

Pengaruh Variasi Penambahan Pati Ubi Jalar Putih (*Ipomea batatas* L.) dan *Plasticizer* terhadap Sifat Fisik, Kimia dan Stabilitas Warna Nori Artifisial Pandan (*Pandanus amaryllifolius*)

Prabu Aria Awangningrat¹, Chatarina Lilis Suryani^{1*}, Yuli Perwita Sari¹,
Chatarina Wariyah¹

¹Fakultas Agroindustri, Universitas Mercu Buana

ARTICLE INFO

Article history:

DOI:

[10.30595/pspfs.v8i.1478](https://doi.org/10.30595/pspfs.v8i.1478)

Submitted:

12 February, 2025

Accepted:

28 February, 2025

Published:

13 March, 2025

Keywords:

Nori Artifisial Pandan; Zn-Klorofil; *Plasticizer*; Pati Ubi Jalar Putih; Aktivitas Antioksidan

ABSTRACT

Nori artifisial pandan memiliki potensi sebagai alternatif pengganti nori rumput laut. Namun, klorofil pada pandan mudah terdegradasi oleh panas. Stabilisasi Zn-klorofil dapat ditingkatkan dengan membentuk kompleks Zn-klorofil dengan reagen ZnCl₂. Pati ubi jalar dan *plasticizer* digunakan untuk memperbaiki karakteristik nori. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui dan mengkaji pengaruh variasi penambahan pati ubi jalar putih dan konsentrasi *plasticizer* terhadap sifat fisik, kimia, dan stabilitas warna nori artifisial pandan. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dengan 2 faktor dan 2 kali ulangan. Faktor pertama adalah penambahan pati ubi jalar putih (3%, 4%, dan 5%) dan kedua adalah penambahan *plasticizer* (0,5%; 1,0%; dan 1,5%). Nori artifisial pandan yang dihasilkan dianalisis intensitas warna, kuat tarik, kadar air, kadar klorofil, kadar Zn total, dan aktivitas antioksidan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Semakin besar penambahan pati dan *plasticizer* maka intensitas warna hijau, kadar air, kadar klorofil, aktivitas antioksidan, dan kadar Zn nori semakin rendah, sebaliknya nilai kuat tarik yang semakin meningkat. Nori artifisial pandan terbaik adalah yang dibuat dengan penambahan pati ubi jalar putih 3% dan *plasticizer* 1,0% dengan intensitas warna hijau -2,69, nilai kuat tarik 1,93 N/m², kadar klorofil 185,91 mg/g bk, kadar Zn total 7,32 mg/100g, dan aktivitas antioksidan (%RSA) 82,94%.

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



Corresponding Author:

Prabu Aria Awangningrat

Universitas Mercu Buana

Jl. Raya Wates-Jogjakarta, Karanglo, Argomulyo, Kec. Sedayu, Kabupaten Bantul, DIY 55752 Indonesia

Email: chlilis@mercubuanayogya.ac.id

1. PENDAHULUAN

Keterbukaan perdagangan dan teknologi informasi mengakibatkan banyak makanan impor masuk Indonesia termasuk nori dari Jepang, Korea, dan Cina. Nori merupakan jenis produk makanan tradisional dari Jepang yang biasanya dibuat dari bahan dasar berbasis rumput laut jenis *Porphyra* yang diproses dengan cara penghaluskan, pemberian bumbu, dan pengeringan sehingga didapatkan produk lembaran tipis. *Porphyra* tidak ditemukan di Indonesia karena hanya hidup di daerah beriklim sub-tropical (Sinurat *et al.*, 2021). Oleh karena itu supaya dapat diproduksi dari bahan lokal, perlu dicari alternatif bahan baku pengganti rumput laut jenis *porphyra* (Sholitan *et al.*, 2017). Daun tumbuhan hijau memiliki potensi digunakan sebagai bahan utama pembuatan nori artifisial karena memiliki klorofil yang dapat menghasilkan warna hijau alami, sehingga dapat menyerupai warna

nori komersial (Wulansari *et al.*, 2020). Salah satu bahan yang dapat dimanfaatkan untuk pembuatan nori artifisial yaitu daun pandan wangi.

