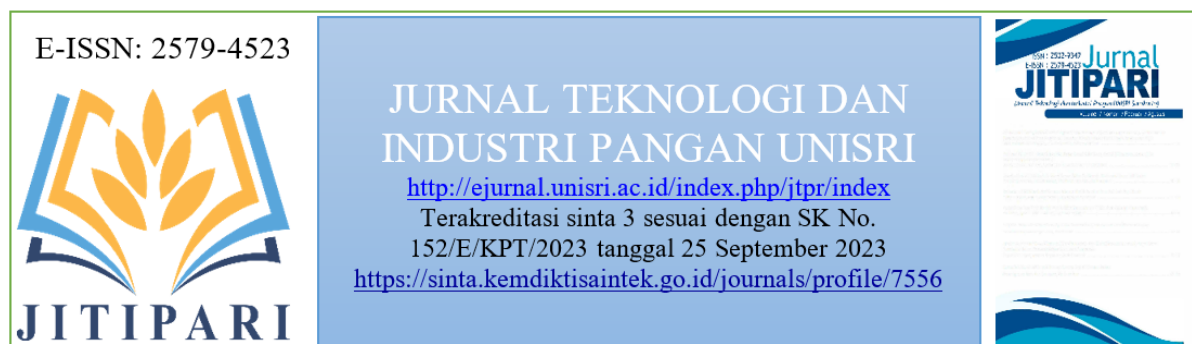




The effect of ZnCl_2 concentration as extraction medium and sweet potato starch (*Ipomoea batatas* L.) addition on the characteristics of extract pandan edible film

*Pengaruh konsentrasi ZnCl_2 sebagai media ekstraksi dan penambahan pati ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.) terhadap karakteristik edible film ekstrak pandan*

Alief Nur Haliza¹, Chatarina Lilis Suryani^{1*}, Chatarina Wariyah¹, Yuli Perwita Sari¹

¹Prodi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Agroindustri, Universitas Mercu Buana Yogyakarta

*Corresponding author: chlilis@mercubuana-yogya.ac.id

Article info

Keywords:

Antioxidants, chlorophyll, edible-film, pandan-leaves, starch

Abstract

The use of edible film from natural materials in the food industry as food packaging is increasing because it is safer and can reduce exposure to microplastics. Natural materials such as pandan extract and sources of chlorophyll and antioxidants have higher added value as functional foods, but chlorophyll easily degraded. The formation of Zn-chlorophyll complexes can increase chlorophyll stability. In addition, fillers are needed; sweet potato starch can be an alternative filler, but the amount of addition is unknown. This study aims to evaluate the effect of variations in ZnCl_2 concentration as an extraction medium and the addition of sweet potato starch to pandan edible film. The stages of making pandan edible film are chlorophyll extraction (ZnCl_2 1000, 1250, 1500 ppm), mixing sweet potato starch (3, 4, and 5% w/v), heating, molding, and drying. This study used a Completely Randomized Design (CRD) factorial pattern. The resulting edible film was tested for tensile strength and color and analyzed for chemical water content, chlorophyll content, Zn content, and antioxidant activity. The results showed that the higher the concentration of ZnCl_2 and the addition of sweet potato starch, the increased lightness, redness, and water content, but the edible film's chlorophyll content and antioxidant activity decreased. The best edible film made with 1000 ppm ZnCl_2 media and the addition of 4% white sweet potato starch with the characteristics of total chlorophyll content of 228.21% db, antioxidant activity of 98.70%, Zn content of 4.33 mg/g, water content of 16.86% wb, lightness 34.92, redness -2.67, yellowness 10.37 and tensile strength 4.99 MPa. Pandanus edible film has the potential to use as biodegradable high fat food packaging.

