

Aktivitas Antioksidan Nata dengan Substrat Dami Nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lam) dan Kubis Ungu (*Brassica oleracea* L var. capitata)

*The Antioxidant Activity of Nata with Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam) Straw and Purple Cabbage (*Brassica oleracea* L var. capitata) As Substrates*

Putri G. Darmayanti, Akhmad Mustofa, Mercuria Karyantina*

Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Slamet Riyadi Surakarta, Jl. Sumpah Pemuda No. 18, Kadipiro, Banjarsari, Surakarta 57136, Indonesia

*Penulis korespondensi: Mercuria Karyantina email: kar_yantina@yahoo.com

Tanggal submit: 18 Maret 2023; Tanggal penerimaan: 6 Juli 2023; Tanggal publikasi: 9 Agustus 2023

ABSTRACT

Jackfruit straw and purple cabbage are ingredients that can replace coconut water as a substrate in making nata because they contain nutrients that can be used for the growth of *Acetobacter xylinum* bacteria. The aim of this research was to determine the characteristics of nata that produce the highest antioxidant activity. The experimental design used is a Completely Randomized Design with two factors. The first factor was the ratio of jackfruit straw to water, (1:1), (2:1), and (3:1), while the second factor was the ratio of purple cabbage to water, (1:1), (2:1), and (3:1). Test parameters included chemical (antioxidant activity, total anthocyanin, moisture, ash, and crude fiber content), physical (weight, yield, thickness, and color lightness (L), redness (a^*), yellowness (b^*), fermentation media (total sugar content and pH), and organoleptic (color and elasticity) on nata. The results with the highest antioxidant activity were the treatments with a comparison of jackfruit straw extract 3:1 and a comparison of purple cabbage extract 3:1, resulting in antioxidant activity of 41.72%, total anthocyanin of 80.32%, moisture content of 33.29%, ash content of 0.28%, fiber content of 3.10%, weight of 47.86 g, the yield of 9.71%, thickness of 1.34 cm, color L (lightness) 23.09, color a^* (redness) 3.17, color b^* (yellowness) -5.56. The total sugar content in the media before fermentation was 38.13% with pH 4.2, while after fermentation, the total sugar content was 14.37% with pH 3.1. Extracts of jackfruit straw and purple cabbage in this study were able to increase antioxidant activity in nata.

Keywords: Antioxidant activity; jackfruit straw; purple cabbage; nata

© The Authors. Publisher Universitas Pattimura. Open access under CC-BY-SA license.

ABSTRAK

Dami nangka dan kubis ungu merupakan bahan yang dapat menggantikan air kelapa sebagai substrat dalam pembuatan nata karena memiliki kandungan gizi yang dapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan bakteri *Acetobacter xylinum*. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menentukan karakteristik nata yang dihasilkan dengan nilai aktivitas antioksidan tertinggi. Rancangan percobaan yang digunakan yaitu rancangan acak lengkap dua faktor dengan faktor pertama perbandingan dami nangka dengan air, (1:1), (2:1), dan (3:1) sedangkan faktor kedua yaitu perbandingan kubis ungu dengan air, (1:1), (2:1), dan (3:1). Parameter pengujian meliputi kimia (aktivitas antioksidan, total antosianin, kadar air, abu, dan serat kasar), fisik (berat, rendemen, ketebalan, dan warna meliputi kecerahan (L), kemerahan (a^*), kekuningan (b^*), media fermentasi (kadar gula total dan pH) dan organoleptik (warna dan kekenyalan) pada nata. Hasil penelitian dengan aktivitas antioksidan tertinggi yaitu perlakuan perbandingan ekstrak dami nangka 3:1 serta perbandingan ekstrak kubis ungu 3:1, dihasilkan aktivitas antioksidan 41,72%, total antosianin 80,32%, kadar air 33,29%, kadar abu 0,28%, kadar serat 3,10%, berat 47,86 g, rendemen 9,71%, ketebalan 1,34 cm, warna L (kecerahan) 23,09, warna a^* (kemerahan) 3,17, warna b^* (kekuningan) -5,56. Kadar gula total pada media sebelum dilakukan fermentasi 38,13% dengan pH 4,2 sedangkan setelah dilakukan fermentasi kadar gula total 14,37% dengan pH 3,1. Ekstrak dami nangka dan kubis ungu pada penelitian ini mampu meningkatkan aktivitas antioksidan pada nata.

Kata kunci: Aktifitas antioksidan; dami nangka; kubis ungu; Nata

© Penulis. Penerbit Universitas Pattimura. Akses terbuka dengan lisensi CC-BY-SA.

PENDAHULUAN

Dami nangka merupakan bagian dari buah nangka yang tidak mengalami pengolahan dan sering dibuang sebagai limbah yang jumlahnya cukup banyak. Dami nangka masih memiliki kandungan gizi seperti protein, lemak, karbohidrat, dan serat dengan kadar serat mencapai 1,94% (Yusmita & Wijayanti, 2018). Dami nangka juga mengandung vitamin C (Sayuti *et al.*, 2015) yang dapat berfungsi sebagai antioksidan. Kandungan gizi tersebut dapat dimanfaatkan menjadi salah satu keunggulan dalam pengembangan produk olahan menggunakan bahan dasar dami nangka.

Nata merupakan produk fermentasi dengan bantuan *Acetobacter xylinum*, menghasilkan lapisan-lapisan selulosa yang terbentuk pada permukaan media fermentasi. Media fermentasi atau substrat yang digunakan dalam pembuatan nata umumnya menggunakan air kelapa tetapi dengan berkembangnya hasil-hasil penelitian, kini nata dapat dibuat menggunakan nanas, mangga, ampas tahu atau biomassa lainnya (Sihmawati *et al.*, 2014). Dami nangka dapat digunakan sebagai substrat dan memiliki kandungan senyawa antioksidan alami, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk meningkatkan kandungan gizi pada produk nata seperti nilai aktivitas antioksidan sehingga dapat memberikan nilai tambah sebagai produk pangan fungsional. Substrat dalam pembuatan nata dengan bahan baku yang mengandung senyawa antioksidan dalam jumlah tertentu dapat menghasilkan nata yang memiliki kandungan antioksidan.

