode dari AOAC (2005). Kadar karbohidrat dianalisa dengan menggunakan metode *Luff School* berdasarkan penelitian dari Kurnia et al. (2021). Analisa warna ekstrak kulit koro pedang dilakukan dengan menggunakan *color reader* (Konica Minolta CR 10 Plus, Jepang).

### Analisis Statistik

Data pada penelitian ini dilaporkan dalam bentuk rata-rata  $\pm$  standar deviasi. Data yang dihasilkan pada pengujian kadar kalsium, karbohidrat, dan warna dianalisa secara statistik dengan menggunakan uji *Analysis of Variance* (ANOVA). Apabila terdapat perbedaan nyata ( $P < 0,05$ ), maka pengujian dilanjutkan dengan menggunakan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Analisis statistik dilakukan dengan menggunakan aplikasi SPSS versi 19.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kadar Kalsium

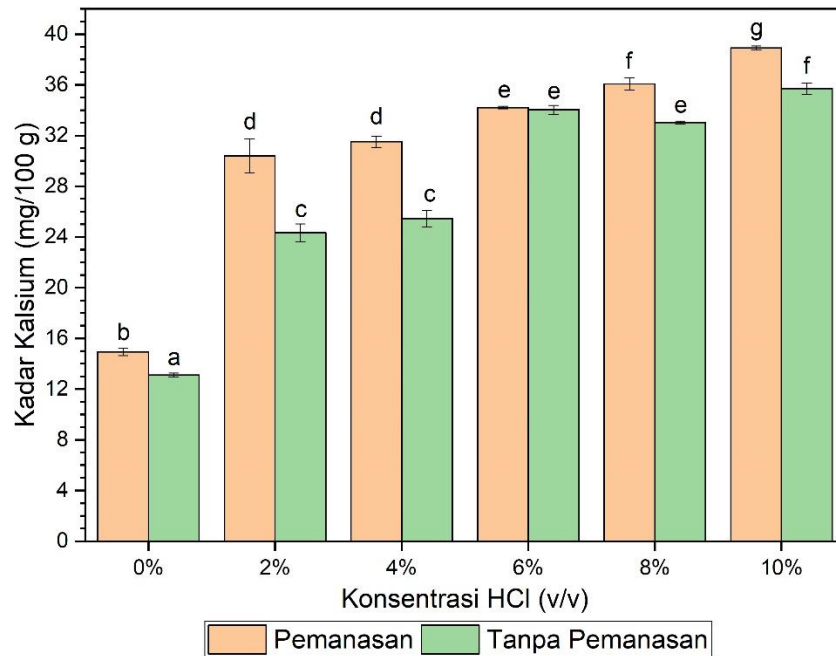
Hasil analisa kadar kalsium dari sampel ekstrak kulit koro pedang dapat dilihat pada Gambar 2. Berdasarkan gambar tersebut ditunjukkan bahwa kadar kalsium dari ekstrak kulit koro pedang berkisar di antara 13,10 – 38,90 mg/100 g. Terlihat adanya peningkatan yang signifikan ( $P > 0,05$ ) pada kadar kalsium ekstrak kulit koro pedang saat sampel dipanaskan. Hasil ini sejalan dengan penelitian dari Bratovcic (2020), dimana kadar kalsium dari ekstrak kulit lemon dan jeruk mengalami sedikit peningkatan saat suhu pemanasan ditingkatkan dari 62°C menjadi 92°C. Hal ini menunjukkan bahwa faktor pemanasan menjadi salah satu faktor penting dalam suatu proses ekstraksi karena secara umum peningkatan suhu dapat meningkatkan kelarutan zat padat terlarut dalam pelarut cair (Raynie, 2021). Di sisi lain, peningkatan konsentrasi HCl selama proses ekstraksi berdampak nyata ( $P > 0,05$ ) pada kadar kalsium dari ekstrak kulit koro pedang. Penelitian dari Domrongpookphan dan Khemkhao (2017) juga menunjukkan hasil yang sejalan, dimana peningkatan konsentrasi HCl meningkatkan kadar kalsium dari ekstrak kalsium dari cangkang telur. Ekstraksi kalsium dengan menggunakan pelarut asam klorida dapat menghasilkan ekstrak kalsium dalam bentuk kalsium klorida ( $\text{CaCl}_2$ ) yang memiliki kelarutan yang baik (Domrongpookphan dan Khemkhao, 2017). Selain itu, hasil penelitian juga menunjukkan adanya pengaruh nyata ( $P > 0,05$ ) pada interaksi