Kelebihan daun pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.) adalah selain sebagai sumber pewarna alami klorofil, juga memiliki flavor yang khas. Menurut Suryani *et al.* (2020) daun pandan tua memiliki kadar klorofil total 623,08 mg/100 g bk, intensitas warna hijau -12,52, dan aktivitas penangkapan radikal DPPH 74,21 %. Namun, klorofil memiliki sifat yang mudah terdegradasi oleh panas dan cahaya, sehingga dalam proses ekstraksi dan pengolahan pangan dapat menyebabkan penurunan intensitas warna hijau (Dwipayana *et al.*, 2019). Klorofil terdegradasi karena melepaskan ion Mg^{2+} sehingga diperlukan upaya untuk meningkatkan stabilitas klorofil selama pengolahan pangan dengan penggantian ion Mg yang terikat pada klorofil dengan ion logam yang lebih stabil. Hasil penelitian Fathurrohman *et al.* (2023) menunjukkan bahwa pembentukan kompleks Zn-klorofil dapat meningkatkan stabilitas klorofil. Stabilitas klorofil dapat ditingkatkan dengan pembentukan kompleks *metallochlorophyll* dengan ion Zn^{2+} atau Cu^{2+} .

Salah satu kelemahan nori artifisial tumbuhan hijau adalah sebagian besar daun tumbuhan hijau tidak menghasilkan gel sebagai pengikat, sehingga beberapa nori artifisial menggunakan bahan tambahan pengikat berupa pati, tepung tapioka, CMC dan agar (Widyastuti *et al.*, 2021). Salah satu bahan yang potensial dan belum banyak dimanfaatkan adalah pati ubi jalar putih. Ubi jalar putih (*Ipomea batatas* L.) merupakan salah satu sumber karbohidrat yang banyak mengandung pati. Penelitian Irhami *et al.* (2019) menyatakan bahwa ubi jalar mengandung pati 59,2 - 80,76 % dengan nilai rata-rata 73,49 %. Selain itu pati ubi jalar putih mempunyai kandungan amilosa 15-25% (Merga *et al.*, 2015). Fraksi amilosa dalam ubi jalar putih berperan dalam pembuatan gel dan dapat menghasilkan lapisan tipis (film) yang baik, sedangkan amilopektin akan meningkatkan kekompakan tekstur nori artifisial yang dihasilkan.

Produk nori memiliki karakteristik yang hampir sama dengan produk *edible film*. *Edible film* berbahan dasar pati memiliki kekuatan mekanik yang rendah sehingga diperlukan bahan tambahan untuk memperbaiki tekstur *edible film* yang dihasilkan. Perbaikan tekstur dapat dilakukan dengan menggunakan bahan pemlastis (*plasticizer*). Penambahan *plasticizer* akan memperbaiki karakteristik nori menjadi elastis, fleksibel dan tidak mudah rapuh. Sorbitol dan gliserol merupakan jenis *plasticizer* yang banyak digunakan dalam pembuatan *edible film* (Megawati & Machsuna, 2016). Hal ini karena *plasticizer* sorbitol dan gliserol cukup baik untuk mengurangi ikatan hidrogen internal sehingga akan meningkatkan jarak intermolekul (Prasetya *et al.*, 2016). Penelitian dan Unsa & Paramestri (2018) membuktikan bahwa *edible film* dari pati dengan *plasticizer* campuran sorbitol dan gliserol mempunyai stabilitas yang lebih besar dibandingkan *edible film* dengan *plasticizer* secara terpisah. Berdasarkan uraian diatas perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengkaji variasi penambahan pati ubi jalar putih dan konsentrasi *plasticizer* terhadap sifat fisik, kimia dan aktivitas antioksidan nori yang dihasilkan.

2. METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan penelitian adalah daun pandan wangi diperoleh dari Kecamatan Pandak, kabupaten Bantul, ubi jalar putih dengan berat rata-rata 0,25 kg, *plasticizer* sorbitol (Merck) dan gliserol (Merck) dari PT Bratacho chemika. Bahan kimia yang digunakan $ZnCl_2$ (Merck), methanol (Merck), aseton (Merck), 1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazil (DPPH) 0,2 mM (Sigma, Aldrich), HCl (Merck), HNO_3 (Merck), $NaHSO_3$ (Merck), dan aquades.

Pembuatan Pati Ubi Jalar Putih

Tahapan ekstraksi pati adalah pengulitan, pencucian, pamarutan, perendaman bubur buah dalam larutan $NaHSO_3$ 300 ppm selama 30 menit, penyaringan, dan pengendapan pati selama 2 jam, dan pencucian pati. Pencucian pati diulang 3 kali dan pati basah yang diperoleh dikeringkan dengan oven selama 8 jam pada suhu 50°C. Pati kering digiling dan diayak dengan ayakan 60 mesh (Suryani, 2006).

Pembuatan Nori Artifisial Pandan

Pembuatan nori artifisial pandan diawali dengan ekstraksi klorofil daun pandan yang memiliki kadar klorofil tertinggi yaitu pada ruas 13-18 (Suryani *et al.*, 2020). Ekstraksi dilakukan dengan tahapan sortasi, pencucian, pemotongan, dan penghancuran dengan *blender* dalam larutan $ZnCl_2$ 1250 ppm (100:300 b/v). Bubur daun pandan yang diperoleh kemudian disaring, ekstrak Zn-klorofil yang diperoleh digunakan sebagai bahan pembuatan nori artifisial pandan.

