

Potensi Antioksidan Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) Kering dengan *Pre-Treatment*

*Antioxidant Potential of Dried Red Dragon Fruit (Hylocereus polyrhizus)
with Pre-Treatment*

Gusti Ayu Kadek Diah Puspawati*, Putu Timur Ina, Gusti Ayu Ekawati

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

*Korespondensi Penulis: diahpuspawati@unud.ac.id

Submisi: 21 November 2021, Review: 12 Agustus 2022, Diterima (Accepted): 31 Desember 2022

ABSTRACT

Red dragon fruit has the potential as a functional food because it contains bioactive compounds that provide health benefits. Dried fruit is a simple processing fruit method and does not change the shape of the fresh fruit much, but during the drying process, the bioactive compounds are easily damaged by heat. It is necessary to give pre-treatment before drying. The study aimed to determine the antioxidant capacity, total phenolic, total flavonoid, betacyanin levels, and sensory preference of dried red dragon fruit with pre-treatments. The six levels of pre-treatments were without pre-treatment/control (K0), steam blanching (70°C) for 10 minutes (K1), soaking in cold citric acid (3%) for 10 minutes (K2), soaking in cold citric acid (3%) for 3 minutes, then steam blanching at 70°C for 7 minutes (K3), soaking in cold salt (5%) for 10 minutes (K4), and soaking in cold salt (5%) for 3 minutes, steam blanching at 70°C for 7 minutes (K5), then dried it at 50°C for 18 hours. The results showed that the control (K0) had the highest total phenolic content (20.10 mg GAE/g), total flavonoid content (5.92 mg QE/g), betacyanin content (1.57 mg/g), antioxidant capacity (1.72 mg GAEAC/g), and organoleptic preference like of color (5.65), rather like of odor (5.00), like of texture (5.69), like of taste (5.92), and like of overall acceptance (5.92). Based on sensory (organoleptic) acceptance, the steam blanching (70°C, 10 minutes) (K1) of dried red dragon fruit had the highest preference: like of color (6.08), like of texture (5.85), like of taste (6.23), and like of overall acceptance (6.23), but rather like of odor (5.31). Meanwhile, K1 had 16.71 mg GAE/g of total phenolics, 4.98 mg QE/g of total flavonoids, 0.87 mg/g of betacyanin levels, and 1.48 mg GAEAC/g of antioxidant capacity. Dried red dragon fruit (especially with steam blanching) has the potential as a functional food ingredient because the pre-treatment maintains its bioactive content during drying.

Keywords: *dried red dragon fruit, functional food ingredients, pre-treatment*

PENDAHULUAN

Buah naga merah merupakan salah satu jenis buah yang memiliki komponen bioaktif seperti flavonoid, fenolik, betasianin, dan antosianin. Komponen bioaktif dominan sekaligus sebagai pigmen

pada buah naga merah adalah betasianin dan antosianin (Rahayuningsih *et al.*, 2020; Setiawati *et al.*, 2018). Komponen bioaktif tersebut dapat memberikan keuntungan kesehatan. Betasianin dapat melawan diabetes, hiperlipidemia, obesitas, dan

kanker (Luu *et al.*, 2021). Antosianin dilaporkan dapat menekan stres oksidatif dan gula darah pada tikus diabetes tipe 2 non-obesitas, dan menekan enzim inhibitor alfa-glukosidase (Puspawati *et al.*, 2018; Puspawati *et al.*, 2020; Puspawati, 2020). Kadar air buah naga merah tinggi berkisar 80–96% dan termasuk buah mudah rusak (Jaafar *et al.*, 2009; Khuriyati *et al.*, 2018). Buah naga merah lebih tinggi aktivitas antioksidannya dibanding buah naga putih dan jika ditinjau dari kandungan flavonoid yang memiliki fungsi sebagai antioksidan maka nilainya juga lebih tinggi (Mahattanatawee *et al.*, 2006; Sutisna & Humaedi, 2016). Buah naga merah banyak diminati dan mudah didapat dibanding jenis buah naga lainnya. Namun di saat panen raya, harga buah ini relatif murah bahkan tidak termanfaatkan.

Pengolahan buah menjadi buah kering merupakan pengolahan yang tidak banyak menyebabkan perubahan pada bahan segarnya. Dewasa ini, buah kering banyak diminati seperti plum kering, kismis, apricot kering, *cranberry* kering, mengkudu kering, nanas kering, nangka kering, apel kering, manisan mangga kering, dan manisan buah pepaya kering. Buah tersebut sudah ditemukan di *marketplace*. Morais *et al.* (2018) melaporkan pengolahan buah kering merupakan teknik pengawetan sehat dan pengolahan dasar sebagai *ingredient* pangan fungsional. Teknik pengeringan yang paling meminimalkan kerusakan komponen bioaktif dan zat gizi adalah pengeringan dengan *freeze drying*, namun biaya cukup mahal. Pada masa pandemi Covid-19, usaha mikro kecil menengah (UMKM) terus dikembangkan, tetapi kurang tepat jika menerapkan teknologi *freeze drying*. Oleh

karena itu, teknik pengeringan *oven dryer* lebih tepat diterapkan.

Pengeringan *oven dryer* merupakan teknik pengeringan dengan harga terjangkau dan mudah digunakan. Biasanya penggunaan *oven dryer* dengan suhu berkisar 40-80°C. Suhu pengeringan buah naga merah dengan *oven dryer* terbaik pada suhu 50°C selama 12 jam (Ina & Ekawati, 2020). Salah satu cara mempertahankan komponen bioaktif dari kerusakan akibat panas pada pengeringan adalah perlakuan pendahuluan atau *pre-treatment*.

Pre-treatment merupakan perlakuan awal sebelum pengeringan. *Pre-treatment* dilaporkan dapat memperbaiki tekstur, cita rasa, meminimalkan terjadinya oksidasi yang menghasilkan warna cokelat, inaktivasi enzim yang memacu degradasi komponen bioaktif, dan mempersingkat waktu pengeringan (Maisnam *et al.*, 2016). Jenis *pre-treatment* cukup banyak meliputi *steam blanching*, perendaman larutan asam, larutan sodium metabisulfit, larutan kapur, dan larutan garam, sampai dengan menggunakan ultrasonikasi dalam larutan gula. Huyen *et al.* (2018) melaporkan pengeringan buah naga putih dengan pengeringan *oven dryer* pada suhu 80°C selama 12 jam tanpa *pre-treatment* menghasilkan buah kering yang baik, tetapi produk berwarna cokelat. Ruvini *et al.* (2017) melaporkan pengeringan buah dengan *oven dryer* pada suhu 65°C selama 4,5 jam dapat menyebabkan peningkatan nilai IC₅₀ dari aktivitas antioksidan sebesar 74,56% tetapi pengeringan pada suhu 65°C selama 4,5 jam dapat menghasilkan buah blimbing kering dengan aktivitas antioksidan lebih baik dibandingkan pengeringan dengan sinar matahari. Peningkatan suhu dan waktu pengeringan dapat menyebabkan penurunan

komponen bioaktif seperti total fenolik, flavonoid, dan vitamin C yang berdampak pada penurunan aktivitas antioksidan.