antara kedua faktor (pemanasan dan konsentrasi HCl) terhadap kadar kalsium ekstrak kulit koro pedang. Adanya interaksi dari kedua faktor ini menandakan bahwa adanya keterikatan antara pemanasan dan konsentrasi HCl yang dapat berdampak pada peningkatan kadar kalsium dari ekstrak kulit koro pedang.

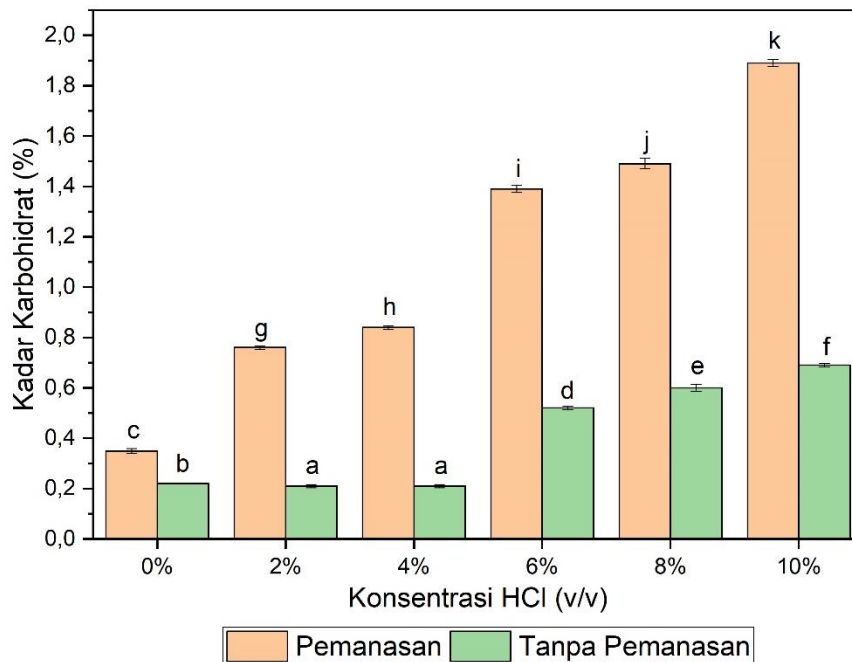
### Kadar Karbohidrat

Pada penelitian ini, kadar karbohidrat dari ekstrak kulit koro pedang juga menjadi salah satu parameter yang diujikan. Hal ini disebabkan karena mayoritas kulit koro pedang tersusun atas karbohidrat, dimana 71,78%(db) merupakan selulosa (Aurelia *et al.*, 2019). Oleh karena itu, perlu dilakukan uji analisa kadar karbohidrat pada ekstrak kulit koro pedang untuk dapat mengetahui banyaknya karbohidrat yang terlarut pada ekstrak kalsium kulit koro pedang. Karbohidrat yang terlarut pada ekstrak dikhawatirkan dapat mempengaruhi ekstrak kalsium dari kulit koro pedang. Metode yang dipilih untuk analisa kadar karbohidrat adalah metode Luff Schoorl. Metode ini dipilih karena tergolong lebih murah dan lebih mudah untuk dilakukan daripada metode-metode lainnya, seperti Anthrone-Sulfate dan Lane-Eynon (Kurnia *et al.*, 2021).