Ekstrak Zn-klorofil 80 ml dicampur dengan pati ubi jalar (3%, 4%, dan 5% b/v dan *plasticizer* campuran sorbitol dan gliserol (50:50) (0,5%; 1,0%; dan 1,5% v/v). Adonan dipanaskan menggunakan *hotplate stirrer* dengan suhu 70°C selama 3 menit. Pencetakan dengan cara adonan dituang kedalam loyang ukuran 24x24 cm, dan dioven pada suhu 70°C selama 1 jam, dikeringkan dengan *cabinet dryer* pada suhu 55°C selama 5 jam (Widyastuti *et al.*, 2021).

Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan dua faktor dan dua kali ulangan. Faktor pertama adalah variasi penambahan pati ubi jalar dengan 3 taraf (3%, 4%, dan 5%). Faktor kedua adalah variasi konsentrasi *plasticizer* 3 taraf (0,5%; 1,0%; dan 1,5%). Data diolah menggunakan metode *Univariate Analysis of Variance* jika terdapat pengaruh nyata dilanjutkan dengan uji *One Way Anova* dan uji *Duncan multiple Range Test* (DMRT) dengan software SPSS Versi 25.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) pada taraf signifikansi 5%.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Warna

Pengukuran warna sampel pasta pandan menggunakan sistem warna L, a, b. Nilai L (*lightness*) yang menunjukkan tingkat kecerahan bahan, nilai a* (+ *redness* dan - *greeness*) menunjukkan intensitas warna merah (+) atau warna hijau (-), dan b* (+ *yellowness* dan - *blueness*) menunjukkan intensitas warna kuning (+) atau warna biru (-). Warna nori artifisial pandan pada variasi penambahan pati dan *plasticizer* disajikan pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1. dapat diketahui nilai kecerahan (L*) sebesar 35,91 – 38,10. Interaksi antara pelakuan variasi penambahan pati ubi jalar putih dan *plasticizer* memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$).

Tabel 1. Warna nori artifisial pandan pada berbagai variasi penambahan pati ubi jalar putih dan konsentrasi *plasticizer*

Penambahan pati (%)	Konsentrasi <i>Plasticizer</i> (%)	L*	a*	b*
3%	0,5%	35,91 ± 0,12 ^a	-2,73 ± 0,01 ^a	14,16 ± 0,33 ^d
	1,0%	36,48 ± 0,22 ^b	-2,69 ± 0,13 ^a	14,05 ± 0,33 ^d
	1,5%	36,90 ± 0,06 ^{bc}	-1,97 ± 0,04 ^d	13,65 ± 0,47 ^{cd}
4%	0,5%	36,73 ± 0,16 ^{bc}	-2,21 ± 0,06 ^{bc}	13,73 ± 0,77 ^{cd}
	1,0%	36,79 ± 0,04 ^{bc}	-2,30 ± 0,08 ^b	12,63 ± 0,49 ^{bc}
	1,5%	38,10 ± 0,28 ^d	-2,10 ± 0,02 ^c	13,51 ± 0,14 ^{cd}
5%	0,5%	37,15 ± 0,03 ^c	-2,24 ± 0,01 ^b	11,96 ± 0,65 ^b
	1,0%	37,84 ± 0,06 ^d	-1,88 ± 0,01 ^d	11,81 ± 0,91 ^b
	1,5%	38,06 ± 0,47 ^d	-1,56 ± 0,01 ^e	9,90 ± 0,32 ^a

Notasi yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$)

Hal ini menunjukkan peningkatan *lightness* nori artifisial pandan seiring dengan penambahan konsentrasi pati ubi jalar putih dan *plasticizer* karena pigmen warna dari pati dan *plasticizer* yang cenderung cerah (putih). Sejalan dengan hal itu Yulianti & Ginting (2012) menyatakan adanya interaksi pati dengan *plasticizer* berpengaruh nyata terhadap warna atau tingkat kecerahan (L*) edible film dengan kisaran nilai 80,3 - 81,7. Penambahan *plasticizer* dan penambahan pati yang semakin besar mengakibatkan peningkatan tingkat kecerahan. Hal ini karena semakin menurunnya kadar klorofil nori artifisial. Peningkatan konsentrasi pati dan *plasticizer* dapat mengubah sifat optik matriks, seperti indeks bias, yang dapat mempengaruhi cara cahaya berinteraksi dengan matriks dan terpantul ke mata kita. Perubahan ini memberikan efek visual yang lebih cerah.