PENDAHULUAN

Edible film merupakan suatu lapisan tipis terbuat dari bahan polimer yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan kemasan yang ramah lingkungan. *Edible film* dari bahan alami mampu menggantikan kemasan plastik konvensional yang bebas dari paparan mikroplastik. Penggunaan *edible film* telah banyak diterapkan pada industri makanan dan hasil pertanian karena dapat melindungi produk dari kerusakan fisik, kontaminasi mikroba, dan menghambat

<https://doi.org/10.33061/jitipari.v11i1.12114>

Received September 15, 2025; revised January 05, 2026; accepted March 12, 2026; published March 15, 2026. Copyright ©2026 the authors. Published by Universitas Slamet Riyadi Surakarta. This is an open access article under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

kehilangan kelembaban sehingga dapat memperpanjang umur simpan. Selain itu, pada pengaplikasiannya dalam produk pangan dapat mencegah proses oksidasi, perubahan organoleptik dan pertumbuhan mikroba (Masato & Wahyuningtyas, 2022). Beberapa penelitian menyatakan bahwa penambahan bahan aktif yang memiliki sifat antioksidan dan antibakteri pada produk pangan mampu menghambat kerusakan yang diakibatkan oleh pertumbuhan bakteri dan menghambat reaksi oksidatif akibat kandungan minyak (Santoso et al., 2020). Oleh karena itu, pengembangan *edible film* dengan kandungan senyawa antioksidan perlu dilakukan salah satunya dengan menggunakan ekstrak daun pandan.

Pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius*) merupakan tanaman perdu yang mudah dijumpai dan mengandung zat kimia seperti alkaloid, flavonoid, saponin, tannin, dan polifenol yang berperan sebagai antioksidan (Kiyato et al., 2022). Keberadaan senyawa fitokimia yang terkandung didalamnya memiliki potensi sebagai pengawet pada makanan (Silalahi, 2018). Penambahan ekstrak tumbuhan, minyak atsiri, klorofil, dan keragenan sebagai zat aktif dapat meningkatkan sifat aktif *edible film* (Perdani, 2021). Beberapa studi menunjukkan bahwa keberadaan klorofil sebagai komponen bioaktif dalam film dapat memperlambat kerusakan oksidatif dan menghambat pertumbuhan bakteri pembusuk. Menurut Munira et al. (2021) klorofil memiliki fungsi sebagai antibakteri salah satunya mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. Namun, klorofil memiliki sifat yang mudah terdegradasi oleh panas dan cahaya, sehingga dalam proses ekstraksi dan pengolahan pangan dapat menyebabkan penurunan intensitas warna (Dwipayana et al., 2019). Stabilitas klorofil dapat ditingkatkan dengan pembentukan kompleks klorofil dengan logam yang dapat membentuk ikatan kompleks seperti Zn, Mn, dan Fe. Fathurrahman et al., (2023) menyebutkan bahwa pembentukan kompleks Zn-klorofil dapat meningkatkan stabilitas ekstrak klorofil daun pandan. Salah satu reagen yang dapat digunakan sebagai sumber Zn yaitu reagen $ZnCl_2$.

Pembentukan *edible film* yang mengandung senyawa aktif memerlukan bahan lain untuk dapat membentuk matriks film yang kokoh. Pati merupakan salah satu karbohidrat jenis polisakarida yang terdiri dari amilosa dan amilopektin. Kandungan amilosa dan amilopektin dapat menjadikan pati memiliki kemampuan dalam pembentukan gel yang menghasilkan lapisan film. Pati dengan kandungan amilosa tinggi memiliki kemampuan membentuk jaringan film yang kuat dan stabil (Figuerola-lopez et al., 2023).

Kebaruan penelitian ini adalah penggunaan ekstrak pandan wangi yang kaya Zn dan mempunyai flavor pandan serta mempunyai mampu berperan sebagai antioksidan. Berdasarkan uraian diatas maka telah dilakukan penelitian pembuatan *edible film* dari bahan alami berupa ekstrak pandan sebagai sumber pewarna dan antioksidan serta pati ubi jalar sebagai pembentuk matriks yang kokoh. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh variasi konsentrasi larutan $ZnCl_2$ sebagai media ekstraksi pandan dan penambahan pati ubi jalar terhadap stabilitas klorofil dan karakteristik *edible film* serta memiliki aktivitas antioksidan yang baik.