Oleh karena itu, dalam rangka pengembangan penelitian Huyen *et al.* (2018) dan Ruvini *et al.* (2017) untuk diversifikasi pangan fungsional, maka perlu pengolahan buah naga merah menjadi buah kering dengan memperhatikan suhu, waktu pengeringan, dan *pre-treatment*. Tujuan penelitian adalah mengevaluasi jenis *pre-treatment* buah naga merah kering yang sesuai dengan komponen bioaktif (total fenolik, total flavonoid, kadar betasianin) dan kapasitas antioksidan tertinggi dari *pre-treatment* yang diberikan.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan untuk persiapan sampel meliputi pengiris buah, tempat perendam sampel, loyang, penjepit dan kertas loyang, oven pengering (GEA 123) dan termometer. Alat yang digunakan untuk analisis meliputi pH digital (TOA HM 605), *magnetic stirrer* (Maxi Mix II Type 367000), sentrifuge (Shimadzu ATY224), *shaker*, tabung reaksi (pyrex), vortex, neraca analitik (Sartorius), pipet mikro, dan spektrofotometer (Genesys 10S UV-Vis).

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah naga merah dengan karakteristik buah matang optimal, kulit buah berwarna merah merata, tekstur padat, dan berat ± 350 g/buah yang diperoleh dari pasar tradisional Bali, akuades, asam sitrat (Gajah), garam dapur. Bahan kimia untuk analisis meliputi KCl (Merck), HCl (Merck), sodium asetat (Merck), natrium karbonat (Merck) dan folin ciocalteau's (Merck), *1.1-diphenyl-2-picryl hydrazyl*

(Sigma), etanol (Sigma), metanol (Sigma), dan asam galat (Sigma).

Tahapan Penelitian

Pembuatan Buah Naga Merah Kering [Ruvini et al. (2017) dengan Modifikasi]

Buah naga merah dicuci dengan air mengalir, selanjutnya dibelah dua dan dihilangkan kulitnya, dipotong dengan ketebalan 5 mm, selanjutnya diberi *pre-treatment* sesuai pelakuan (**Tabel 1**). Langkah selanjutnya sampel diletakkan di atas loyang yang telah dialasi kertas loyang, kemudian dikeringkan dalam oven pengering pada suhu 50°C selama 18 jam dengan dibalik sekali pada jam ke-9. Pada tahapan ini, modifikasi dari Ruvini *et al.* (2017) dilakukan pada suhu dan waktu pengeringan. Buah naga merah kering selanjutnya dikemas dan dianalisis.

Tabel 1. Variasi perlakuan *pre-treatment* pada buah naga merah kering

Kode	Perlakuan
K0	Kontrol/tanpa <i>pre-treatment</i>
K1	<i>Steam blanching</i> 70°C, 10 menit
K2	Perendaman asam sitrat 3% dingin, 10 menit
K3	Perendaman asam sitrat 3% dingin, 3 menit + <i>steam blanching</i> 70°C, 7 menit
K4	Perendaman garam 5% dingin, 10 menit
K5	Perendaman garam 5% dingin, 3 menit + <i>steam blanching</i> 70°C, 7 menit

Rancangan Percobaan

Penelitian menggunakan rancangan percobaan rancangan acak kelompok (RAK) dengan perlakuan jenis *pre-treatment* sebelum pengeringan (**Tabel 1**). Perlakuan diulang sebanyak dua kali. Analisis data menggunakan *analysis of variance* (ANOVA), jika terjadi pengaruh signifikan antara perlakuan dilanjutkan dengan uji *Duncan's multiple range test* (DMRT),

dengan tingkat signifikansi 5%. Analisis data menggunakan *software* SPSS 20.0 for *windows*. Data disajikan dalam bentuk nilai rata-rata dan standar deviasi.

Metode Analisis

Pengujian pada buah naga merah kering meliputi total fenolik (Angonese *et al.*, 2021), total flavonoid (Chen *et al.*, 2021) kadar betasianin (Angonese *et al.*, 2021), kapasitas antioksidan (Arivalagan *et al.*, 2021), dan sensoris hedonik (Meilgard *et al.*, 2006).

Total Fenolik Buah Naga Merah Kering

Pengujian total fenolik menggunakan *folin ciocalteu* dan standar asam galat mengacu pada Angonese *et al.* (2021). Pengujian dilakukan dengan cara larutan sampel dipersiapkan dari larutan stok (100 mg sampel dilarutkan dengan pelarut etanol 95% sampai volume 5 mL). Larutan sampel sebanyak 200 μ L, ditambah 1000 μ L *folin ciocalteu* (10%), divortex 30 detik, diinkubasi 5 menit, kemudian ditambah 800 μ L Na_2CO_3 7,5% selanjutnya di-vortex, diinkubasi suhu kamar kondisi gelap selama 30 menit. Absorbansi dengan spektrofotometer dibaca pada panjang gelombang λ 763 nm. Kurva standar dibuat dengan melarutkan asam galat dalam akuades dengan berbagai konsentrasi (10-100 mgL⁻¹). Perhitungan total fenolik menggunakan rumus persamaan regresi $y = ax + b$ dari standar asam galat. Data hasil perhitungan dinyatakan dalam satuan *gallic acid equivalent* (GAE). Total fenolik ditentukan dengan persamaan:

$$\text{Total fenolik (mg GAE/g)} = \frac{(A \times \text{FP} \times \text{TV} \times 1000)}{\text{Berat sampel (g)}}$$

Keterangan:

A = nilai x dari persamaan linier standar asam galat

FP = faktor pengenceran

TV = total volume

Total Flavonoid Buah Naga Merah Kering

Penentuan kadar flavonoid merujuk Chen *et al.* (2021), menggunakan standar kuersetin yang dilarutkan dalam etanol (95%) pada beberapa konsentrasi (25, 50, 100, 125, 150, 200 μ g/mL). Larutan standar dan sampel dengan konsentrasi tertentu sebanyak 0,5 mL dicampur dengan 1,5 mL etanol 95%, 0,1 mL aluminium klorida 10%, 0,1 mL kalium asetat 1 M, dan 2,8 mL akuades. Langkah selanjutnya campuran larutan diinkubasi pada suhu kamar selama 30 menit, kemudian dibaca absorbansi pada λ 415 nm pada spektrofotometer dan dibuat blanko dengan mensubstitusi jumlah 10% aluminium klorida dengan akuades. Perhitungan total flavonoid:

$$\text{Total flavonoid (mg QE/g)} = \frac{(A \times \text{FP} \times \text{TV} \times 1000)}{\text{Berat sampel (g)}}$$

Keterangan:

A = nilai x dari persamaan linier standar kuersetin

FP = faktor pengenceran

TV = total volume

Kadar Betasianin Buah Naga Merah Kering

Kadar betasianin ditentukan dengan spektrofotometer pada λ 538 nm merujuk Angonese *et al.* (2021). Ekstrak dilarutkan etanol (95%) dengan 100 kali pengenceran, kemudian dicampur, selanjutnya didiamkan suhu kamar selama 20 menit kemudian dibaca absorbansi pada λ 538 nm. Kadar betasianin ditentukan dengan menggunakan persamaan:

$$\text{Kadar betasianin (mg/g)} \\ = \frac{(A \times BM \times FP \times V \times 1000)}{\epsilon \times L \times W}$$