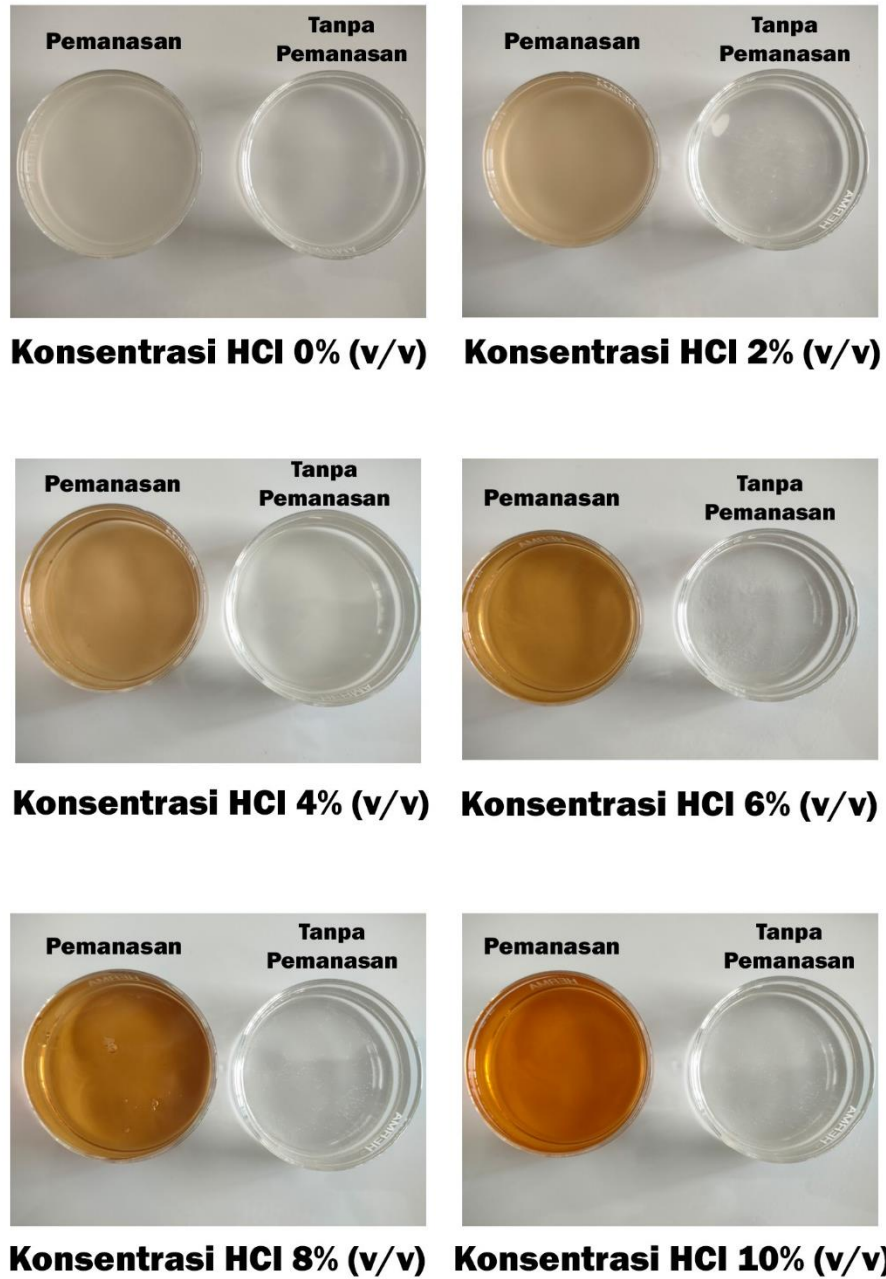
Hasil kadar karbohidrat dari ekstrak kulit koro pedang dapat dilihat pada Gambar 3, yang menunjukkan adanya peningkatan kadar karbohidrat yang signifikan ( $P > 0,05$ ), saat konsentrasi HCl ditingkatkan terutama pada sampel yang diberi perlakuan pemanasan. Selain itu, hasil penelitian juga menunjukkan adanya pengaruh nyata ( $P > 0,05$ ) pada interaksi antara pemanasan dan konsentrasi HCl terhadap kadar karbohidrat dari ekstrak kulit koro pedang. Peningkatan kadar karbohidrat ini disebabkan karena terjadinya proses hidrolisis selulosa oleh asam (HCl). Selulosa akan terhidrolisis menjadi monosakarida (glukosa) akibat adanya interaksi dengan HCl, dimana peningkatan konsentrasi HCl juga akan mempengaruhi jumlah selulosa yang terhidrolisis (Chang *et al.*, 2015; Chen,