METODE PENELITIAN

Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah merk SF-400, blender merk philips, oven memert, timbangan analitik (Analytical Balance OHAUS PIONER PX224E), Colorimeter NH300, cabinet dryer buatan lokal dengan kisaran suhu 26-60 °C, ayakan 60 mesh, micro pipet,

Colorimeter NH300, spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu UV minil 240), kuvet, vortex merk Thermo scientific model M37610-33, tekstur analyzer (Brookfield), muffle merk Furnance 48000.

Bahan

Bahan yang digunakan adalah daun pandan pada ruas ke 12-18 yang diperoleh dari Kecamatan Pandak Kabupaten Bantul, ubi jalar sebagai bahan pati diperoleh dari pasar gamping dengan berat 1 kg isi 4 buah, reagen $ZnCl_2$ (Merck), 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazil (DPPH) 0,2 mM (p.a, Sigma, Aldrich), aseton 80% (Merck), methanol 80% (Merck), aquades, gliserol dan sorbitol, $NaHSO_3$ (Merck) dengan kualifikasi *pro- analysis*.

Metode

Langkah penelitian dilakukan dalam beberapa tahap yaitu:

1. Pembuatan pati ubi jalar

Pembuatan pati ubi jalar menggunakan metode Suryani (2006) dengan tahapan pamarutan, perendaman selama 30 menit dengan larutan $NaHSO_3$ 300 ppm (1:3b/v), penyaringan dan pencucian sebanyak tiga kali dengan perendaman selama 2 jam, kemudian pengeringan pada suhu 50 °C selama 8 jam dan dilakukan pengayakan. menggunakan saringan 60 mesh.

2. Pembuatan *edible film*

Daun pandan yang diambil adalah daun pandan yang berada pada ruas no 12-18 (Suryani et al., 2020a). Proses ekstraksi menggunakan blender selama 3 menit pada berbagai konsentrasi larutan $ZnCl_2$ (1000, 1250, 1500 ppm) dengan perbandingan 1:3 (b/v). Pembuatan *edible film* dengan menggunakan 80 ml ekstrak dicampur dengan pati 3, 4, dan 5% ditambah dengan 1% *plasticizer*. Kemudian dipanaskan pada suhu 70 °C selama 3 menit. Selanjutnya dituang dalam loyang berdiameter 24 cm. setelah itu, dikeringkan menggunakan oven memert selama 1 jam pada suhu 70 °C dan dilanjut pengeringan menggunakan kabinet *dryer* suhu 50 °C selama 4 jam.

3. Uji dan analisis penelitian

Pengujian dan analisis yang dilakukan pada *edible film* pandan meliputi pengukuran warna menggunakan alat colorimeter, kuat tarik metode Shabrina et al. (2017), kadar air metode (Sudarmadji et al., 1984), analisis kadar Zn dengan *Atomic Absorption Spectroscopy*, kadar klorofil metode Vernon (Suryani et al., 2020b) aktivitas antioksidan metode DPPH (Kang et al., 2017). Rancangan percobaan dilakukan menggunakan rancangan acak lengkap RAL dengan dua faktor yaitu konsentrasi $ZnCl_2$ 1000, 1250, dan 1500 ppm yang digunakan dan penambahan pati ubi jalar 3,4, dan 5% dengan tiga ulangan analisis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Fisik

Kuat Tarik

Kuat tarik atau *tensile strength edible film* salah satu indikator yang penting pada sifat mekanik film yang berkaitan dengan kemampuan dalam melindungi produk pangan dari kerusakan mekanis. Pengukuran kuat tarik *edible film* digunakan untuk mengetahui kemampuan film dalam mempertahankan struktur film saat diberi gaya hingga mencapai titik

putus. Hasil uji statistik kuat tarik *edible film* pandan menunjukkan interaksi konsentrasi ZnCl_2 sebagai media ekstraksi dan penambahan pati ubi jalar tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$). Secara individual perlakuan penambahan pati ubi jalar putih berpengaruh nyata ($P<0,05$) pada setiap penambahan yaitu semakin besar penambahan pati ubi jalar putih nilai kuat tarik *edible film* pandan yang dihasilkan semakin besar. Nilai kuat tarik yang dihasilkan berkisar 2,76-5,67 Mpa telah memenuhi standar kuat tarik film yang ditetapkan oleh *Japan Industrial Standart* tahun 1997 yaitu minimal sebesar 0,392 Mpa (Suwarda et al., 2019).