Keterangan:

- A = nilai absorbansi pada λ 538 nm
- BM = berat molekul 550 (g/mol)
- FP = faktor pengenceran
- V = volume ekstrak (mL)
- ϵ = koefisien absorptivasi ($6,5 \times 10^4$ L/mol) dinyatakan sebagai sianidin 3-glikosida (BM 550 g/mol)
- L = diameter kuvet (1 cm)
- W = berat sampel

Kapasitas Antioksidan Buah Naga Merah Kering

Kapasitas antioksidan ditentukan secara spektrofotometri dengan standar eksternal vitamin C merujuk pada Arivalagan *et al.* (2021). Sampel sesuai perlakuan ditimbang 100 mg, diencerkan menjadi 5 mL dengan metanol 99,9%, selanjutnya divortek, disentrifuge 3000 rpm 15 menit, disaring sampai diperoleh filtrat. Filtrat dan standar pada beberapa konsentrasi (0, 100, 200, 300, 400, 500 ppm), dipipet 0,5 ml ditambahkan 3,5 mL DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) 0,1 mM (dalam pelarut metanol 99,9%) pada tabung reaksi, kemudian divortek. Sampel diinkubasi pada suhu 25°C selama 30 menit. Selanjutnya diukur absorbansinya pada panjang gelombang 517 nm. Penentuan kapasitas antioksidan sesuai persamaan:

$$\text{KA (mg GAEAC/g)} = \frac{(X \times FP \times TV \times 1000)}{\text{Berat sampel (g)}}$$

Keterangan:

- KA = kapasitas antioksidan
- X = nilai x dari persamaan linier vitamin C (mg/L)
- FP = faktor pengenceran
- TV = total volume (L)

Pengujian Sensoris Buah Naga Merah Kering

Analisis sensoris menggunakan uji hedonik (kesukaan) pada atribut warna, aroma, tekstur, rasa, dan penerimaan keseluruhan dengan skor 1-7 (1 = sangat tidak suka; 2 = tidak suka; 3 = agak tidak suka; 4 = biasa, 5 = agak suka, 6 = suka; 7 = sangat suka). Panelis yang digunakan berjumlah 20 orang sebagai panelis semi terlatih merujuk pada Meilgard *et al.* (2006).

HASIL DAN PEMBAHASAN

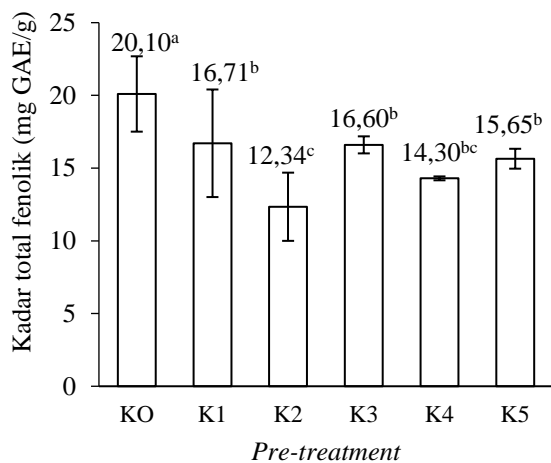
Kadar Total Fenolik Buah Naga Merah Kering

Data hasil sidik ragam menunjukkan *pre-treatment* berpengaruh signifikan ($P < 0,05$) terhadap total fenolik buah naga merah kering. Kenampakan buah naga merah kering tersaji pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Kenampakan buah naga merah kering

Nilai total fenolik buah naga merah kering semua perlakuan berkisar antara 12,34–20,10 mg GAE/g (**Gambar 2**). Kadar total fenolik buah naga merah kering tertinggi pada kontrol (K0) sebesar 20,10 mg GAE/g. Kadar total fenol terendah pada perendaman asam sitrat dingin 3%, 10 menit (K2) sebesar 12,34 mg GAE/g, K2 berbeda tidak signifikan dengan perendaman garam dingin 5%, 10 menit (K4).



Gambar 2. Total fenolik buah naga merah kering K0 = kontrol; K1 = *steam blanching* 70°C, 10 menit; K2 = perendaman asam dingin 3%, 10 menit; K3 = perendaman asam sitrat dingin 3%, 3 menit + *steam blanching* 7 menit; K4 = perendaman garam dingin 5%, 10 menit; K5 = perendaman garam dingin 5%, 3 menit + *steam blanching* 7 menit

Keterangan: Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan ($P < 0,05$)

Penurunan kadar total fenolik terkecil selama proses pengeringan buah naga merah yaitu pada perlakuan *steam blanching* 70°C, 10 menit (K1). Kadar total fenolik K1 tidak berbeda signifikan dengan perendaman asam sitrat dingin 3%, 3 menit + *steam blanching* 7 menit (K3), dan perendaman garam dingin 5%, 3 menit + *steam blanching* 7 menit (K5). Kondisi ini menunjukkan *pre-treatment* dapat menurunkan kadar total fenolik buah naga merah kering dibanding tanpa *pre-treatment* (K0). *Pre-treatment* dapat memperbesar pembekakan pori-pori sel sehingga terjadi penurunan elastisitas bahan (Asghar & Musaddad, 2008). *Pre-treatment* dengan perendaman asam sitrat 3% dan garam dapat melunakkan sel permukaan sehingga lebih mudah mengeluarkan senyawa fenolik dari matriks bahan dan lebih banyak terjadi pelarutan senyawa fenolik yang menyebabkan

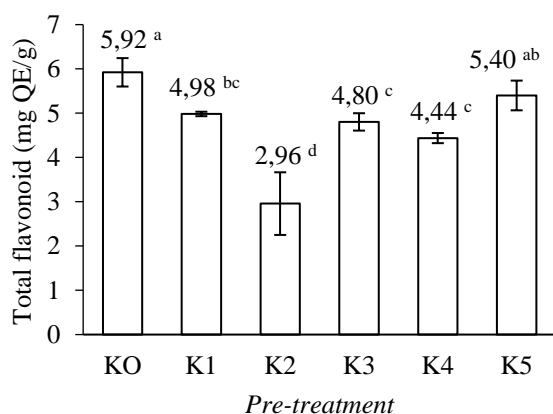
berkurang komponen fenolik. Fajarwati *et al.* (2017) melaporkan bahwa perendaman dengan asam sitrat dapat melunakkan tekstur dan meningkatkan pelarutan komponen bahan yang diekstrak. Penurunan total fenolik pada *pre-treatment* ini sejalan dengan penelitian Galoburda *et al.* (2012) bahwa *pre-treatment* dengan perendaman dapat menyebabkan penurunan total fenolik sebesar 61-80% karena terjadi pelarutan komponen dalam air/larutan perendam.