Gambar 2. Kadar kalsium dari ekstrak kulit koro pedang (Notasi yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata pada interaksi antar kedua faktor)



Gambar 3. Kadar karbohidrat dari ekstrak kulit koro pedang (Notasi yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata pada interaksi antar kedua faktor)



Gambar 4. Ekstrak kulit koro pedang dengan perlakuan pemanasan dan perbedaan konsentrasi HCl

Tabel 1. Warna dari ekstrak kulit koro pedang

Sampel	L	a*	b*	Chroma	Hue
0%; P	40,10 ± 1,21 <sup>d</sup>	0,46 ± 0,05 <sup>e</sup>	7,42 ± 0,46 <sup>d</sup>	7,42 ± 0,46 <sup>d</sup>	86,50 ± 0,32 <sup>f</sup>
0%; TP	47,40 ± 1,43 <sup>e</sup>	-0,28 ± 0,04 <sup>ab</sup>	4,28 ± 0,49 <sup>a</sup>	4,32 ± 0,45 <sup>a</sup>	93,78 ± 0,59 <sup>i</sup>
2%; P	39,42 ± 0,90 <sup>d</sup>	2,22 ± 0,08 <sup>f</sup>	13,54 ± 0,27 <sup>e</sup>	13,72 ± 0,25 <sup>e</sup>	80,80 ± 0,31 <sup>e</sup>
2%; TP	50,06 ± 1,05 <sup>f</sup>	-0,10 ± 0,00 <sup>cd</sup>	4,70 ± 0,12 <sup>a</sup>	4,70 ± 0,12 <sup>a</sup>	90,96 ± 0,15 <sup>g</sup>
4%; P	39,00 ± 0,76 <sup>d</sup>	4,24 ± 0,05 <sup>g</sup>	19,06 ± 0,24 <sup>f</sup>	19,48 ± 0,23 <sup>f</sup>	77,42 ± 0,19 <sup>d</sup>
4%; TP	51,74 ± 0,68 <sup>g</sup>	-0,06 ± 0,05 <sup>d</sup>	6,48 ± 0,18 <sup>c</sup>	6,48 ± 0,18 <sup>c</sup>	90,68 ± 0,63 <sup>g</sup>
6%; P	36,72 ± 1,45 <sup>c</sup>	5,98 ± 0,13 <sup>h</sup>	20,24 ± 0,85 <sup>g</sup>	21,12 ± 0,83 <sup>g</sup>	73,54 ± 0,65 <sup>c</sup>
6%; TP	49,70 ± 2,49 <sup>f</sup>	-0,32 ± 0,08 <sup>a</sup>	5,76 ± 0,40 <sup>b</sup>	5,76 ± 0,40 <sup>b</sup>	93,08 ± 0,47 <sup>h</sup>
8%; P	35,00 ± 0,22 <sup>b</sup>	7,68 ± 0,25 <sup>i</sup>	21,84 ± 0,51 <sup>h</sup>	23,14 ± 0,51 <sup>h</sup>	70,66 ± 0,74 <sup>b</sup>
8%; TP	50,74 ± 0,60 <sup>fg</sup>	-0,24 ± 0,11 <sup>abc</sup>	5,94 ± 0,29 <sup>bc</sup>	5,94 ± 0,29 <sup>b</sup>	90,74 ± 0,36 <sup>g</sup>
10%; P	32,50 ± 0,50 <sup>a</sup>	9,54 ± 0,26 <sup>j</sup>	24,22 ± 0,27 <sup>i</sup>	26,04 ± 0,23 <sup>i</sup>	68,52 ± 0,68 <sup>a</sup>
10%; TP	51,28 ± 0,70 <sup>fg</sup>	-0,14 ± 0,05 <sup>bcd</sup>	6,18 ± 0,16 <sup>bc</sup>	6,18 ± 0,16 <sup>bc</sup>	90,56 ± 0,74 <sup>g</sup>