Pada parameter intensitas warna hijau (-a) nori artifisial pandan dapat diketahui bahwa interaksi antara pelakuan variasi penambahan pati ubi jalar putih dan *plasticizer* memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$). *Redness* tertinggi terdapat pada nori artifisial pandan dengan perlakuan (3%:0,5%) yakni sebesar -2,73, hasil tersebut tidak berbeda nyata dengan perlakuan (3%:1,0%) sebesar -2,69 yang menunjukkan nori artifisial pandan yang dihasilkan lebih kehijauan. (Bachtiar *et al.*, 2022) menyatakan klorofil merupakan zat pigmen hijau yang ditemukan dalam banyak tanaman yang terdiri dari dua yaitu klorofil a dan b. Dengan menggunakan $ZnCl_2$, ion Zn^{2+} dapat membentuk kompleks dengan klorofil, yang dapat mengurangi degradasi dan membantu mempertahankan warna hijau yang lebih intens. Hal ini sesuai dengan pendapat Canjura *et al* (1999) adanya pergantian ion Mg^{+} dengan ion yang afinitas ikatannya lebih kuat seperti Zn mampu mengembalikan warna hijau turunan dari klorofil (*regreening effect*). Selain itu, suhu tinggi yang terjadi selama pengolahan nori artifisial pandan dengan media ekstraksi $ZnCl_2$ mampu mempertahankan warna hijaunya karena adanya *regreening effect*. Konsentrasi pati dan *plasticizer* yang rendah menghasilkan matriks yang lebih longgar. Akibatnya klorofil lebih bebas bergerak dan berinteraksi dengan $ZnCl_2$ membentuk Zn-klorofil selama proses pemanasan berlangsung.

Pada parameter intensitas warna kuning (b*) nori artifisial pandan diketahui bahwa interaksi antara perlakuan variasi penambahan pati ubi jalar putih dan *plasticizer* memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$). *Yellowness* tertinggi terdapat pada nori artifisial pandan dengan perlakuan (3%:0,5%) yakni sebesar 14,16 hasil tersebut tidak berbeda nyata dengan perlakuan (3%:1,0%). Warna kuning pada nori artifisial pandan disebabkan oleh pigmen karotenoid. Ningrum *et al.* (2015) menerangkan bahwa daun pandan mengandung senyawa karotenoid dan xanthophyl. Karotenoid yang terdapat pada daun pandan terutama α -carotene and β -carotene.

Karotenoid bersifat stabil pada pH netral dan alkali, tetapi tidak setabil pada kondisi asam, oksigen, cahaya dan panas. Penurunan warna *yellowness* pada nori artifisial pandan menunjukkan terjadinya oksidasi karotenoid. Terjadinya oksidasi karotenoid disebabkan oleh pati selama pemanasan dapat bereaksi langsung dengan protein membentuk senyawa berwarna cokelat melalui reaksi maillard. Reaksi ini dapat menghasilkan senyawa pro-oksidan yang dapat mempercepat oksidasi karotenoid. Sehingga semakin tinggi konsentrasi semakin menurun pula warna b*.

Kuat Tarik

Tabel 2. Kuat tarik nori artifisial pandan pada berbagai variasi penambahan pati ubi jalar putih dan konsentrasi *plasticizer* (N/m²)

Penambahan pati (%)	Konsentrasi <i>Plasticizer</i> (%)		
	0,5	1,0	1,5
3	2,27 ± 0,12 ^a	1,93 ± 0,11 ^a	1,80 ± 0,10 ^a
4	4,30 ± 0,16 ^d	3,44 ± 0,06 ^{bc}	3,10 ± 0,23 ^b
5	5,09 ± 0,38 ^e	4,61 ± 0,17 ^d	3,71 ± 0,29 ^c

Notasi yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata (P>0,05).

Berdasarkan hasil uji statistik dapat diketahui bahwa interaksi antara perlakuan variasi penambahan pati ubi jalar putih dan *plasticizer* memberikan pengaruh nyata terhadap kuat tarik nori (Tabel 2). Semakin besar konsentrasi pati maka nilai kuat tarik semakin meningkat, sebaliknya semakin besar *plasticizer* maka nilai kuat tarik yang dimiliki semakin turun. Data Tabel 2, menunjukkan bahwa nilai kuat tarik terendah terdapat pada nori artifisial pandan dengan perlakuan (3%:1,5%) yakni sebesar 1,80 N/m², hasil tersebut tidak berbeda nyata dengan perlakuan (3%:0,5% dan 3%:1,0%). (Sanyang *et al.*, 2015) menjelaskan bahwa fenomena penurunan kuat tarik karena peran pemlastis yang mengurangi daya tarik molekul yang kuat antar pati dan mendorong pembentukan ikatan hidrogen antara molekul pati dan pemlastis. Melemahnya ikatan hidrogen diantara rantai pati menyebabkan menurunnya kuat tarik. *Plasticizer* akan meningkatkan fleksibilitas dan permeabilitas film terhadap gas, uap air, dan gas terlarut. Hal ini karena *plasticizer* membantu kelarutan pati sehingga terbentuk ikatan hidrogen antara gugus OH pati dan gugus OH dari gliserol maupun sorbitol, yang meningkatkan sifat mekanik (Syarifuddin dan Yunianta, 2015). Bertambahnya jumlah *plasticizer* dalam campuran pati dan air menyebabkan peningkatan elastisitas dan penurunan kuat tarik (Rodrigues *et al.*, 2006).