Hasil yang menarik dari penelitian ini adalah pada penurunan total fenolik dengan *pre-treatment steam blanching*, baik pada *steam blanching* tunggal maupun kombinasi dengan perendaman asam/garam, dimana penurunan total fenoliknya berbeda tidak signifikan. Hal ini dapat disebabkan *pre-treatment steam blanching* dapat menginaktifkan enzim polifenolase sehingga kerusakan senyawa fenolik dapat dihambat, namun kadar total fenolik buah naga merah kering hasil penelitian ini lebih tinggi dari buah naga merah segar (0,48 mg GE/g) yang dilaporkan Arivalagan *et al.* (2021). Hal ini dapat disebabkan perbedaan lingkungan tumbuhnya dan adanya proses pengeringan yang menyebabkan penurunan kadar air sehingga persentase pembagiannya lebih rendah.

Kadar Total Flavonoid Buah Naga Merah Kering

Hasil sidik ragam menunjukkan *pre-treatment* berpengaruh signifikan ($p < 0,05$) terhadap kadar total flavonoid buah naga merah kering. Kadar total flavonoid buah naga merah kering tertinggi pada kontrol (K0) sebesar 5,92 mg QE/g. Kadar total flavonoid K0 berbeda tidak signifikan dengan *pre-treatment* perendaman garam dingin 5%, 3 menit + *steam blanching* 7

menit (K5). Kadar total flavonoid terendah sebesar 2,96 mg QE/g pada perendaman asam sitrat 3% dingin, 10 menit (K2) (**Gambar 3**).



Gambar 3. Total flavonoid buah naga merah kering KO = kontrol; K1 = *steam blanching* 70°C,10 menit; K2 = perendaman asam dingin 3%, 10 menit; K3 = perendaman asam sitrat dingin 3%, 3 menit + *steam blanching* 7 menit; K4 = perendaman garam dingin 5%, 10 menit; K5 = perendaman garam dingin 5%, 3 menit + *steam blanching* 7 menit

Keterangan: Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan ($P < 0,05$)

Penurunan kadar total flavonoid pada buah naga merah kering (K1, K2, K3, K4, K5) jika dibanding dengan perlakuan tanpa *pre-treatment* (K0) dapat disebabkan oleh tekstur daging buah naga merah yang lunak. Hal ini menyebabkan saat penambahan asam sitrat dapat mempercepat proses perusakan sel pada permukaan bahan. Faktor lain dapat disebabkan dari perendaman bahan dalam suatu larutan. Perendaman akan menyebabkan peningkatan komponen bahan larut dalam air perendam. Fajarwati *et al.* (2017) melaporkan *pre-treatment* perendaman asam sitrat dapat meningkatkan pelarutan komponen dalam larutan perendam. Larutan asam dapat menghidrolisis komponen penyusun dinding

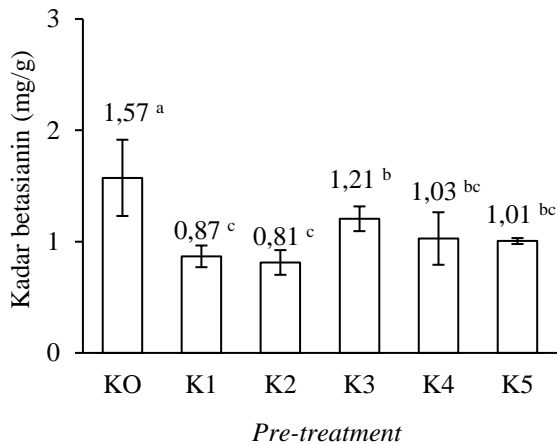
sel sehingga dapat melunakkan jaringan dan memudahkan pelarut masuk ke dalam sel bahan untuk melarutkan komponen yang diekstrak (Fakhrizal *et al.*, 2015). Parwata (2016) melaporkan perendaman dalam larutan garam dapat menyebabkan terjadi pengurangan pelarutan dalam larutan perendam. Hal ini menunjukkan bahwa kelarutan komponen bahan dipengaruhi oleh komponen bahan perendamnya. Begitu pula pada perlakuan *steam blanching* (kadar flavonoidnya lebih rendah jika dibandingkan dengan kontrol (tanpa *pre-treatment*). Asgar & Musaddad (2008) melaporkan bahwa *pre-treatment* seperti *steam blanching* dapat melunakkan jaringan. Akan tetapi perlakuan *steam blanching* (K1, K3, K5) dapat mempertahankan total flavonoid dibanding tanpa *steam blanching* (K2, K4).

Akan tetapi, pernyataan Asgar & Musaddad (2008) tidak selaras dengan efek *pre-treatment* pada *black carrot*. *Pre-treatment* seperti *blanching* pada *black carrot* dapat meningkatkan total flavonoid produk keringnya (Garba & Kaur, 2014). Hal ini diduga karena adanya perbedaan tekstur bahan yang dikeringkan, *black carrot* teksturnya lebih keras, sedangkan buah naga merah bertekstur lunak. Hal ini dapat menjelaskan bahwa kadar total flavonoid pada *pre-treatment blanching* lebih efektif dilakukan pada bahan bertekstur keras.

Kadar Betasianin Buah Naga Merah Kering

Analisis ragam menunjukkan *pre-treatment* berpengaruh signifikan ($P < 0,05$) terhadap kadar betasianin buah naga merah kering. Betasianin merupakan pigmen berwarna merah yang terdapat pada buah

naga merah bersifat larut air (Halimfenezi *et al.*, 2017).



Gambar 4. Kadar betasianin buah naga merah kering K0 = kontrol; K1 = *steam blanching* 70°C, 10 menit; K2 = perendaman asam dingin 3%, 10 menit; K3 = perendaman asam sitrat dingin 3%, 3 menit + *steam blanching* 7 menit; K4 = perendaman garam dingin 5%, 10 menit; K5 = perendaman garam dingin 5%, 3 menit + *steam blanching* 7 menit

Keterangan: Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan ($P < 0,05$)

Gambar 4 menunjukkan kadar betasianin buah naga merah kering tertinggi pada kontrol (K0) sebesar 1,57 mg/g. Kadar total betasianin terendah pada perendaman asam sitrat 3%, 10 menit (K2) sebesar 0,81 mg/g. Kadar betasianin K2 berbeda tidak signifikan ($p > 0,05$) dengan *steam blanching* 70°C, 10 menit (K1), perendaman garam dingin 5%, 10 menit (K4), dan perendaman garam dingin 5%, 3 menit + *steam blanching* 7 menit (K5). Hal ini dapat disebabkan tekstur daging buah naga merah segar kontrol (K0) lebih keras dibandingkan dengan perlakuan *pre-treatment*, adanya perendaman asam dan garam dapat meningkatkan pelunakan jaringan. Pelunakan jaringan bahan pada *pre-treatment* dengan asam dan basa lebih

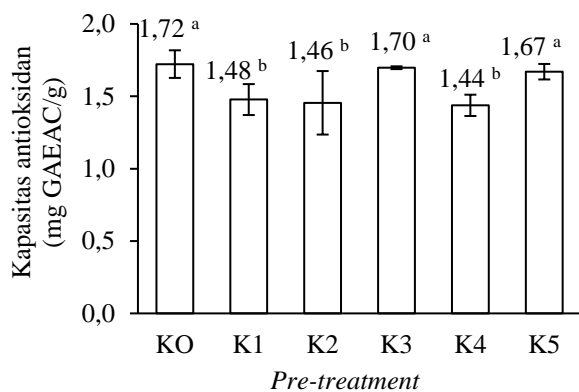
dominan memengaruhi kadar betasianin dibandingkan penghambatan kerja enzim polifenolase yang menghambat perubahan warna coklat pada bahan. Perendaman dilaporkan lebih cepat meningkatkan pelarutan senyawa penyusun bahan, tetapi penurunan kadar betasianin pada perendaman dengan garam jauh lebih cepat dibandingkan dengan perendaman asam. Hal ini disebabkan betasianin lebih stabil pada kondisi asam dibandingkan basa atau adanya garam. Panas pada pengeringan buah dapat menyebabkan betasianin tidak stabil. Betasianin dapat mengalami isomerisasi betanin menjadi isobetanin dan *phyllocactin* menjadi *isophyllocactin* (Mahayothee *et al.*, 2019).