Dami nangka mengandung antioksidan alami berupa vitamin C 3,2 ppm dan beta karotenoid 607,7% (Sayuti *et al.*, 2015). Senyawa antosianin merupakan zat warna alami pada buah, sayur serta bunga yang termasuk ke dalam senyawa golongan flavonoid (Fardani *et al.*, 2021). Kubis ungu merupakan salah satu sayuran yang memiliki kandungan antosianin dengan ditandai adanya warna ungu. Kadar antioksidan pada dami nangka masih rendah, guna meningkatkan aktivitas antioksidan pada nata, perlu ditambahkan senyawa antioksidan lain yang lebih kuat, salah satunya berasal dari kubis ungu, dimana memiliki kandungan antioksidan dari jenis antosianin. Kubis ungu terdapat banyak komponen bioaktif yaitu isotiosianat, vitamin A, B, C dan antosianin. Antosianin merupakan pigmen alami pada kubis ungu yang larut dalam air dan bersifat antioksidan (Susanti *et al.*, 2019). Antosianin pada kubis ungu sebesar 113 mg/100 g (Panjaitan *et al.*, 2016). Senyawa antosianin dapat

menjadi sumber antioksidan sekunder (Oksilia, 2019).

Antioksidan bekerja dengan cara mendonorkan elektronnya kepada senyawa yang bersifat oksidan sehingga aktivitas senyawa tersebut dapat terhambat. Kubis ungu yang ditambahkan ke dalam pembuatan nata diharapkan dapat meningkatkan nilai aktivitas antioksidan dan memberikan pengaruh pada warna. Kubis ungu cukup mudah diperoleh dan harga terjangkau, namun belum dimanfaatkan secara maksimal, sehingga dalam penelitian ini, kubis ungu dimanfaatkan dalam pembuatan nata untuk meningkatkan aktivitas antioksidan. Penelitian ini menggunakan perbandingan air dan bahan, dimana akan mempengaruhi aktivitas antioksidan nata yang dihasilkan serta kemampuan stater dalam merombah gula yang ada. Hasil penelitian Wuwur *et al.* (2021) menunjukkan bahwa penambahan bubuk kubis ungu pada *cheesecake* mampu meningkatkan aktivitas antioksidan, sehingga pada penelitian ini digunakan kubis ungu.

Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan mengenai nata dengan media fermentasi dami nangka dan kubis ungu agar memiliki nilai gizi lebih seperti meningkatkan nilai aktivitas antioksidan. Bahan pangan yang berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai sumber antioksidan dalam pembuatan nata yaitu kubis ungu yang belum banyak digunakan dalam pengembangan produk pangan. Penelitian dilakukan untuk mengetahui variasi dami nangka dan kubis ungu yang dapat menghasilkan nata dengan kandungan antioksidan paling tinggi

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dua faktor dengan faktor pertama perbandingan dami nangka dengan air yaitu D1 (1:1), D2 (2:1), dan D3 (3:1) sedangkan faktor kedua yaitu perbandingan kubis ungu dengan air yaitu K1 (1:1), K2 (2:1), dan K3 (3:1) serta 2 kali ulangan di setiap taraf perlakuan. Parameter pengujian meliputi aktivitas antioksidan, total antosianin, kadar air, abu, warna, media fermentasi (kadar gula total dan pH) serta organoleptik dilakukan di Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi dan Industri Pangan, Universitas Slamet Riyadi Surakarta. Pengujian kadar serat kasar dilakukan di Laboratorium Chemmix Pratama, Yogyakarta. Data analisis kimia, fisika, dan uji organoleptik dianalisis dengan analisis keragaman serta uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* ($\alpha = 0,05$).

Bahan

Bahan yang digunakan untuk pembuatan nata pada penelitian ini yaitu dami nangka dan kecambah kacang hijau yang diperoleh dari Pasar Ledoksari, gula pasir (Gulaku), starter nata diperoleh dari produsen nata di Kedawung Sragen, asam cuka 25% (Dixi), serta kubis ungu yang diperoleh dari Pasar Gedhe.

Prosedur Penelitian

Pembuatan Ekstrak Dami Nangka

Pembuatan ekstrak dami nangka mengacu pada penelitian (Rose *et al.*, 2018) yang telah dimodifikasi. Dami nangka yang telah dipisahkan dari kulitnya dicuci bersih hingga getahnya hilang dengan air mengalir. Dami nangka yang telah dicuci kemudian *diblanching* dengan metode uap suhu 100°C selama 10 menit kemudian dihancurkan menggunakan blender dengan perbandingan kubis ungu:air yaitu 1:1; 2:1 dan 3:1. Bubur dami nangka kemudian disaring menggunakan kain saring agar ekstraknya terpisah.

Pembuatan Ekstrak Kubis Ungu

Pembuatan ekstrak kubis ungu mengacu pada penelitian (Octavian *et al.*, 2019) yang telah dimodifikasi. Kubis ungu yang telah dipisahkan dari bonggolnya, dicuci hingga bersih kemudian dipotong untuk memperkecil ukuran agar mudah saat dihancurkan dengan blender. Kubis ungu bersih kemudian *diblanching* dengan cara direndam (sampai kubis terendam dengan air) selama 3 menit pada air bersuhu 75° C. Kubis ungu dengan penambahan air sesuai perlakuan (1:1; 2:1; 3:1) dan dihancurkan menggunakan blender. Bubur kubis ungu kemudian disaring menggunakan kain saring agar ekstraknya terpisah.

Pembuatan Ekstrak Kecambah Kacang Hijau

Pembuatan ekstrak kecambah kacang hijau mengacu pada penelitian (Ningsih *et al.*, 2021). Ekstrak kecambah ditambahkan untuk meningkatkan kandungan Nitrogen dalam larutan, sehingga memacu pertumbuhan *Acetobacter xylinum*. Kecambah hijau segar dicuci bersih kemudian direbus hingga mendidih dengan penambahan air 1:3. Kecambah dan air diblender hingga halus kemudian disaring menggunakan kain saring untuk memisahkan ekstraknya.

Pembuatan Nata

Pembuatan nata mengacu pada penelitian (Rose *et al.*, 2018) yang telah dimodifikasi. Bahan seperti 500 mL ekstrak dami nangka, 200 mL ekstrak kubis ungu, 75 mL ekstrak kecambah kacang hijau, dan 100 g gula pasir dimasukkan ke dalam panci dan diaduk hingga gula pasir larut kemudian dilakukan pemanasan. Larutan substrat dipanaskan suhu 100°C, hingga tepi panci mulai mengeluarkan buih atau gelembung. Substrat yang telah dipanaskan kemudian dituang dalam beker glass ukuran 250 mL sebanyak 200 mL, yang sudah disterilisasi. Beker glass ditutup dengan kertas steril dan didiamkan sampai suhu $\pm 30^{\circ}$ C. Substrat kemudian ditambahkan 10 mL asam cuka 25% sampai mencapai pH 3,5-4 dan ditambahkan *starter* nata sebanyak 10% v/v lalu ditutup menggunakan kertas steril dan diikat rapat. Substrat yang telah ditambah *starter* kemudian difermentasi selama 10 hari pada suhu ruang. Setelah fermentasi selesai nata dibersihkan dan direbus selama 15 menit.