Kadar Air

Kadar air berpengaruh terhadap kualitas nori artifisial baik selama penyimpanan atau saat diaplikasikan sebagai pengemas suatu produk. Nilai kadar air nori artifisial pandan dengan variasi penambahan pati ubi jalar putih dan *plasticizer* disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kadar air nori artifisial pandan (%bb) pada berbagai variasi penambahan pati ubi jalar putih dan konsentrasi *plasticizer*

Penambahan pati (%)	Konsentrasi <i>plasticizer</i> (%)		
	0,5	1,0	1,5
3	18,09 ± 0,13 ^b	19,56 ± 0,0 ^c	20,63 ± 0,53 ^d
4	16,64 ± 0,62 ^a	17,82 ± 0,02 ^b	19,86 ± 0,17 ^c
5	16,22 ± 0,22 ^a	16,70 ± 0,20 ^a	17,51 ± 0,31 ^b

Notasi yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata (P>0,05)

Data pada Tabel 3 menunjukkan bahwa interaksi antara perlakuan variasi penambahan pati dan *plasticizer* berpengaruh nyata terhadap kadar air nori artifisial pandan. Kadar air berkisar antara 16,22-20,63% bb. Kadar air nori artifisial pandan menurun seiring penambahan pati ubi jalar putih. Hal ini sesuai dengan pernyataan Kusumawati & Widya (2013) bahwa bahan dasar pembuatan film sangat berpengaruh terhadap kadar air film yang dihasilkan, karena mampu mengikat molekul air melalui ikatan hidrogen yang kuat dengan gugus hidroksil (-OH), sehingga mengurangi kadar air bebas pada film. Pati mempunyai banyak gugus hidroksil, semakin banyak penambahan pati maka semakin besar kemampuan mengikat molekul airnya sehingga air bebas semakin kecil. Selain itu semakin besar penambahan pati maka proporsi jumlah air dalam adonan semakin kecil sehingga kadar air menurun.

Sebaliknya kadar air meningkat seiring penambahan *plasticizer*. Peningkatan kadar air ini karena penambahan konsentrasi *plasticizer* yang berdampak pada banyaknya jumlah gugus hidrofilik, sehingga kemampuan mengikat air nori artifisial semakin besar sehingga kadar air meningkat (Harahap, 2009). Basuki *et al.* (2014) menerangkan peningkatan penambahan gliserol akan meningkatkan sifat kohesif antara molekul dari

gliserol, sehingga jumlah air yang terikat dengan hidrokoloid akan mengalami kenaikan yang menyebabkan kadar airnya semakin tinggi.

Kadar Klorofil

Berdasarkan data pada Tabel 4 diketahui bahwa interaksi antara perlakuan variasi penambahan pati ubi jalar putih dan *plasticizer* berpengaruh nyata terhadap kadar klorofil. Semakin besar penambahan pati, kadar klorofil semakin rendah, namun semakin besar konsentrasi *plasticizer* hingga 1,0% kadar klorofil meningkat dan jika lebih dari 1,0% menurun Kembali. Kadar klorofil tertinggi terdapat pada nori artifisial pandan dengan penambahan konsentrasi pati 3% dan *plasticizer* 1,0% yakni sebesar 185,91 mg/g bk.

Tabel 4. Kadar klorofil total nori artifisial pandan (mg/g bk) pada berbagai variasi penambahan pati ubi jalar putih dan konsentrasi *plasticizer*

Penambahan pati (%)	Konsentrasi <i>Plasticizer</i> (%)		
	0,5	1,0	1,5
3	125,04 ± 1,68 ^f	185,91 ± 1,65 ^h	130,86 ± 0,63 ^g
4	119,01 ± 0,69 ^e	110,50 ± 0,52 ^d	98,71 ± 1,11 ^c
5	112,23 ± 0,23 ^d	88,34 ± 0,72 ^b	75,47 ± 0,28 ^a

Notasi yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($P>0,05$)