Kapasitas Antioksidan Buah Naga Merah Kering

Data hasil sidik ragam menunjukkan perlakuan *pre-treatment* berpengaruh signifikan ($P < 0,05$) terhadap kapasitas antioksidan buah naga merah kering. Kapasitas antioksidan ini menyatakan kemampuan buah naga merah kering sebagai antioksidan yang setara dengan asam galat yang memiliki aktivitas antioksidan dalam menekan radikal bebas akibat adanya oksidasi.

Kapasitas antioksidan buah naga merah kering tertinggi pada perlakuan kontrol (K0) (1,72 mg GAEAC/g), tetapi nilainya berbeda tidak signifikan dengan perlakuan perendaman asam sitrat dingin 3%, 3 menit + *steam blanching* 7 menit (K3) (1,70 mg GAEAC/g), dan perendaman garam dingin 5%, 3 menit + *steam blanching* 7 menit (K5) (1,67 mg GAEAC/g). Kapasitas antioksidan terendah pada perendaman asam sitrat 3%, 10 menit (K2), tetapi K2 berbeda tidak signifikan dengan

K1 (*steam blanching* 70°C, 10 menit) dan K4 (perendaman garam dingin 5%, 10 menit) dengan nilai berturut turut 1,44 mg GAEAC/g; 1,46 mg GAEAC/g; dan 1,48 mg GAEAC/g (**Gambar 5**).



Gambar 5. Kapasitas antioksidan buah naga merah kering K0 = kontrol; K1 = K2 = perendaman asam dingin 3%, 10 menit; K3 = perendaman asam sitrat dingin 3%, 3 menit + *steam blanching* 7 menit; K4 = perendaman garam dingin 5%, 10 menit; K5 = perendaman garam dingin 5%, 3 menit + *steam blanching* 7 menit

Keterangan: Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan ($P < 0,05$)

Hasil penelitian juga menunjukkan tidak semua *pre-treatment* menurunkan kapasitas antioksidan buah naga merah kering dari kontrol (K0), yang selaras dengan penurunan total fenolik, total flavonoid, dan kadar betasianin, kecuali pada *pre-treatment* perendaman garam dingin 5%, 3 menit + *steam blanching* 7 menit (K5) total flavonoidnya berbeda tidak signifikan dengan kontrol (K0). Kapasitas antioksidan tidak selalu dipengaruhi oleh kadar komponen bioaktifnya (fenolik, flavonoid, dan betasianin) tetapi dapat juga disebabkan oleh reaktivitas antioksidan dari masing-masing komponen bioaktif tersebut terhadap radikal bebas (DPPH). Kapasitas antioksidan perendaman asam sitrat dingin 3%, 3 menit + *steam blanching* 7 menit (K3)

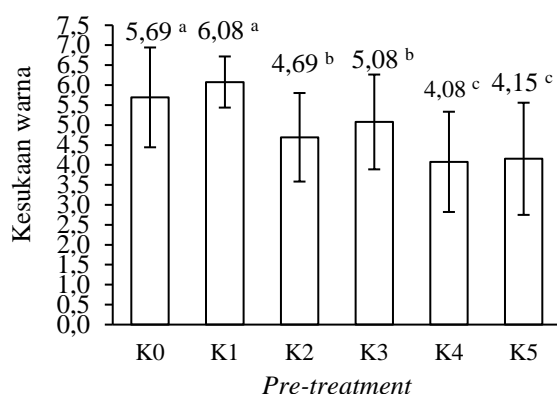
(1,70 mg GAEAC/g) dan perendaman garam dingin 5%, 3 menit + *steam blanching* 7 menit (K5) (1,67 mg GAEAC/g) tidak berbeda signifikan dengan kontrol (K0) (1,72 mg GAEAC/g). Hal ini dapat disebabkan adanya kombinasi perendaman asam + *steam blanching* (K3) dan kombinasi garam + *steam blanching* (K5) dapat menyebabkan komponen bioaktif lebih stabil selama pengeringan dibandingkan dilakukan secara tunggal misal *pre-treatment steam blanching* saja. Hasil ini berbeda dengan Galoburda *et al.* (2012) yang melaporkan *pre-treatment* seperti *steam blanching* dapat meningkatkan aktivitas antioksidan buah *dill* kering dibandingkan tanpa *steam blanching*. Hal ini dapat disebabkan pada penelitiannya tidak dilakukan *pre-treatment* model kombinasi *pre-treatment* dan adanya perbedaan varietas dan tekstur bahan. Buah *dill* memiliki tekstur yang lebih keras dibanding buah naga merah.

Karakteristik Sensoris (Kesukaan) Buah Naga Merah Kering

Kesukaan Warna Buah Naga Merah Kering

Hasil sidik ragam menunjukkan jenis *pre-treatment* berpengaruh signifikan ($P < 0,05$) terhadap kesukaan warna buah naga merah kering. **Gambar 6** menunjukkan kesukaan warna tertinggi pada *steam blanching* 70°C, 10 menit (K1) dengan penerimaan suka (6,08), sementara terendah pada perendaman garam dingin 5%, 10 menit (K4) dengan penerimaan 4,08 (biasa). K4 berbeda tidak signifikan dengan perendaman garam dingin 5%, 3 menit + *steam blanching* 7 menit (K5). Hal ini disebabkan *pre-treatment* dengan asam, garam dapat mengurangi kadar pigmen merah betasianin. Betasianin selama

pengeringan tidak stabil karena dapat mengalami isomerisasi betanin menjadi isobetanin, sementara *phyllocactin* menjadi *isophyllocactin* (Mahayothee *et al.*, 2019).