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa konsentrasi ZnCl_2 sebagai media ekstraksi tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap kuat tarik. Variasi konsentrasi ZnCl_2 yang digunakan tidak mempengaruhi kuat tarik *edible film*. Hal ini karena ikatan kompleks Zn terjadi pada molekul klorofil sehingga tidak mempengaruhi matrik jaringan *film* yang terbentuk secara signifikan. Sedangkan semakin besar penambahan pati ubi jalar menghasilkan kuat tarik yang semakin meningkat. Kuat tarik *edible film* dengan penambahan pati ubi jalar 3% berbeda nyata dengan penambahan 4 dan 5%, namun kuat tarik *edible film* dengan penambahan 4% tidak berbeda nyata dengan penambahan 5%. Penambahan pati ubi jalar yang semakin banyak menghasilkan film yang semakin kokoh. Semakin banyak penambahan pati jumlah polimer penyusun matriks semakin banyak dan menghasilkan ikatan antar molekul yang semakin kuat sehingga kuat tarik yang dihasilkan semakin besar (Rahardjo et al., 2014). Faktor yang mempengaruhi kuat tarik yaitu ikatan antar molekul, kandungan amilosa dan amilopektin. Ikatan antar molekul akan meningkatkan kekuatan tarik film, sedangkan kandungan amilosa mempengaruhi kekerasan atau kekuatan film dan amilopektin akan mempengaruhi elastisitas film (Ningrum et al., 2020). Kuat tarik *edible film* pandan dengan berbagai variasi konsentrasi ZnCl_2 sebagai media ekstraksi dan penambahan pati ubi jalar disajikan pada Tabel 1.

Lightness

Lightness menunjukkan nilai kecerahan pada bahan. Semakin kecil nilai *lightness* menunjukkan tingkat kecerahan bahan semakin rendah. Nilai *lightness* yang semakin tinggi menunjukkan sampel berwarna cerah dan semakin rendah nilai *lightness* menunjukkan sampel berwarna gelap (Hartanto et al., 2021). Hasil uji statistik *lightness* (L^*) *edible film* pandan dengan variasi konsentrasi ZnCl_2 dan penambahan pati ubi jalar disajikan pada Tabel 2.

Hasil uji statistik menunjukkan interaksi antara konsentrasi ZnCl_2 sebagai media ekstraksi dan penambahan pati ubi jalar berpengaruh secara signifikan ($P<0,05$) terhadap nilai *lightness*. Demikian pula perlakuan variasi konsentrasi ZnCl_2 sebagai media ekstraksi dan penambahan pati ubi jalar secara individual berpengaruh secara signifikan ($P<0,05$). Semakin besar konsentrasi ZnCl_2 yang digunakan nilai *lightness* semakin tinggi karena ZnCl_2 berfungsi sebagai fiksator yang dapat meningkatkan stabilitas klorofil dalam bahan dan membentuk Zn klorofil yang dapat mempertahankan warna hijau dan kecerahan pada bahan (Aziz et al., 2024). Sedangkan penambahan pati ubi jalar yang semakin banyak menurunkan *lightness*. Hal ini terjadi karena granula pati mengisi ruang kosong pada *edible film* menyebabkan cahaya tidak dapat menembus celah *edible film* sehingga akan menghasilkan nilai kecerahan yang rendah. Penambahan pati dapat meningkatkan viskositas suspensi yang mengakibatkan peningkatan ketebalan *film* sehingga *film* tampak lebih kusam dan mengurangi kecerahan *film* (Nikmah et al., 2020).

Tabel 1. Kuat tarik *edible film* pandan

Penambahan pati (%)	Kuat tarik (MPa)
3	2,82±0,18 ^a
4	4,72±0,56 ^b
5	5,28±0,42 ^b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan ada beda nyata pada baris rerata ($P<0,05$).