Semakin besar penambahan pati maka total padatan semakin besar sehingga proporsi klorofil semakin rendah. Demikian pula semakin besar penambahan *plasticizer* akan menurunkan kadar klorofil total kecuali pada penambahan pati 3%. Pada penambahan pati 3%, peningkatan *plasticizer* hingga 1,0% akan meningkatkan kadar klorofil. Peningkatan kadar klorofil ini diduga karena *plasticizer* dapat mengurangi energi aktivasi untuk pergerakan molekul dalam matriks (Fadlilah & Sigit, 2022) sehingga dapat melindungi klorofil. Namun jika penambahan lebih dari 1,0%, laju transmisi uap air nori artifisial pandan semakin meningkat. Putra *et al.* (2017) menyatakan penambahan sorbitol yang terlalu tinggi dapat menurunkan kuat tarik dan juga dapat meningkatkan laju transmisi uap air *edible film*. Sorbitol dan gliserol bersifat hidrofilik, bertambahnya komponen hidrofilik akan meningkatkan nilai laju transmisi uap air sehingga semakin besar interaksi klorofil dengan panas dan degradasi klorofil semakin besar.

Penambahan pati dapat meningkatkan porositas matriks, memungkinkan lebih banyak oksigen masuk dalam bahan. *Plasticizer* dapat meningkatkan mobilitas molekul klorofil, sehingga lebih mudah berinteraksi dengan oksigen dan mengalami oksidasi. Selain itu, diduga terjadi interaksi antara ion Zn^{2+} dengan pati membentuk kompleks Zn-pati (Liu *et al.*, 2019) sehingga mengurangi ketersediaan ion Zn^{2+} yang berikatan dengan klorofil. Hal ini mengakibatkan kompleks Zn-klorofil yang terbentuk lebih sedikit sehingga stabilitas klorofil lebih rendah dan lebih banyak yang terdegradasi.

Kadar Zn

Berdasarkan hasil uji statistik diketahui bahwa interaksi antara perlakuan variasi penambahan pati ubi jalar putih dan konsentrasi *plasticizer* berpengaruh nyata terhadap kadar Zn (Tabel 5). Kadar Zn total pada nori artifisial pandan berkisar antara 4,60-7,40 mg/100g. Semakin besar penambahan pati dan *plasticizer* maka proporsi Zn dalam bahan semakin rendah sehingga kadar Zn juga semakin menurun. Hal ini karena konsentrasi $ZnCl_2$ yang digunakan untuk ekstraksi klorofil dalam semua perlakuan adalah sama, sehingga yang mempengaruhi kadar Zn hanya proporsi pati ubi jalar putih dan *plasticizer* dalam nori artifisial pandan.

Tabel 5. Kadar Zn total nori artifisial pandan (mg/100g) pada berbagai variasi penambahan pati ubi jalar putih dan konsentrasi *plasticizer*

Penambahan pati (%)	Konsentrasi <i>Plasticizer</i> (%)		
	0,5	1,0	1,5
3	7,40 ± 0,02 ^g	7,32 ± 0,11 ^g	6,62 ± 0,01 ^e
4	7,00 ± 0,21 ^f	6,48 ± 0,10 ^e	5,41 ± 0,23 ^b
5	6,09 ± 0,00 ^d	5,74 ± 0,02 ^c	4,60 ± 0,16 ^a

Notasi yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($P>0,05$)

Aktivitas Antioksidan

Berdasarkan hasil uji statistik diketahui terdapat interaksi antara perlakuan variasi penambahan pati ubi jalar putih dan *plasticizer* berpengaruh nyata terhadap aktivitas antioksidan nori (Tabel 6). Semakin besar penambahan pati dan konsentrasi *plasticizer* maka aktivitas antioksidan semakin rendah. Aktivitas antioksidan nori artifisial pandan berkisar antara 61,25-83,42 %. Kusumawati & Widya (2013) menyatakan semakin tinggi

konsentrasi pati cenderung akan menurunkan aktivitas antioksidan. Penambahan pati ubi jalar putih yang terlalu tinggi akan meningkatkan total padatan sehingga senyawa yang mengandung antioksidan seperti klorofil akan terikat kuat pada matriks film. Supriyadi (2012) menyatakan bahwa amilopektin dan amilosa saling berinteraksi untuk membentuk struktur granula pati yang kompleks dan terbentuk matriks nori artifisial pandan yang lebih padat dan klorofil terperangkap di dalamnya sehingga mengurangi kemungkinan klorofil berinteraksi dengan radikal bebas.