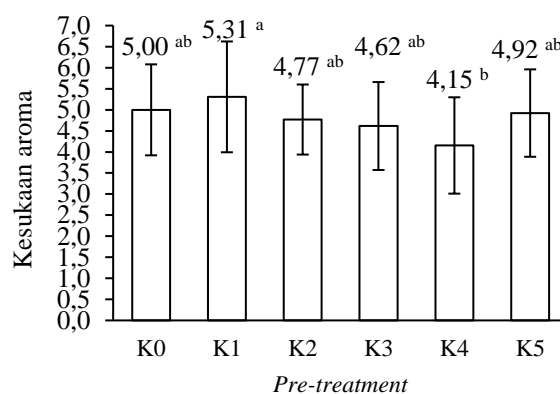
Gambar 6. Kesukaan warna buah naga merah kering K0 = kontrol; K1 = *steam blanching* 70°C,10 menit; K2 = perendaman asam dingin 3%, 10 menit; K3 = perendaman asam sitrat dingin 3%, 3 menit + *steam blanching* 7 menit; K4 = perendaman garam dingin 5%, 10 menit; K5 = perendaman garam dingin 5%, 3 menit + *steam blanching* 7 menit

Keterangan: Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan ($P<0,05$)

Penerimaan kesukaan warna antara *steam blanching* dengan kontrol berbeda tidak signifikan, tetapi dengan *pre-treatment* lainnya (asam, garam) berbeda signifikan. Hal ini dapat disebabkan tekstur pada *steam blanching* lebih keras dibandingkan dengan adanya penambahan asam dan garam. *Pre-treatment* dengan asam dan garam menghasilkan kesukaan warna lebih rendah karena asam sitrat dan garam dapat melunakkan jaringan bahan sehingga warna dapat terlarut pada larutan asam/garam. Di sisi lain, selama proses *steam blanching* terjadi inaktivasi enzim penyebab perubahan warna coklat pada buah naga oleh panas sehingga perubahan warna coklat pada buah naga merah kering perlakuan *steam blanching* dapat lebih ditekan.

Kesukaan Aroma Buah Naga Merah Kering

Hasil analisis ragam menunjukkan *pre-treatment* berpengaruh signifikan ($P<0,05$) terhadap kesukaan aroma buah naga merah kering. Nilai kesukaan aroma buah naga merah kering disajikan pada **Gambar 7**.



Gambar 7. Kesukaan aroma buah naga merah kering K0 = kontrol; K1 = *steam blanching* 70°C,10 menit; K2 = perendaman asam dingin 3%, 10 menit; K3 = perendaman asam sitrat dingin 3%, 3 menit + *steam blanching* 7 menit; K4 = perendaman garam dingin 5%, 10 menit; K5 = perendaman garam dingin 5%, 3 menit + *steam blanching* 7 menit

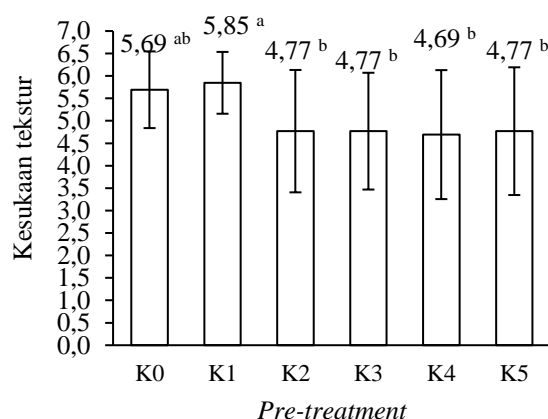
Keterangan: Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan ($P<0,05$)

Gambar 7 menunjukkan bahwa kesukaan aroma buah naga merah kering tertinggi pada *steam blanching* 70°C, 10 menit (K1) dengan penerimaan agak suka (5,31) dan berbeda tidak signifikan dengan kontrol (K0), perendaman asam sitrat dingin 3%, 3 menit + *steam blanching* 7 menit (K2), perendaman asam dingin 3%, 10 menit (K3); dan perendaman garam dingin 5%, 3 menit + *steam blanching* 7 menit (K5). Penerimaan kesukaan aroma buah naga merah kering terendah pada perendaman garam 5% dingin, 10 menit (K4) dengan penerimaan biasa (4,15). Hal ini dapat disebabkan perendaman *steam blanching* 70°C, 10

menit dapat memudahkan pengeluaran sebagian komponen aroma khas buah naga dari matriksnya, sementara adanya garam 5% memungkinkan komponen aroma buah naga ditutupi atau sebagian penyusun aroma hilang karena larut dalam larutan perendam garam sehingga mengurangi aroma buah naga merah kering. Hal ini menyebabkan penerimaan kesukaan aroma buah naga kering menjadi rendah.

Kesukaan Tekstur Buah Naga Merah Kering

Hasil sidik ragam menunjukkan *pre-treatment* berpengaruh signifikan ($P < 0,05$) terhadap kesukaan tekstur buah naga merah kering. Berdasarkan **Gambar 8**, perlakuan *pre-treatment steam blanching* 70°C, 10 menit (K1) menghasilkan penerimaan tekstur tertinggi dengan penerimaan suka (5,85) dan berbeda tidak signifikan dengan kontrol (K0). Penerimaan tekstur buah naga merah kering terendah pada perendaman garam dingin 5%, 10 menit (K4) dengan penerimaan agak suka (4,69). K4 berbeda tidak signifikan dengan buah naga merah kering perlakuan perendaman asam dingin 3%, 10 menit (K2), perendaman asam sitrat dingin 3%, 3 menit + *steam blanching* 7 menit (K3), dan perendaman garam dingin 5%, 3 menit + *steam blanching* 7 menit (K5). Hal ini menunjukkan *steam blanching* 70°C, 10 menit belum menyebabkan penurunan penerimaan tekstur buah naga merah kering dibandingkan *pre-treatment* lainnya. Selain itu pada *steam blanching* 70°C, pelunakan jaringan belum menyebabkan peningkatan pelarutan bahan lain (penyusun struktur dinding sel) karena tidak ada larutan perendam, hanya air yang keluar sehingga setelah dikeringkan teksturnya lebih kering dibandingkan dengan *pre-treatment* lainnya.

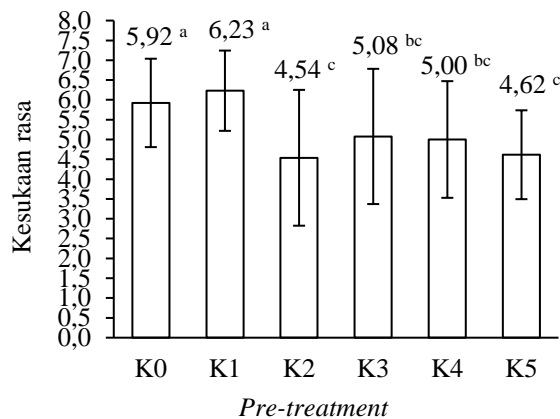


Gambar 8. Kesukaan tekstur buah naga merah kering K0 = kontrol; K1 = *steam blanching* 70°C, 10 menit; K2 = perendaman asam dingin 3%, 10 menit; K3 = perendaman asam sitrat dingin 3%, 3 menit + *steam blanching* 7 menit; K4 = perendaman garam dingin 5%, 10 menit; K5 = perendaman garam dingin 5%, 3 menit + *steam blanching* 7 menit
Keterangan: Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan ($P < 0,05$)

Kesukaan Rasa Buah Naga Merah Kering

Hasil analisis ragam menunjukkan *pre-treatment* berpengaruh signifikan ($P < 0,05$) terhadap kesukaan rasa buah naga merah kering. Penerimaan rasa buah naga merah kering tertinggi pada *steam blanching* 70°C, 10 menit (K1) dengan penerimaan suka (6,23). Kesukaan rasa buah naga merah kering pada K1 berbeda tidak signifikan dengan kontrol (K0) (5,92) (**Gambar 9**). Penerimaan rasa terendah pada perendaman asam sitrat 3%, 10 menit (K2) dengan penerimaan agak suka (4,45). Buah naga merah kering K2 berbeda tidak signifikan dengan perlakuan perendaman asam sitrat dingin 3%, 3 menit + *steam blanching* 7 menit (K3), perendaman garam dingin 5%, 10 menit (K4), dan perendaman garam dingin 5%, 3 menit + *steam blanching* 7 menit (K5). Hal ini menunjukkan *steam blanching* 70°C, 10 menit belum menurunkan penerimaan rasa buah naga

merah kering dari buah segarnya. Proses *steam blanching* 70°C (10 menit) tidak memberikan kontribusi rasa dibandingkan dengan perendaman dengan garam dan asam yang dapat berkontribusi terhadap rasa. Oleh karena itu dapat dikatakan untuk kesukaan rasa, panelis menyukai buah naga merah kering berdasarkan rasa buah naga segar.