Parameter Penelitian

Aktivitas Antioksidan Metode DPPH (Tristantini *et al.*, 2016)

Tahap pertama, akuades sebanyak 0,2 mL dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian ditambahkan 3,8 mL larutan DPPH lalu dihomogenkan menggunakan vortex dan mulut tabung reaksi ditutup menggunakan *aluminium foil* kemudian diinkubasi selama 30 menit pada ruangan gelap dan diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-VIS Genesys 10s (Thermo scientific) pada λ 515 nm. Tahap kedua, sampel sebanyak 0,2 g dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan 3,8 mL metanol 70% kemudian dihomogenkan menggunakan vortex. Larutan yang telah homogen diambil sebanyak 0,2 mL dipindahkan ke dalam tabung reaksi kemudian ditambah 3,8 mL larutan DPPH lalu dihomogenkan menggunakan vortex. Setelah homogen, mulut tabung reaksi ditutup menggunakan *aluminium foil* dan diinkubasi selama 30 menit pada ruangan gelap kemudian diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-VIS pada λ 515 nm.

Total Antosianin Metode Perbedaan pH (Al-Baari *et al.*, 2017)

Sampel 5 g dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan 25 mL etanol 70% kemudian didiamkan selama 30 menit dengan mulut Erlenmeyer ditutup *aluminium foil*. Filtrat kemudian disaring menggunakan kertas saring

untuk dilakukan pengujian total antosianin. Faktor pengenceran dalam pengujian total antosianin sangat diperlukan, dengan cara menyiapkan 2 tabung reaksi yang telah diberi filtrat sampel sebanyak 1 mL. Tabung reaksi pertama ditambahkan 1 mL 10 mM buffer KCl pH 1 kemudian didiamkan selama 15 menit. Tabung reaksi kedua, ditambahkan 1 mL 10 mM Na-asetat pH 4,4 kemudian didiamkan selama 5 menit. Kedua perlakuan tersebut kemudian diukur nilai absorbansi dengan spektrofotometer tipe G10S UV Vis. (Shimadzu, USA) pada λ 510 nm dan 700 nm. Penentuan faktor pengenceran dinyatakan tepat jika nilai hasil absorbansi kurang dari 1,2. Larutan sampel disiapkan kedalam dua tabung reaksi sebanyak 1 mL dengan memperhatikan faktor pengenceran yang telah ditetapkan. Tabung pertama ditambahkan 1 mL 10 mM buffer KCl pH 1 kemudian didiamkan selama 15 menit. Tabung reaksi kedua, ditambahkan 1 mL 10 mM Na-asetat pH 4,4 kemudian didiamkan selama 5 menit. Kedua perlakuan tersebut kemudian diukur nilai absorbansi dengan spektrofotometer UV-VIS pada λ 510 nm dan 700 nm.

Kadar Air Metode Destilasi Xylene (Yenrina, 2015)

Sampel sebanyak 2-5 g dimasukkan ke dalam labu destilat (Mommert, Jerman) kemudian ditambahkan 75-100 mL larutan xylene lalu alat dapat dirangkai dengan tepat. Penyulingan berlangsung sampai semua air menguap, ditandai dengan tidak ada lagi air yang menetes pada wadah penampung.

Kadar Abu Metode Pemanasan (Yenrina, 2015)

Kurs porselen dipanaskan ke dalam oven (Mommert, Jerman) dengan suhu 105°C selama 1 jam kemudian didinginkan ke dalam desikator selama 15 menit lalu ditimbang. Sampel sebanyak 2 g dimasukkan ke dalam kurs porselen kemudian dipanaskan di atas kompor listrik hingga sampel berubah menjadi arang dan tidak mengeluarkan asap. Kurs porselen kemudian dipijarkan dalam *muffle furnace* tipe L5/II/L6 (Naberthem, Jerman) dengan suhu 700°C. Kurs porselen dipanaskan ke dalam oven dengan suhu 105°C selama 1 jam dan didinginkan pada desikator selama 15 menit lalu ditimbang hingga mencapai berat konstan.

Kadar serat kasar (Yenrina, 2015) (Apriyanto *et al.*, 1989)

Sampel sebanyak 2 g kemudian lemak dalam sampel diekstraksi menggunakan metode *Soxhlet*.

Sampel dipindahkan ke Erlenmeyer 600 mL dan ditambahkan 200 mL H₂SO₄ 1,25% yang telah dipanaskan. Campuran dididihkan selama 20 menit, kemudian disaring menggunakan kertas saring, residu yang tertinggal dicuci menggunakan air mendidih, sampai tidak bersifat asam (uji menggunakan kertas lakmus). Residu dipindahkan ke Erlenmeyer menggunakan spatula, dan sisanya dicuci kembali menggunakan 200 mL NaOH 1,25% yang sudah dididihkan, sampai semus residu masuk dalam Erlenmeyer. Campuran dididihkan menggunakan pendingin balik selama 30 menit sambil digoyang. Larutan disaring menggunakan kertas saring yang telah diketahui beratnya, sambil dicuci dengan larutan K₂SO₄ 10%. Kertas saring dikeringkan dengan oven 110°C sampai berat konstan, kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Serat kasar (%) dihitung dengan rumus $(\text{berat residu} \times 100\%) / \text{berat sampel}$.

Berat dan Rendemen (Sudarmadji & Haryono, 1984)

Nata yang telah bersih ditimbang kemudian dihitung rendemennya menggunakan rumus dibawah ini

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Berat nata}}{\text{Berat media yang digunakan}} \times 100\% \quad \dots (1)$$

Ketebalan (Sudarmadji & Haryono, 1984)

Ketebalan diukur menggunakan jangka sorong pada lima titik yang berbeda kemudian dihitung rata-ratanya

Warna (Anggraeni *et al.*, 2017)

Sampel ditempelkan pada lensa kamera colorimeter (CHNSpec CS-10), hasil atau nilai warna *L*, *a** dan *b** akan terlihat pada monitor. Warna *L* yaitu parameter kecerahan dengan nilai 0 (gelap) dan 100 (terang atau intensitas cahaya maksimum dapat terlihat). Warna *a** dan *b** memiliki rentang nilai positif dan negatif yaitu -128, +127, untuk parameter *a** menunjukkan warna hijau-merah, sedangkan parameter *b** menunjukkan warna biru-kuning.