Tabel 2. Nilai *lightnees edible film* pandan

Konsentrasi ZnCl ₂ (ppm)	Penambahan pati (%)		
	3	4	5
1000	37,56±0,34 ^c	34,92±0,12 ^a	34,89±0,03 ^a
1250	37,61±0,06 ^c	36,77±0,23 ^b	37,60±0,19 ^c
1500	37,32±0,25 ^c	37,76±0,34 ^c	37,62±0,13 ^c

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada baris dan kolom yang sama menunjukkan ada beda nyata pada taraf signifikansi 95% ($P<0,05$).

Redness

Nilai *redness* negatif (-) menunjukkan warna *edible film* pandan kehijauan. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa interaksi antara konsentrasi ZnCl₂ dan penambahan pati ubi jalar berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap nilai *redness* (a*) *edible film* pandan. Nilai *redness edible film* pandan dengan berbagai variasi konsentrasi ZnCl₂ sebagai media ekstraksi dan penambahan pati ubi jalar disajikan pada Tabel 3.

Semakin besar konsentrasi ZnCl₂ dan semakin besar penambahan pati ubi jalar nilai *redness* semakin tinggi atau intensitas warna hijau semakin rendah. Hal ini diduga karena semakin besar konsentrasi ZnCl₂ maka residu klorin juga semakin banyak sehingga dapat merusak klorofil bebas sehingga warna hijau menurun dan intensitas warna merah naik. Selain itu, proses pemanasan yang lama pada suhu lebih dari 42,5 °C dapat menurunkan intensitas warna hijau dan menyebabkan nilai *redness* naik. Penambahan pati ubi jalar 4 dan 5% pada konsentrasi ZnCl₂ 1250 atau 1500 ppm menghasilkan nilai *redness* yang tidak berbeda secara signifikan ($P>0,05$). Hal ini diduga karena terjadi proses pelapisan molekul klorofil oleh pati sehingga mengurangi jumlah pigmen klorofil bebas yang mengakibatkan penurunan intensitas warna hijau dan nilai *redness* meningkat. Terjadinya proses pelapisan pada bahan pangan dapat mengurangi intensitas warna (Muflihati, 2016).

Tabel 3. Nilai *redness edible film* pandan

Konsentrasi ZnCl ₂ (ppm)	Penambahan pati (%)		
	3	4	5
1000	-2,82±0,12 ^a	-2,67±0,03 ^b	-2,65±0,00 ^b
1250	-2,60±0,01 ^{bc}	-2,54±0,00 ^{bc}	-2,50±0,06 ^{cd}
1500	-2,38±0,09 ^d	-2,55±0,01 ^{bc}	-2,60±0,06 ^{bc}

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada baris dan kolom yang sama menunjukkan ada beda nyata pada taraf signifikansi 95% ($P<0,05$).

Yellowness

Nilai *yellowness edible film* dipengaruhi secara signifikan oleh interaksi antara konsentrasi ZnCl_2 dan penambahan pati ubi jalar ($P < 0,05$). Nilai *yellowness* yang dihasilkan memiliki nilai (b*) positif yang artinya *edible film* pandan yang dihasilkan cenderung berwarna kuning. Nilai *yellowness edible film* pandan dengan berbagai variasi konsentrasi ZnCl_2 sebagai media ekstraksi dan penambahan pati ubi jalar disajikan pada Tabel 4.

Semakin besar konsentrasi ZnCl_2 maka nilai *yellowness edible film* pandan semakin meningkat. Hal ini dapat terjadi karena adanya degradasi klorofil dengan terbentuknya feofitin selama proses pengolahan dengan suhu tinggi dalam waktu yang lama. Penggunaan konsentrasi ZnCl_2 1000 ppm didapatkan nilai *yellowness* cenderung rendah sekitar 9,62 sampai 12,21. Hal ini karena dengan adanya ion Zn dari ZnCl_2 yang digunakan akan terbentuk kompleks *metallochlorophyll* (Schwartz & Lorenzo, 1990) yang berwarna hijau dan lebih tahan terhadap panas sehingga nilai *yellowness* menurun. Warna kuning pada *edible film* pandan semakin meningkat dengan semakin tinggi konsentrasi ZnCl_2 . Hal ini karena residu Cl_2 yang dihasilkan semakin banyak sehingga mengakibatkan degradasi klorofil bebas pada *edible film* pandan. Keberadaan ZnCl_2 dapat menghambat pembentukan feofitin karena akan terbentuk Zn-klorofil yang lebih stabil, namun penggunaan konsentrasi ZnCl_2 yang terlalu tinggi menghasilkan residu Cl_2 sebagai agen yang dapat mengoksidasi klorofil sehingga klorofil yang teroksidasi kehilangan warna hijau dan berubah kekuningan (Usman et al., 2022).