Data dinyatakan dalam rerata ± SD, notasi yang berbeda menunjukkan adanya pengaruh nyata pada interaksi antar kedua faktor (P = Pemanasan, TP = Tanpa Pemanasan)

2015). Proses hidrolisis asam menyebabkan pemutusan rantai glikosida (ikatan eter) di antara monomer- monomer pada struktur molekul selulosa sehingga menghasilkan senyawa monosakarida (Kurnia et al, 2021). Selain itu, proses pemanasan juga menjadi salah faktor penting pada peningkatan kadar karbohidrat ekstrak kulit koro pedang. Hal ini disebabkan karena pemanasan dapat meningkatkan laju hidrolisis selulosa menjadi monosakarida (Chen, 2015). Peningkatan kadar karbohidrat ini sejalan dengan peningkatan kadar kalsium sehingga perlu dilakukan upaya lanjutan untuk dapat memisahkan kalsium dari karbohidrat agar didapatkan ekstrak kalsium dari kulit koro pedang.

### Warna

Hasil analisa warna dari ekstrak kulit koro pedang dapat dilihat pada Tabel 1. Tabel tersebut menunjukkan bahwa adanya pengaruh nyata ( $P > 0,05$ ) pada interaksi perbedaan konsentrasi HCl dan pemanasan pada *lightness*, *redness*, *yellowness*, *chroma*, dan *hue* ekstrak kulit koro pedang. Sampel yang diberi perlakuan pemanasan menunjukkan warna kemerahan daripada sampel tanpa perlakuan pemanasan (Gambar 4). Perubahan warna ini disebabkan karena adanya senyawa lignin

yang ikut terekstrak selama proses ekstraksi dengan perlakuan pemanasan. Lignin adalah senyawa polimer organik yang banyak terdapat pada dinding sel tumbuhan yang berkontribusi pada kekerasan sel serta berperan sebagai senyawa anti patogen (Nair et al., 2017; Liu et al., 2018). Keberadaan lignin pada kulit koro pedang juga dilaporkan oleh Aurelia et al. (2019); dimana lignin menyebabkan warna kecoklatan pada bubuk selulosa dari kulit koro pedang. Peningkatan konsentrasi HCl pada sampel yang diberi perlakuan pemanasan juga menyebabkan peningkatan pada *lightness*, *redness*, dan *yellowness* ekstrak kulit koro pedang. Hal ini juga terjadi pada penelitian dari Zhang et al. (2020), dimana penurunan pH menyebabkan warna dari lignin menjadi coklat kemerahan. Di sisi lain, warna ekstrak kulit koro pedang tanpa perlakuan pemanasan menunjukkan hasil analisa warna yang beragam (Tabel 1.) tetapi terlihat tidak jauh berbeda secara visual (Gambar 4). Hal ini menunjukkan bahwa kemungkinan lignin tidak terekstrak selama proses ekstraksi tanpa perlakuan pemanasan. Hasil analisa warna ini menunjukkan adanya keterikatan pada pemanasan dan perbedaan konsentrasi HCl dan dapat berdampak pada tampilan dari ekstrak kulit koro pedang yang dihasilkan.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh nyata pada pemanasan, konsentrasi HCl, serta interaksinya pada kadar kalsium, karbohidrat, dan warna dari ekstrak kulit koro pedang yang dihasilkan. Ekstrak kulit koro pedang yang diberi perlakuan pemanasan memiliki kadar kalsium dan kadar karbohidrat yang lebih tinggi daripada ekstrak kulit koro pedang tanpa pemanasan. Selain itu, faktor pemanasan juga mempengaruhi warna ekstrak kulit koro pedang karena adanya penurunan *lightness* dan peningkatan *redness* serta *yellowness* sampel. Perbedaan konsentrasi HCl juga meningkatkan kadar kalsium dan karbohidrat, akan tetapi memberikan hasil yang bervariasi pada warna dari ekstrak kulit koro pedang tanpa perlakuan pemanasan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi tahapan awal untuk menghasilkan ekstrak kalsium dari bahan organik sebagai upaya untuk memanfaatkan limbah organik hasil olahan pangan, yaitu kulit koro pedang. Di samping itu, diperlukan juga penelitian lanjutan untuk dapat memisahkan karbohidrat dari ekstrak kulit koro pedang agar didapatkan ekstrak kalsium dari kulit koro pedang.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya (LPPM – UKWMS) atas pendanaan kegiatan penelitian yang diberikan melalui Dana Internal Tahun 2021/2022.