Kadar Gula Total (Sudarmadji & Haryono, 1984)

Pembuatan kurva standar dengan melarutkan 10 mg glukosa anhidrat/100 mL kemudian diencerkan hingga konsentrasi 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10%. Setiap 1 mL pengenceran ditambahkan 1 mL reagen Nelson kemudian dipanaskan dengan *waterbath* selama 20 menit lalu didinginkan hingga suhu 25 °C dan ditambahkan 1 mL reagen Arsenmolihidrat serta 7 mL akuades.

Setelah tercampur dapat dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-VIS dengan λ 540 nm. Analisis penentuan kadar gula total dilakukan dengan cara mengencerkan 1 mL sampel ke dalam 100 mL akuades. Pengenceran sampel sebanyak 25 mL ditambahkan 15 mL akuades dan 5 mL HCl 30% kemudian dipanaskan ke dalam *waterbath* dengan suhu 67 °C selama 1 menit lalu didinginkan. NaOH sebanyak 12 mL dan 1 mL reagen Nelson ditambahkan. Kemudian dipanaskan ke dalam *waterbath* selama 20 menit lalu didinginkan dan ditambahkan 1 mL reagen Arsenmolihidrat serta 7 mL akuades. Setelah tercampur dapat dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-VIS dengan λ 540 nm.

pH (Yunita et al., 2015)

Pengukuran pH menggunakan pH meter (HANNA HI98107). pH meter yang akan digunakan dapat dikalibrasi terlebih dahulu dengan larutan standar pH tertentu, kemudian dibersihkan dengan akuades dan dikeringkan. Elektroda pada alat dicelupkan pada sampel dan nilai pH akan terbaca.

Uji Organoleptik (Kartika et al., 1998)

Uji organoleptik menggunakan metode scoring test (nilai 0-5) untuk parameter penilaian warna dan kekenyalan. Semakin tinggi nilai maka warna nata semakin pekat dan nata semakin kenyal. Pengujian menggunakan 20 panelis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivitas Antioksidan

Tabel 1 menunjukkan bahwa semakin meningkatnya perbandingan dami nangka dan kubis

ungu yang digunakan dapat meningkatkan aktivitas antioksidan nata. Hal tersebut dikarenakan dami nangka dan kubis ungu memiliki kandungan antioksidan alami. Dami nangka memiliki kandungan antioksidan alami (Yulianto et al., 2022) sehingga peningkatan perbandingan dami nangka diduga dapat meningkatkan aktivitas antioksidan nata. Dami nangka memiliki kandungan antioksidan sebesar 101 IC₅₀/ppm (Sayuti et al., 2015) serta kandungan yang memiliki sifat antioksidan berupa vitamin C dan beta karoten. Kubis ungu memiliki kandungan senyawa fenolik yang bersifat antioksidan sebesar 1,9873 mg GAE/g ekstrak (Pratama et al., 2018). Kandungan fenolik serta antosianin pada kubis ungu diduga dapat meningkatkan aktivitas antioksidan. Senyawa fenol, karotenoid dan vitamin C dapat digunakan sebagai antioksidan alami yang memutus rantai radikal bebas (Parwata, 2016). Hal tersebut sesuai dengan penelitian Senja et al. (2014) yang menyatakan bahwa kandungan senyawa seperti antosianin dan senyawa lainnya dalam kubis ungu dapat mempengaruhi aktivitas antioksidannya. Tabel 1 menunjukkan nilai aktivitas antioksidan berkisar 31,61-41,72% dimana termasuk dalam kelompok antioksidan yang kuat.

Total Antosianin

Tabel 1 menunjukkan bahwa semakin meningkatnya perbandingan dami nangka dan kubis ungu dapat meningkatkan total antosianin nata. Dami nangka memiliki kandungan vitamin C sebesar 3,2 ppm (Sayuti et al., 2015) diduga dapat mempengaruhi total antosianin pada nata.

Tabel 1. Rangkuman hasil analisis kimia Nata dari substrat dami nangka dan kubis ungu

Perbandingan Dami Nangka : Air	Perbandingan Kubis Ungu : Air	Uji Kimia				
		Aktivitas Antioksidan (%)	Total Antosianin (%)	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Serat (%)
1:1	1:1	31,61 ^a	22,21 ^a	86,57 ^h	0,06 ^a	1,64 ^a
	2:1	35,03 ^c	47,76 ^b	76,60 ^g	0,14 ^{bcd}	1,83 ^b
	3:1	35,67 ^c	79,32 ^d	63,33 ^e	0,19 ^{de}	2,09 ^c
2:1	1:1	33,20 ^b	22,38 ^a	73,24 ^f	0,09 ^{ab}	2,03 ^c
	2:1	35,35 ^c	58,28 ^c	56,64 ^d	0,17 ^{cd}	2,39 ^d
	3:1	39,01 ^e	79,49 ^d	43,30 ^c	0,26 ^{ef}	2,86 ^f
3:1	1:1	34,71 ^c	50,10 ^b	43,13 ^c	0,11 ^{abc}	2,32 ^d
	2:1	37,58 ^d	59,87 ^c	36,64 ^b	0,27 ^f	2,60 ^e
	3:1	41,72 ^f	80,32 ^d	33,29 ^a	0,28 ^f	3,10 ^g

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata dengan Uji Duncan ($\alpha = 0,05$).

Vitamin C atau asam askorbat, asam asetat, dan asam sitrat termasuk asam organik, adanya asam-asam organik tersebut menyebabkan menurunnya pH sehingga berada pada suasana asam yang dapat menstabilkan pigmen warna antosianin dalam bentuk kation flavium merah (Priska *et al.*, 2018). Kubis ungu memiliki pigmen warna merah keunguan yaitu senyawa antosianin sebesar 113 mg/100 g (Panjaitan *et al.*, 2016). Kandungan antosianin dapat meningkatkan aktivitas antioksidan (Rosalia *et al.*, 2016) karena antosianin dapat menyumbangkan atom hidrogen untuk memutus rantai radikal bebas. Hasil penelitian Waisnawi *et al.* (2022), menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi jeruk nipis yang semakin meningkat menyebabkan kadar vitamin C meningkat dan selaras dengan meningkatnya total antosianin. Jeruk nipis yang mengandung asam sitrat dan asam askorbat menyebabkan pH menurun sehingga antosianin dapat stabil.