Tabel 6. Aktivitas antioksidan nori artifisial pandan (% RSA) pada berbagai variasi penambahan pati ubi jalar putih dan konsentrasi *plasticizer*

Penambahan pati (%)	Konsentrasi <i>Plasticizer</i> (%)		
	0.5	1,0	1.5
3	83,42 ± 0,15 ^d	82,94 ± 0,08 ^d	81,48 ± 0,78 ^d
4	76,17 ± 1,18 ^c	77,14 ± 0,23 ^c	68,68 ± 2,51 ^b
5	62,78 ± 0,03 ^a	66,54 ± 0,02 ^b	61,25 ± 0,23 ^a

Notasi yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$)

Penambahan *plasticizer* menurunkan aktivitas antioksidan. Hal ini diduga karena gliserol dan sorbitol dapat membentuk ikatan hydrogen dengan komponen antioksidan dalam ekstrak pandan sehingga dapat mengurangi aktivitas antioksidannya. Sorbitol dan gliserol merupakan jenis gula alkohol, semakin besar konsentrasi yang ditambahkan maka semakin berkurang atom H yang dapat didonorkan sehingga menurunkan aktivitas antioksidannya (Widowati, 2013).

4. SIMPULAN

Penambahan pati ubi jalar putih dan *plasticizer* berpengaruh nyata terhadap karakteristik kimia, fisik dan aktivitas antioksidan nori artifisial pandan. Semakin besar penambahan pati dan *plasticizer* maka intensitas warna hijau, kadar air, kadar klorofil, aktivitas antioksidan, dan kadar Zn nori semakin rendah, sebaliknya nilai kuat tarik yang semakin meningkat. Nori artifisial pandan terbaik adalah nori yang dibuat dengan penambahan pati ubi jalar 3% dan konsentrasi *plasticizer* campuran sorbitol dan gliserol (50:50 b/b) 1,0% dengan kadar klorofil 185,91 mg/g bk, aktivitas antioksidan 82,94%, kadar Zn total 7,32 mg/100g, intensitas warna hijau -2,69, dan nilai kuat tarik 1,93 N/m².

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Pembelajaran dan Kemahasiswaan Ditjen Diktiristek Kemendikbudristek RI dan Universitas Mercu Buana Yogyakarta yang telah membiayai penelitian ini melalui dana Program Kreatifitas Mahasiswa Riset Eksakta dan dana pendamping tahun 2024.

DAFTAR PUSTAKA.

- Bachtiar, R., Warkoyo, W., & Winarsih, S. 2022. Pengaruh Konsentrasi Sari Daun Pandan Wangi (*Pandanus amaryllifolius*) dan Metode Pemanasan Terhadap Karakteristik Fisikokimia Sari Kedelai Devon. *Food Technology and Halal Science Journal*, 5(2), 231–242. <https://doi.org/10.22219/fths.v5i2.22055>
- Canjura, F. L., Watkins R. H., and Schwartz S. J. 1999. *Color improvement and metallochlorophyll complexes in continuous flow aseptically processed peas*. *Journal Food Science*, 64. 987-990.
- Dwi Putra, A., Setiaries Johan, V., Efendi, R. 2017. *The Addition Of Sorbitol As A Plasticizer In The Production Edible Films Based Breadfruit Starch* (Vol. 4, Issue 2).
- Dwipayana, I. M., Wartini, N. M., & Wrasati, L. P. 2019. Pengaruh Perbandingan Bahan Pelarut dan Lama Ekstraksi terhadap Karakteristik Ekstrak Pewarna Daun Pandan Wangi (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.). In *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri* (Vol. 7, Issue 4). <https://doi.org/10.24843/jrma.2019.v07.i04.p09>
- Fadlilah, N., & Sigit, U. 2022. Pembuatan Plastik Biodegradable Dengan Variasi Jenis Filler Dan Plasticizer.
- Fathurrohman, N. N., Murti, S. T. C., & Suryani, C. L. 2023. *Effect of Zn–chlorophyll Complexes Formation on the Color Stability of Pandan (Pandanus amaryllifolius) Leaf Extract*. *Food Science and Technology (United States)*, 11(3), 161–167. <https://doi.org/10.13189/fst.2023.110304>
- Irhami, Anwar, C., & Kemalawaty, M. 2019. *Physicochemical Properties of Sweet Potato Starches by Studying Their Varie-ties and Drying Temperatures*. In *Jurnal Teknologi Pertanian* (Vol. 20, Issue 1).