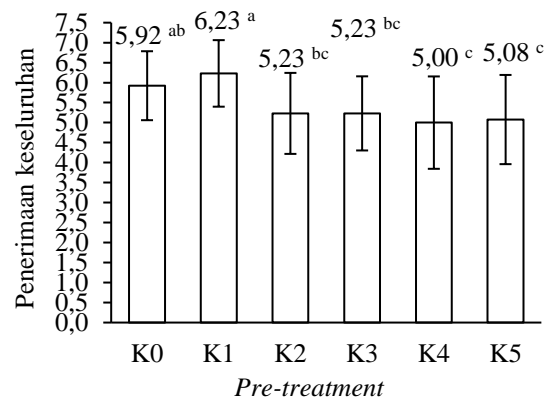


Gambar 9. Kesukaan rasa buah naga merah kering K0 = kontrol; K1 = *steam blanching* 70°C,10 menit; K2 = perendaman asam dingin 3%, 10 menit; K3 = perendaman asam sitrat dingin 3%, 3 menit + *steam blanching* 7 menit; K4 = perendaman garam dingin 5%, 10 menit; K5 = perendaman garam dingin 5%, 3 menit + *steam blanching* 7 menit

Keterangan: Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan (P<0,05)

Penerimaan Keseluruhan Buah Naga Merah Kering

Hasil sidik ragam menunjukkan *pre-treatment* berpengaruh signifikan (P<0,05) terhadap kesukaan penerimaan keseluruhan buah naga merah kering. Nilai penerimaan keseluruhan buah naga merah kering disajikan pada **Gambar 10**.



Gambar 10. Kesukaan penerimaan keseluruhan buah naga merah kering K0 = kontrol; K1 = *steam blanching* 70°C,10 menit; K2 = perendaman asam dingin 3%, 10 menit; K3 = perendaman asam sitrat dingin 3%, 3 menit + *steam blanching* 7 menit; K4 = perendaman garam dingin 5%, 10 menit; K5 = perendaman garam dingin 5%, 3 menit + *steam blanching* 7 menit
 Keterangan: Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan (P<0,05)

Gambar 10 menunjukkan penerimaan keseluruhan buah naga merah kering tertinggi pada *steam blanching* 70°C, 10 menit (K1) dengan penerimaan suka (6,23). K1 berbeda tidak signifikan dengan kontrol (K0). Penerimaan keseluruhan terendah pada perendaman garam dingin 5%, 10 menit (K4) dengan penerimaan agak suka, K4 berbeda tidak signifikan dengan perendaman asam dingin 3%, 10 menit (K2), perendaman asam sitrat dingin 3%, 3 menit + *steam blanching* 7 menit (K3), dan perendaman garam dingin 5%, 3 menit + *steam blanching* 7 menit (K5). Nilai penerimaan keseluruhan tertinggi pada buah naga merah kering perlakuan *steam blanching* 70°C, 10 menit menunjukkan ada keterkaitan dengan hasil penerimaan kesukaan pada atribut warna, aroma, tekstur, dan rasa, karena hasil penerimaan atribut suka (6,23). Dengan demikian penerimaan keseluruhan buah naga merah kering pada *steam blanching* disebabkan kombinasi

kesukaan terhadap warna, aroma, tekstur, dan rasa yang disukai.

KESIMPULAN

Perlakuan *pre-treatment* pada buah naga merah kering berpengaruh signifikan terhadap total fenolik, total flavonoid, kadar betasianin, kapasitas antioksidan, dan sensoris kesukaan (warna, aroma, tekstur, rasa, dan penerimaan keseluruhan). Nilai tertinggi berdasarkan potensi antioksidannya yaitu buah naga merah kering perlakuan kontrol (K0) dengan total fenolik (20,10 mg GAE/g), total flavonoid (5,92 mg QE/g), kadar betasianin (1,57 mg/g), kapasitas antioksidan (1,72 mg GAEAC/g), dan kesukaan panelis pada warna suka (5,65), aroma agak suka (5,00), tekstur suka (5,69), rasa suka (5,92), dan penerimaan keseluruhan suka (5,92).

Sementara dari segi *pre-treatment* dan sensoris, buah naga merah kering perlakuan *steam blanching* 70°C, 10 menit (K1) berpotensi antioksidan dan lebih disukai, dengan kesukaan warnanya suka (6,08), aroma agak suka (5,31), tekstur suka (5,85), rasa suka (6,23), penerimaan keseluruhan suka (6,23), total fenolik (16,71 mg GAE/g), total flavonoid (4,98 mg QE/g), kadar betasianin (0,87 mg/g), dan kapasitas antioksidan (1,48 mg GAEAC/g). Pengembangan buah naga merah menjadi bentuk kering berpotensi sebagai *ingredient* pangan fungsional karena memiliki potensi antioksidan dengan perlakuan tanpa *pre-treatment* atau *steam blanching* sebelum proses pengeringan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada pemberi dana penelitian, keputusan Dekan Fakultas Teknologi Pertanian,

Universitas Udayana atas dana PNPB Fakultas pada skim Penelitian Unggulan Program Studi (PUPS).

DAFTAR PUSTAKA

- Angonese, M., Motta, G.E., Silva de Farias, N., Molognoni, L., Daguer, H., Brugnerotto, P., de Oliveira Costa, A.C., & Olivera Müller, C.M. (2021). Organic dragon fruits (*Hylocereus undatus* and *Hylocereus polyrhizus*) grown at the same edaphoclimatic conditions: Comparison of phenolic and organic acids profiles and antioxidant activities. *LWT-Food Science and Technology*, 149, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111924>
- Arivalagan, M., Karunakaran, G., Roy, T.K., Dinsha, M., Sindhu, B.C., Shilpashree, V.M., Satisha, G.C., & Shivashankara, K.S. (2021). Biochemical and nutritional characterization of dragon fruit (*Hylocereus species*). *Food Chemistry*, 353, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129426>
- Asgar, A., & Musaddad, D. (2008). Pengaruh media, suhu, dan lama blansing sebelum pengeringan terhadap mutu lobak kering. *Jurnal Hortikultura*, 18(1), 87–94.
- Chen, Z., Zhong, B., Barrow, C.J., Dunshea, F.R., & Suleria, H.A.R. (2021). Identification of phenolic compounds in Australian grown dragon fruits by LC-ESI-QTOF-MS/MS and determination of their antioxidant potential. *Arabian Journal of Chemistry*, 14(6), 103–151. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2021.103151>
- Fajarwati, N.H., Parnanto, N.H.R., & Manuhara, G.J. (2017). Pengaruh konsentrasi asam sitrat dan suhu pengeringan terhadap karakteristik fisik, kimia, sensoris manisan kering labu siam (*Sechium edule* Sw.) dengan pemanfaatan pewarna alami dari ekstrak rosela ungu (*Hibiscus sabdariffa* L). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 10(1), 50–66. <https://doi.org/10.20961/jthp.v10i1.17494>