Kadar Air

Tabel 1 menunjukkan bahwa semakin meningkatnya perbandingan dami nangka dan perbandingan kubis ungu dapat menurunkan kadar air nata. Dami nangka memiliki kandungan gizi seperti protein dan karbohidrat (Erni, 2019) begitu pun kubis ungu yang dapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan bakteri *Acetobacter xylinum*. Semakin banyak jumlah dami nangka dan kubis ungu yang digunakan maka semakin banyak nutrisi yang dapat dimanfaatkan bakteri *Acetobacter xylinum* untuk menghasilkan selulosa. Semakin banyak dan tebal selulosa yang dihasilkan maka ikatan selulosa (jaringan selulosa) semakin rapat sehingga sedikit air yang dapat terperangkap di dalamnya (Tubagus *et al.*, 2018). Alfiana *et al.* (2021) menunjukkan bahwa ekstrak kecambah dalam pembuatan nata akan mempengaruhi kadar air pada nata de pinnata, dimana akan menyebabkan kadar air yang semakin rendah. Ekstrak kecambah menjadi salah satu sumber nutrisi bakteri *Acetobacter xylinum* untuk pertumbuhan sehingga dapat menghasilkan selulosa. sumber nutrisi yang cukup untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan bakteri *Acetobacter xylinum* menyebabkan terjadinya reaksi kompleks sehingga terbentuk selulosa.

Kadar Abu

Tabel 1 menunjukkan bahwa perbandingan dami nangka dan perbandingan kubis ungu dapat

meningkatkan kadar abu nata. Semakin tinggi perbandingan dami nangka dan kubis ungu yang digunakan maka semakin tinggi kadar abu nata karena kadar abu yang terkandung pada bahan juga meningkat. Bahan baku yang digunakan dapat menjadi faktor penentu kadar abu pada produk makanan (Winarno, 2004). Kadar abu dami nangka sebesar 1,11% (Erni, 2019) dan kubis ungu sebesar 0,9 g per 100 g (Direktorat Jenderal Kesehatan Masyarakat, 2018).

Kadar Serat

Tabel 1 menunjukkan bahwa semakin banyak perbandingan dami nangka dan kubis ungu yang digunakan maka semakin banyak nutrisi yang dapat dimanfaatkan bakteri *Acetobacter xylinum* untuk menghasilkan selulosa yang lebih banyak sehingga kadar serat meningkat. Karbohidrat yang terkandung pada dami nangka 9,3% dan kubis ungu 5,3 g dalam 100 g (Direktorat Jenderal Kesehatan Masyarakat, 2018). Mekanisme pembentukan nata dimulai dengan pemecahan sukrosa ekstraseluler menjadi glukosa dan fruktosa oleh *Acetobacter xylinum*, kemudian glukosa dan fruktosa tersebut digunakan dalam proses metabolisme sel. Selain itu, *Acetobacter xylinum* juga mengeluarkan enzim yang mampu menyusun senyawa glukosa menjadi polisakarida atau selulosa ekstraseluler. Selulosa tersebut kemudian akan saling terhubung lalu membentuk masa nata. Fruktosa selain digunakan sebagai sumber energi, juga berperan sebagai inducer bagi sintesis enzim ekstraseluler polymerase. Gula dimanfaatkan sebagai sumber karbon oleh bakteri *Acetobacter xylinum* dan bereaksi dengan asam lemak membentuk prekursor pada membrane sel. Precursor dan enzim keluar dari membran sel akan mempolimerisasi gula menjadi selulosa (Urbaninggar & Fatimah, 2021). Penelitian Djajati *et al.* (2008), menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi sukrosa yang ditambahkan dan semakin lama fermentasi, nata de mango yang dihasilkan memiliki kadar serat tinggi. Selain dari hasil proses perombakan bakteri *Acetobacter xylinum*, kadar serat juga disumbang dari serat pada dami nangka. Menurut Puspita & Sopandi (2019) Dami nangka memiliki kandungan serat yang cukup tinggi dimana diduga memiliki sifat fisik maupun kimiawi yang diduga hampir sama dengan buahnya. Kandungan serat kasar dami nangka sekitar 1,94% sementara daging buahnya adalah 1,58%. Kandungan serat makanan total jerami nangka muda adalah 76,58% bk (berat kering).

Berat

Tabel 2 menunjukkan bahwa perbandingan dami nangka dan perbandingan kubis ungu yang semakin meningkat dapat meningkatkan berat nata. Kecukupan nutrisi dan aktivitas bakteri yang semakin meningkat menghasilkan selulosa yang banyak dan padat sehingga nata yang semakin berat. Penelitian Santosa *et al.* (2019), menyatakan bahwa nata dengan proporsi air kelapa paling tinggi menghasilkan nata paling berat karena sumber nutrisi yang dibutuhkan bakteri *Acetobacter xylinum* dapat dimetabolisme secara maksimal daripada sumber nutrisi dari ekstrak kulit buah naga.

Rendemen

Tabel 2 menunjukkan bahwa perbandingan dami nangka dan perbandingan kubis ungu dapat meningkatkan rendemen nata. Nilai rendemen yang tinggi dapat diartikan bahwa bakteri *Acetobacter xylinum* memanfaatkan media fermentasi secara optimal. Perbandingan dami nangka dan kubis ungu yang meningkat menyebabkan sumber nutrisi pada media fermentasi tercukupi sehingga pertumbuhan bakteri *Acetobacter xylinum* dapat berjalan secara optimal dan menghasilkan selulosa yang tebal, mengakibatkan rendemen nata meningkat.

Nilai rendemen pada penelitian ini tidak berhubungan dengan seberapa besar penurunan kadar gula pada media fermentasi (Tabel 2 dan 3), sesuai penelitian Najri *et al.* (2022), menunjukkan bahwa kadar gula semakin menurun dengan bertambahnya waktu fermentasi tetapi nilai rendemen dan ketebalan yang mengalami peningkatan sampai hari ke-14 serta menurun pada hari ke-21. Rendemen pada produk nata

dipengaruhi oleh keragaman dan komposisi bahan pada substrat (media fermentasi), kondisi lingkungan serta kemampuan bakteri dalam menghasilkan selulosa (Lubis *et al.*, 2021).

Ketebalan

Tabel 2 menunjukkan bahwa perbandingan dami nangka dan perbandingan kubis ungu dapat meningkatkan ketebalan nata. Kandungan nutrisi pada dami nangka dan kubis ungu yang digunakan menunjukkan dapat memenuhi kebutuhan nutrisi bakteri bakteri *Acetobacter xylinum* untuk metabolisme. Semakin banyak bahan yang digunakan maka kandungan nutrisinya juga meningkat, meningkatnya nutrisi dapat digunakan secara optimal oleh bakteri *Acetobacter xylinum* sehingga selulosa yang dihasilkan semakin padat dan ketebalan meningkat. Penelitian Sihombing *et al.* (2011), menunjukkan bahwa peningkatan berat nata de seaweed menyebabkan rendemen nata meningkat, meningkatnya rendemen sesuai dengan hasil ketebalan nata yang berbanding lurus.