## DAFTAR PUSTAKA

Association of Official Analysis Chemists International. 2005. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. Gaithersburg: AOAC International.

Aurelia, C., Murdiati, A., Supriyanto, dan Ningrum, A. 2019. Effect of Sodium Hydroxide and Sodium Hypochlorite on

the Physicochemical Characteristics of Jack Bean Skin (*Canavalia ensiformis*). *Pakistan Journal of Nutrition*, 18: 193-200.

- Bradfield, E. G. 1977. Extraction of Calcium Fractions from Plant Material. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 8(7): 563-572.
- Bratovcic, A. 2020. Effect of Temperature Extraction on The Potassium and Calcium Content in The Lemon and Orange Water Peel Extracts. *Journal of Advances in Chemistry*, 17(2020): 35-43.
- Chang, J. K., Duret, X., Berberi, V., Zahedi-Niaki, H., dan Lavoie, J. M. 2015. Two-step Thermochemical Cellulose Hydrolysis with Partial Neutralization for Glucose Production. *Frontiers in Chemistry*, 6:1-11.
- Chen, H. 2015. Lignocellulose Biorefinery Feedstock Engineering. In *Lignocellulose Biorefinery Engineering*. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd.
- Domrongpakkaphan, V. dan Khemkhao, M. 2017. Calcium Chloride Produced from Eggshell for Vegetable Washing. *Journal of Applied Science*, 16(2):1-7.
- Garnjanagoonchorn, W., dan Changpuak, A. 2007. Preparation and Partial Characterization of Eggshell Calcium Chloride. *International Journal of Food Properties*, 10: 497-503.
- Kurnia, N., Liliyasi, Adawiyah, D. R., dan Supriyanti, F. M. T. 2021. Determination of Carbohydrates Content in Red Dragon Fruit for Food Chemistry Laboratory. *AIP Conferences Proceedings*, 2330: 1-5.
- Liu, Q., Luo, L., dan Zheng, L. 2018. Lignins: Biosynthesis and Biological Functions in Plants. *International Journal of Molecular Science*, 19(2): 1-16.
- Murdiati, A., Anggrahini, S., dan Alim, A. 2015. Peningkatan Kandungan Protein Mie Basah dari Tapioka dengan Substitusi Tepung Koro Pedang Putih (*Canavalia ensiformis* L.). *Agritech*, 35: 251-260.
- Nair, A., Ithnin, N. B., Sim, H. L., dan Appleton, D. R. 2017. Energy Crops. In *Encyclopedia of Applied Plant Sciences*



- (*Second Edition*). Amsterdam: Academic Press.
- Phiraphinyo, P., Taepakpurenat, S., Lakkanatinaporn, P., Suntornsuk, W. dan Suntornsuk, L. 2006. Physical and Chemical Properties of Fish and Chicken Bones as Calcium Source for Mineral Supplements. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 28(2): 327-335.
- Raynie, D. E. 2021. Turning Up the Heat: The Effect of Temperature on Analytical Extractions. *LCGC North America*, 39(1):15–18.
- Sherasia, P. L., Garg, M. R., dan Bhanderi, B. M. 2017. *Pulse and their by-products as animal feed*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Zhang, H., Fu, S., dan Chen, Y. 2020. Basic Understanding of The Color Distinction of Lignin and The Proper Selection of Lignin in Color-Depended Utilizations. *International Journal of Biological Macromolecules*, 147: 607-615.