- Fakhrizal, Fauzi, R., & Ristianingsih, Y. (2015). Pengaruh konsentrasi pelarut HCl pada ekstraksi pektin dari kulit pisang ambon. *Konversi*, 4(2), 1–11. DOI: 10.20527/k.v4i2.264
- Galoburda, R., Kruma, Z., & Ruse, K. (2012). Effect of pretreatment Method on the content of phenolic compounds, vitamin C, and antioxidant activity of dried dill. *International Journal of Nutrition and Food Engineering*, 64(4), 1075–1079.
- Garba, U., & Kaur, S. (2014). Effect of drying and pretreatment on anthocyanins, flavenoids and ascorbic acid content of black carrot (*Daucus carota* L.). *Journal of Global Biosciences*, 3(4), 772–777.
- Halimfenezi, L., Rusdi, & Asra, R. (2017). A Review: Analysis of betacyanin levels in various natural products. *Asian Journal of Pharmaceutical Research and Development*, 5(2), 1–8. <https://doi.org/10.22270/ajprd.v8i5.846>
- Huyen, C.T.T., Hung, B.B., & Hang, L.T.T. (2018). Experiment and evaluation the properties of dragon fruit drying with thickness of 30mm. *The Intern Jounarl of Engineering Science*, 7(2), 67–71. <https://doi.org/10.9790/1813-0707026771>
- Ina, P.T., & Ekawati, G.A. (2020). 'Pengembangan Buah Naga Merah Kering sebagai Ingredien Pangan Fungsional'. *Laporan Penelitian* Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana, Badung
- Jaafar, R.A., Rahman, A.R.B.A., Mahmud, N.Z.C., & Vasudevan, R. (2009). Proximate analysis of dragon fruit (*Hylecereus polyhizus*). *American J Appl Sci*, 6(7), 1341–1346.
- Khuriyati, N., Fibriato, M.B., & Nugroho, D.A. (2018). Penentuan kualitas buah naga (*Hylocereus undatus*) dengan metode non-destruktif. *Jurnal Teknologi & Industri Hasil Pertanian*, 23(2), 65. <https://doi.org/10.23960/jtihp.v23i2.65-74>
- Luu, T.T.H., Le, T.L., Huynh, N., & Quintela-Alonso, P. (2021). Dragon fruit: A review of health benefits and nutrients and its sustainable development under climate changes in Vietnam. *Czech Journal of Food Sciences*, 39(2), 71–94. <https://doi.org/10.17221/139/2020-CJFS>
- Mahattanatawee, K., Manthey, J.A., Luzio, G., Talcott, S.T., Goodner, K., & Baldwin, E.A. (2006). Total antioxidant activity and fiber content of select Florida-grown tropical fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(19), 7355–7363. <https://doi.org/10.1021/jf060566s>
- Mahayothee, B., Komonsing, N., Khuwijitjaru, P., Nagle, M., & Müller, J. (2019). Influence of drying conditions on colour, betacyanin content and antioxidant capacities in dried red-fleshed dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*). *International Journal of Food Science and Technology*, 54(2), 460–470. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13958>
- Maisnam, D., Rasane, P., Dey, A., Kaur, S., & Sarma, C. (2016). Recent advances in conventional drying of foods. *Journal of Food Technology and Preservation*, 1(1), 25–34.
- Meilgard, M., Civille, G.V., & Carr, B.T. (2006). *Sensory Evaluation Techniques*. USA: CRC Press.
- Morais, R.M.S.C., Morais, A.M.M.B., Dammak, I., Bonilla, J., Sobral, P.J.A., Laguerre, J.C., Afonso, M.J., & Ramalhosa, E.C.D. (2018). Functional dehydrated foods for health preservation. *Journal of Food Quality*, 2018, 1–29. <https://doi.org/10.1155/2018/1739636>
- Parwata, I.M.O. (2016). Kimia organik bahan alam flavonoid. Diklat / Bahan Ajar, 1–51. (https://simdos.unud.ac.id/uploads/file_pendidikan_1_dir/c0c585d54a388056ea08899533164330.pdf) [Diakses 26 Desember 2021].
- Puspawati, G.A.K.D. (2020). Potensi antosianin terong belanda (*Solanum betaceum* Cav.) Sebagai penurunan hiperglikemik. In *book chapter: Inovasi teknologi pertanian untuk menunjang agroindustri di masa pandemi*. Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana, Bali. Swastanulus, Denpasar (pp. 70–91)

- Puspawati, G.A.K.D., Marsono, Y., Armunanto, R., & Supriyadi. (2018). Inhibitory potency of Indonesian tamarillo (*Solanum betaceum* Cav.) crude extract against α -glucosidase enzyme activity. *Journal of Current Research in Nutrition and Food Science*, 06(2), 392–403. <https://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.6.2.14>
- Puspawati, G.A.K.D., Marsono, Y., & Supriyadi. (2020). Decreasing of oxidative stress of red tamarillo (*Solanum Betaceum* Cav.) extract in STZ-NA-induced diabetic rats. *The 16th ASEANFood Conference: "Outlook and Opportunities of Food Technology and Culinary for Tourism Industry"*, pp. 173–180. <https://doi.org/10.5220/0010016601730180>
- Rahayuningsih, E., Setiawan, F.A., Rahman, A. B.K., Siahaan, T., & Petrus, H.T.B.M. (2020). Microencapsulation of betacyanin from red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) peels using pectin by simple coacervation to enhance stability. *Journal of Food Science and Technology*, 58(9), 3379–3387. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04910-8>
- Ruvini, L., Wmmmk, D., Chathuni, J., Rizliya, V., Swarna, W., & Cj, B. (2017). Effect of different drying methods on antioxidant activity of star fruits (*Averrhoa carambola* L.). *J. Nutrition Diet Supplements*, 1(1), 1–6.
- Setiawati, V.R., Purwoko, A.A., & Hadisaputra, S. (2018). Conversion of anthocyanin from dragon fruit (*Hylocereus costaricensis*) to metal complexes: Prospects for sensitizer in solar cells. *IOSR Journal of Applied Chemistry*, 11(6), 52–58. <https://doi.org/10.9790/5736-1106015258>
- Sutisna, A., & Humaedi, D. (2016). Perbandingan pengaruh ekstrak buah naga putih (*Hylocereus undatus*) dengan buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) terhadap kolesterol total, LDL, dan HDL tikus putih (*Rattus norvegicus*) hiperlipidemia. *Tunas Medika Jurnal Kedokteran & Kesehatan*, 3(4), 1–8.