Warna

Tabel 2 menunjukkan bahwa perbandingan kubis ungu menunjukkan bahwa dapat menurunkan tingkat kecerahan pada nata. Semakin meningkat perbandingan kubis ungu yang digunakan menyebabkan tingkat kecerahan warna menurun atau warna yang dihasilkan pada nata semakin pekat. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Amperawati *et al.* (2019), ekstrak rosella yang semakin pekat saat digunakan untuk sampel menunjukkan nilai warna parameter L^* semakin rendah sehingga nata semakin gelap atau pekat.

Tabel 2. Rangkuman hasil analisis fisik Nata dari substrat dami nangka dan kubis ungu

Perbandingan Dami Nangka : Air	Perbandingan Kubis Ungu : Air	Uji Fisika					
		Berat (g)	Rendemen (%)	Ketebalan (cm)	Warna L	Warna a^*	Warna b^*
1:1	1:1	11,57 ^a	2,35 ^a	0,49 ^a	44,53 ^c	0,84 ^a	-2,33 ^b
	2:1	30,03 ^d	6,09 ^d	0,96 ^d	34,35 ^{abc}	1,46 ^{ab}	-2,94 ^b
	3:1	33,66 ^f	6,83 ^f	1,03 ^e	29,11 ^{abc}	2,95 ^{bc}	-3,17 ^b
2:1	1:1	20,80 ^b	4,22 ^b	0,64 ^b	39,90 ^{bc}	1,13 ^a	-3,20 ^b
	2:1	32,29 ^e	6,55 ^e	0,98 ^d	34,32 ^{abc}	1,69 ^{abc}	-3,33 ^b
	3:1	35,59 ^h	7,22 ^h	1,15 ^g	25,60 ^{ab}	2,97 ^{bc}	-3,62 ^{ab}
3:1	1:1	27,12 ^c	5,50 ^c	0,84 ^c	34,32 ^{abc}	1,37 ^{ab}	-3,31 ^b
	2:1	33,92 ^g	6,88 ^g	1,08 ^f	31,48 ^{abc}	2,35 ^{abc}	-3,58 ^{ab}
	3:1	47,86 ⁱ	9,71 ⁱ	1,34 ^h	23,09 ^a	3,17 ^c	-5,56 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata dengan Uji Duncan ($\alpha = 0,05$).

Tabel 3. Rangkuman hasil analisis media fermentasi Nata dari substrat dami nangka dan kubis ungu

Perbandingan Dami Nangka : Air	Perbandingan Kubis Ungu : Air	Uji Media Fermentasi			
		Kadar Gula Total Sebelum (%)	Kadar Gula Total Setelah (%)	pH Sebelum	pH Setelah
1:1	1:1	19,32 ^a	4,95 ^a	4,3 ^b	3,1 ^a
	2:1	19,61 ^a	5,93 ^b	4,3 ^b	3,1 ^a
	3:1	23,09 ^b	7,65 ^c	4,3 ^b	3,1 ^a
2:1	1:1	30,35 ^c	9,50 ^d	4,2 ^a	3,1 ^a
	2:1	30,60 ^c	9,56 ^d	4,2 ^a	3,1 ^a
	3:1	33,53 ^d	11,91 ^e	4,2 ^a	3,1 ^a
3:1	1:1	36,63 ^e	14,00 ^f	4,2 ^a	3,1 ^a
	2:1	36,90 ^e	14,19 ^f	4,2 ^a	3,1 ^a
	3:1	38,13 ^e	14,37 ^f	4,2 ^a	3,1 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata dengan Uji Duncan ($\alpha = 0,05$).

Nilai warna L menunjukkan parameter kecerahan dengan nilai 0 (gelap) dan 100 (terang atau intensitas cahaya maksimum dapat terlihat). Tabel 2 menunjukkan bahwa warna nata cenderung gelap, hal ini dipengaruhi oleh warna ekstrak kubis yang ungu tua, sehingga mempengaruhi produk yang dihasilkan. Ekstrak kubis dengan perbandingan yang semakin meningkat, menyebabkan tingkat kecerahan warna yang semakin menurun atau nata semakin gelap warnanya.

Nilai warna a^* menunjukkan warna hijau-merah dan nilai b^* menunjukkan warna biru-kuning. Perbandingan ekstrak kubis yang semakin meningkat menyebabkan parameter warna a^* semakin pekat (merah) karena pengaruh dari warna kubis. Ekstrak kubis dengan perbandingan yang semakin tinggi, parameter warna b^* (biru) semakin pekat. Parameter warna dipengaruhi oleh bahan yang digunakan, dalam hal ini warna ekstrak kubis cukup kuat (biru tua).

Korelasi antara warna a^* (nilai positif) dan b^* (nilai negatif) menghasilkan nata dengan warna merah dengan sedikit warna ungu. Nata yang berwarna merah keunguan diduga karena adanya perubahan pH selama fermentasi berlangsung. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Silvia *et al.* (2021) yang menyatakan bahwa ekstrak kubis ungu dengan pH 2 menghasilkan warna merah muda pada hari 0 tetapi semakin bertambahnya hari, warna yang dihasilkan menjadi merah keunguan. Kepekatan warna merah keunguan pada nata meningkat seiring dengan perbandingan bahan yang meningkat karena adanya senyawa antosianin pada ekstrak kubis ungu. Hal tersebut sesuai dengan penelitian ini, semakin pekat warna yang dihasilkan pada nata, total antosianinnya semakin tinggi.

Kadar Gula Total Sebelum dan Setelah Fermentasi

Tabel 3 menunjukkan bahwa perbandingan dami nangka dan perbandingan kubis ungu memberikan pengaruh, diduga karena semakin banyak dami nangka dan kubis ungu yang ditambahkan maka komponen di dalamnya seperti karbohidrat dan protein juga meningkat. Karbohidrat merupakan senyawa yang terdiri dari tiga golongan utama yaitu monosakarida, oligosakarida dan polisakarida (Wibawa, 2017). Senyawa-senyawa tersebut termasuk ke dalam jenis gula sehingga semakin banyak dami nangka dan kubis ungu yang digunakan, karbohidrat akan meningkat dan kadar gula pada larutan fermentasi semakin meningkat. Karbohidrat yang terdapat pada nata adalah glukosa dan fruktosa, dimana merupakan gula sederhana yang mudah dimetabolisme oleh *Acetobacter xylinum*.