- Karti Basuki, E. S., & Dhenok Dwi Hartati. 2014. *Characteristic of Edible Film From Sweet Potato Starch and Glycerol*. In *J.REKAPANGAN* (Vol. 8, Issue 2).
- Kusumawati, D. H., & Widya, D. R. P. 2013. *Physical and Chemical Characteristic of Corn Starch Edible Film that Incorporated with Pink and Blue Ginger Extract*. 1(1), 90–100.
- Lilis Suryani, C. 2006. *Effect of Heat-Moisture Treatment and Sodium Tripoliphosphate on the Quality of Instant Noodles from Sweet Potato Starch (Ipomoea batatas L.)*. XI(2), 64–71.
- Liu, P., Li, Y., Shang, X., & Xie, F. 2019. *Starch–zinc complex and its reinforcement effect on starch-based materials*. *Carbohydrate Polymers*, 206, 528–538. <https://doi.org/10.1016/J.CARBPOL.2018.11.034>
- Megawati, & Lutfiyatul Machsunah, E. 2016. Ekstraksi Pektin dari Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca*) Menggunakan Pelarut HCl sebagai Edible Film. <https://doi.org/10.15294/jbat.v4i2.4177>
- Merga Ervina Putri, A., & Choirun Nisa, F. 2015. *Modification of White Sweet Potato (Ipomoea batatas L.) Starch with Amylomaltase Enzyme Produces Thermoreversible Starch : A Review*. Vol. 3, Issue 2.
- Ningrum, A., Nguyen Minh, N., & Schreiner, M. 2015. *Carotenoids and Norisoprenoids as Carotenoid Degradation Products in Pandan Leaves (Pandanus amaryllifolius Roxb.)*. *International Journal of Food Properties*, 18(9), 1905–1914. <https://doi.org/10.1080/10942912.2014.971186>
- Prasetya, I., Hani Istiqomah, S.J. 2016. *Pembuatan Bioplastik Berbahan Bonggol Pisang Dengan Penambahan Gliserol*.
- Rodriguez, M., Osés, J., Ziani, K., & Mate, J.I. 2006, *Combined Effect Of Plasticizer And Surfactants On The Physical Properties Of Starch Based Edible Films*. *Journal of Food Research International*, 39, pp. 840-846
- Sanyang, M. L., Sapuan, S. M., Jawaidd, M., Ishak, M. R., & Sahari, J. 2015. *Effect of Plasticizer Type and Concentration on Tensile, Thermal and Barrier Properties of Biodegradable Films Based on Sugar Palm (Arenga pinnata) Starch*. *Polymers*, 7, 1106–1124. <https://doi.org/10.3390/polym7061106>
- Sholitan, N. W., Fitriani, A., Innayatuhubba, G. A., Nurlaily, D. A., & Widowati, E. 2017. *The Influence Of The Addition Of Hydrocolloids On Physical And Sensory Properties Of Functional Food Of Nori Derived From Cassava Leaves*. In *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian: Vol. X* (Issue 2).
- Sinurat, E., Nurhayati, Fransiska, D., & Sihono. 2021. *Substitution of red seaweed (Porphyra) with other seaweeds in nori making*. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 733(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/733/1/012109>
- Suryani, C. L., Wahyuningsih, T. D., Supriyadi, S., & Santoso, U. 2020. *The Potential Of Mature Pandan Leaves As A Source Of Chlorophyll For Natural Food Colorants*. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 31(2), 127–137. <https://doi.org/10.6066/jtip.2020.31.2.127>
- Syarifuddin, Ahmad., & Yunianta. 2015. Karakterisasi Edible Film dari Pektin Albedo Jeruk Bali dan Pati Garut. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, Vol. 03, No. 04.
- Supriyadi, D. 2012. Studi Pengaruh Rasio Amilosa-Amilopektin dan Kadar Air Terhadap Kerenyahan dan Kekerasan Model Produk Gorengan. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Unsa, L. K., & Paramestri, G. A. 2018. Kajian jenis plasticizer campuran gliserol dan sorbitol. *Jurnal Kompetensi Teknik*, 10(1).
- Widowati, W. P. I. K. 2013. Uji Fitokimia Dan Potensi Antioksidan Ekstrak Etanol Kayu Secang (*Caesalpinia sappan* L.). *Jurnal Kedokteran Maranatha*, 11(65), 23–31.
- Widyastuti, R., Novita, D., Nugroho, M. B., & Muflihati, I. 2021. Studi Pembuatan Nori Artifisial Daun Kelor dengan Variasi Penambahan Bahan Pengikat. *Jurnal Ilmu Pangan Dan Hasil Pertanian*, 4(2), 228–238. <https://doi.org/10.26877/jiphp.v4i2.7728>
- Wulansari, A., Andriani, R., Kusuma Dewi. 2020. Variasi bahan baku dan metode pembuatan nori tiruan : kajian pustaka. *Jurnal ilmu kelautan kepulauan*, 3(1). <http://ejournal.unkhair.ac.id/index.php/kelautan>
- Yulianti, R., Ginting, E. 2012. Perbedaan Karakteristik Fisik Edible Film dari Umbi-umbian yang dibuat dengan Penambahan Plasticizer. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 31(2): 131-136