Kadar gula yang berada pada media fermentasi nata digunakan bakteri *Acetobacter xylinum* untuk pertumbuhan atau metabolisme sehingga setelah fermentasi berlangsung kadar gula pada media fermentasi menurun. Kadar gula total semakin menurun di akhir proses fermentasi, dan selisih penurunannya dibandingkan di awal fermentasi berkisar 13,68% sampai 23,76%. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Najri *et al.* (2022) yang menyatakan bahwa pada setiap perlakuan media mengalami penurunan kadar gula selama fermentasi berlangsung karena laju pertumbuhan mikroba meningkat ditandai dengan konsumsi glukosa yang semakin meningkat.

pH Sebelum dan Setelah Fermentasi

Tabel 3 menunjukkan bahwa perbandingan dami nangka berpengaruh nyata terhadap nilai pH sebelum fermentasi. Ekstrak dami nangka juga diduga dapat mempengaruhi pH karena terdapat komponen asam askorbat atau vitamin C sebesar 3,2 ppm pada bubur dami nangka oleh penelitian Sayuti *et al.* (2015). Metabolisme bakteri *Acetobacter xylinum* menghasilkan beberapa bentuk biomassa seperti asam-asam organik yang dapat mempengaruhi pH pada media setelah dilakukan fermentasi. pH media setelah dilakukan fermentasi pada semua perlakuan menurun berada pada nilai pH 3.

KESIMPULAN

Formulasi nata dengan aktivitas aantioksidan tertinggi pada perlakuan perbandingan ekstrak dami nangka 3:1 dan ekstrak kubis ungu 3:1. Karakteristik nata dengan aktivitas aktioksidan tertinggi adalah aktivitas antioksidan 41,72%, total antosianin 80,32%, kadar air 33,29%, kadar abu 0,28%, kadar serat 3,10%, berat 47,86 g, rendemen 9,71%, ketebalan 1,34 cm, warna L (kecerahan) 23,09, warna a* (kemerahan) 3,17, warna b* (kekuningan) -5,56. Kadar gula total pada media sebelum dilakukan fermentasi 38,13% dengan pH 4,2 sedangkan setelah dilakukan fermentasi kadar gula total 14,37% dengan pH 3,1. Dami nangka dan kubis ungu digunakan sebagai sumber antioksidan karena mampu meningkatkan aktivitas antioksidan pada produk.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Baarri, A. N., Setyaningsih, Raras., Amanah, A. A., & Hintono, A. (2017). Kadar antosianin dan nilai a * pada tangkai daun pepaya setelah mengalami pemanasan oven dan bleaching. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 6(1), 57–60. <https://doi.org/https://doi.org/10.17728/jatp.2157>
- Alfiana, F., Sukainah, A., & Mustarin, A. (2021). Pemanfaatan Kecambah Kacang Hijau dan Kecambah Kacang Kedelai Sebagai Sumber Nitrogen dalam Pembuatan Nata de Pinnata Dari Nira Aren (*Arenga Pinnata* Merr.). *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 7(1), 105. <https://doi.org/10.26858/jptp.v7i1.12559>
- Amperawati, S., Hastuti, P., Pranoto, Y., & Umar, S. (2019). Efektifitas frekuensi ekstraksi serta pengaruh suhu dan cahaya terhadap antosianin dan daya antioksidan ekstrak kelopak rosela (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 8(1), 38–45. <https://doi.org/https://doi.org/10.17728/jatp.352738>
- Anggraeni, M. C., Nurwantoro, & Abduh, S. B. M. (2017). Sifat fisikokimia roti yang dibuat dengan bahan dasar tepung terigu yang ditambah berbagai jenis gula. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 6(1), 52–56. <https://doi.org/10.17728/jatp.214>
- Apriyanto, A., Fardiaz, D., Puspitasari, N. L., & Budiyanto, S. (1989). *Analisis pangan*. Institut Pertanian Bogor (IPB Press).
- Direktorat Jenderal Kesehatan Masyarakat. (2018). Tabel Komposisi Pangan Indoensia 2017. *Kementerian Kesehatan Republik Indonesia*.
- Djajati, S., Sarofa, U., & Syamsul. (2008). Pembuatan nata de manggo (kajian: konsentrasi sukrosa dan lama fermentasi). *Jurnal Teknologi Pangan*, 113–127.
- Erni. (2019). *Studi pembuatan fruit leather dami nangka dengan penambahan karagenan*. Skripsi, Mataram. Universitas Muhammadiyah Mataram.
- Fardani, R. A., Sopian, M., Medica, P., & Husada, F. (2021). Potensi penambahan ekstrak kubis ungu (*Brassica oleraceae*) sebagai antioksidan alami pada minyak goreng curah. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Dan Sains Kimia (SNP-SK) FKIP-Undana*, 79–82.
- Kartika, B., Supartono, W., & Hastuti, P. (1998). *Pedoman Uji Inderawi Bahan Pangan*. Yogyakarta. Universitas Gadjah Mada.
- Najri, M., Antara, N. S., & Wijaya, I. M. M. (2022). Pengaruh penambahan gula dan lama fermentasi terhadap karakteristik selulosa bakterial dari kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.). *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 10(2), 211–220. <https://doi.org/10.24843/jrma.2022.v10.i02.p09>
- Ningsih, L., Zakiah, Z., & Rahmawati. (2021). Fermentasi nira kelapa (*Cocos nucifera* L.) dengan penambahan ekstrak kecambah kacang hijau (*Phaseolus radiate* L.) pada pembuatan nata de nira. *Bioma: Jurnal Biologi Makassar*, 6(1), 57–65.
- Octavian, M. R., Miranti, A., Puspitasari, E. N., & Noviyanti, R. D. (2019). Analisis organoleptik fruit leather talok dengan penambahan kubis ungu. *Profesi (Profesional Islam)*, 17(1), 23–28.

- Oksilia, O. (2019). Kadar β -karoten dan aktivitas antioksidan brownies kukus substitusi tepung ubi jalar ungu (*Ipomeoa batatas* Poiret) termodifikasi sebagai alternatif makanan selingan penderita diabetes melitus tipe 2. In *Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Perintis Padang*. Skripsi. Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Perintis Padang, Padang.
- Panjaitan, M., Siagian, A., & Nasution, E. (2016). Uji daya terima dan nilai gizi cookies yang dimodifikasi dengan tepung biji nangka dan penambahan kubis ungu. *Jurnal Gizi, Kesehatan Reproduksi Dan Epidemiologi*, 1(2), 1–11.
- Parwata, I. M. O. A. (2016). Antioksidan. *Universitas Udayana* (pp. 1–54). Bali. Universitas Udayana.
- Pratama, M., Aminah, & Mas'ud, R. A. (2018). Efektifitas pemanfaatan potensi senyawa fenolik kubis ungu (*Brassica Oleraceae* var. *carpitata*. L) secara instrumen uv-vis. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 5(2), 289–292. <https://doi.org/10.33096/jffi.v5i2.413>
- Priska, M., Peni, N., Carvallo, L., & Ngapa, Y. D. (2018). Review: antosianin dan pemanfaatannya. *Cakra Kimia (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry)*, 6(2), 79–97.
- Puspita, V. A., & Sopandi, T. (2019). Efek Penambahan Sari Bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.) Terhadap Kualitas Selai Lembaran Dami Nangka (*Artocarpus heterophyllus*). *STIGMA: Jurnal Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Unipa*, 12(01), 21–33. <https://doi.org/10.36456/stigma.vol12.no01.a1856>
- Rosalia, L., Mustofa, A., & Kurniawati, L. (2016). Aktivitas antioksidan nata de rosela (*Hibiscus sabdariffa* L.) dengan variasi lama ekstraksi dan berat bunga rosela. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 1(2), 107–115. <https://doi.org/https://doi.org/10.33061/jitipar.i.v1i2.1523>
- Rose, D., Ardiningsih, P., & Idiawati, N. (2018). Karakteristik nata de jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) dengan variasi konsentrasi starter *Acetobacter xylinum*. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 7(4), 1–7.
- Santosa, B., Tantalul, L., & Sugiarti, U. (2019). Penambahan ekstrak kulit buah naga pada pengembangan produk nata de coco berantioksidan. *Jurnal Teknologi Pangan*, 10(1), 1–8. <https://doi.org/10.35891/tp.v10i1.1433>
- Sayuti, K., Azima, F., & Marisa, M. (2015). The addition of “senduduk” fruit (*Melastoma malabathricum*, L.) extract as colorants and antioxidant on jackfruit straw (*Artocarpus heterophyllus*, L.) jam. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 5(6), 396–401. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.5.6.599>
- Sihmawati, R. R., Oktoviani, D., & W. (2014). Aspek mutu produk nata de coco dengan penambahan sari buah mangga. *Jurnal Teknik Industri HEURISTIC*, 11(2), 63–74.
- Sihombing, A., Syahrul, & Sari, N. I. (2011). Pengaruh fortifikasi serbuk *Chlorella* sp. terhadap mutu nata rumput laut (nata de sea weed). *Jurnal Kajian Mutu Nata De Seaweed*, 13(1), 13–16.
- Silvia, D., Ishaq, A. N. N., & Prastiwinarti, W. (2021). Label cerdas berbasis ekstrak kubis merah (*Brassica oleracea*) sebagai indikator kesegaran filet ikan tuna (*Thunnus* sp) pada suhu 4oC. *Jurnal Fishtech*, 10(2), 86–94.
- Sudarmadji, S., & Haryono, B. S. (1984). *Analysis of food and agriculture*. Penerbit Alumni, Bandung.[Indonesian].
- Susanti, R. E. E., Nurjanah, A., Safitri, R. E., & A'yun, Q. (2019). Pemanfaatan Ekstrak Kubis Ungu (*Brassica Oleraceae*) Sebagai Indikator Warna Pada Analisis Hidrokuinon. *Akta Kimia Indonesia*, 4(2), 95. <https://doi.org/10.12962/j25493736.v4i2.5134>
- Tristantini, D., Ismawati, A., Pradana, B. T., & Gabriel, J. (2016). Pengujian Aktivitas Antioksidan Menggunakan Metode DPPH pada Daun Tanjung (*Mimusops elengi* L.). *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan” Pengembangan Teknologi Kimia Untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*.
- Tubagus, R. A., Chairunnissa, H., & Balia, R. L. (2018). Karakteristik fisik dan kimia nata de milko dari susu substandar dengan variasi lama inkubasi. *Jurnal Ilmu Ternak Universitas Padjadjaran*, 18(2), 86–94. <https://doi.org/10.24198/jit.v18i2.19926>
- Urbaninggar, A., & Fatimah, S. (2021). Pengaruh penambahan ekstrak kulit nanas dan gula pada karakteristik nata de soya dari limbah cair tahu. *IJCA (Indonesian Journal of Chemical Analysis)*, 4(2), 82–91. <https://doi.org/10.20885/ijca.vol4.iss2.art5>
- Waisnawi, P. A. G., Puspawati, G. A. K. D., & Wrsiati, L. P. (2022). Pengaruh Penambahan

- Jeruk Nipis Terhadap Ph, Total Antosianin Dan Aktivitas Antioksidan Pada Minuman Bunga Telang. *Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian Agrotechno*, 7(1), 89. <https://doi.org/10.24843/jitpa.2022.v07.i01.p11>
- Wibawa, A. A. P. P. (2017). Karbohidrat. Bali. *Universitas Udayana*.
- Winarno, F. G. (2004). *Kimia pangan dan gizi*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Wuwur, R. N., Swasti, Y. R., & Pranata, F. S. (2021). Penambahan Bubuk Ekstrak Kubis Merah (*Brassica oleraceae* var. Capitata F. Rubra) sebagai Sumber Antioksidan dan Pewarna Alami pada *Cheesecake*. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 22(3)(3), 221–236.
- Yenrina, R. (2015). Metode Analisis Bahan Pangan dan Komponen Bioaktif. Padang. *Andalas University Press*.
- Yulianto, R. B., Mustofa, A., & Suhartatik, N. (2022). Aktivitas Antioksidan Minuman Beralkohol Berbasis Dami Nangka. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan Unisri*, 7(2), 131–139.
- Yunita, M., Hendrawan, Y., & Yulianingsih, R. (2015). Analisis kuantitatif mikrobiologi pada makanan penerbangan (aerofood acs) garuda indonesia berdasarkan TPC (*Total Plate Count*) dengan metode pour plate. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 3(3), 237–248.
- Yusmita, L., & Wijayanti, R. (2018). Pengaruh penambahan jerami nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lam) terhadap karakteristik fruit leather mangga (*Mangifera indica* L). *Jurnal Teknologi Dan Industri Pertanian Indonesia*, 10(1), 36–41. <https://doi.org/10.17969/jtipi.v10i1.10152>

Copyright © The Author(s)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)