Penambahan pati ubi jalar yang semakin banyak menghasilkan penurunan nilai *yellowness*. Penambahan pati pada pembuatan *edible film* pandan memiliki fungsi sebagai bahan pengisi. Penambahan bahan pengisi berupa pati ubi jalar putih memiliki warna cenderung putih sehingga dapat memudahkan warna cokelat atau kuning pada bahan (Prasasti et al., 2023).

Sifat Kimia

Kadar Air

Kadar air *edible film* dapat berpengaruh pada kualitas dan umur simpan. *Edible film* dengan kadar air rendah dapat memiliki umur simpan yang lebih lama dari *edible film* dengan kadar air yang tinggi karena kadar air yang rendah dapat mengurangi aktivitas mikroba dan mampu memperlambat reaksi kimia penyebab kerusakan produk.

Tabel 4. Nilai *yellowness edible film* pandan

Konsentrasi ZnCl_2 (ppm)	Penambahan pati (%)		
	3	4	5
1000	12,21 $\pm$ 0,01 ^{cd}	10,37 $\pm$ 0,05 ^b	9,62 $\pm$ 0,47 ^a
1250	13,35 $\pm$ 0,45 ^e	12,12 $\pm$ 0,09 ^c	12,82 $\pm$ 0,16 ^{de}
1500	12,30 $\pm$ 0,07 ^{cd}	14,05 $\pm$ 0,38 ^f	13,02 $\pm$ 0,15 ^e

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada baris dan kolom yang sama menunjukkan ada beda nyata pada taraf signifikansi 95% ($P < 0,05$).

Kadar air *edible film* pandan yang disajikan pada Tabel 5 menunjukkan bahwa interaksi antara konsentrasi ZnCl_2 sebagai media ekstraksi pandan dengan penambahan pati ubi jalar putih berpengaruh secara signifikan ($P < 0,05$). Perlakuan secara individual menunjukkan konsentrasi ZnCl_2 sebagai media ekstraksi dan penambahan pati ubi jalar berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kadar air *edible film*. Kadar air *edible film* pandan dengan penambahan pati 3% dan konsentrasi ZnCl_2 1500 ppm tertinggi yaitu sebesar 19,99%. Kadar air *edible film* pandan mengalami penurunan dengan semakin banyak penambahan pati ubi jalar putih. Penurunan kadar air dengan semakin banyak penambahan pati dapat terjadi karena polimer penyusun pati di dalam bahan semakin meningkat. Peningkatan jumlah polimer penyusun matrik *film* akibat penambahan pati yang semakin meningkat akan menghasilkan jumlah padatan meningkat dan menjadikan air *edible film* semakin rendah (Deden & Rahim, 2020). Sedangkan perlakuan konsentrasi ZnCl_2 sebagai media ekstraksi menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi yang digunakan meningkatkan kadar air *edible film*. Hal ini dapat terjadi karena penggunaan konsentrasi ZnCl_2 yang tinggi disertai dengan proses pemanasan yang lama mengakibatkan reagen ZnCl_2 bereaksi, melepaskan Cl_2 menjadi ion Zn^+ kemudian dapat membentuk kompleks *metalloklorofil* dan Cl_2 membentuk ClO^- yang merupakan oksidator kuat yang mampu mengoksidasi bahan dan dapat meningkatkan jumlah gugus hidrofilik seperti karbonil dan karboksilat (Nababan, 2022). Menurut Aziz et al. (2024) konsentrasi ZnCl_2 tinggi dapat menghidrolisis serat yang dapat mempengaruhi penyerapan air pada bahan.

Kadar klorofil

Kadar klorofil pada *edible film* pandan menentukan warna hijau yang muncul pada produk dan menambah nilai fungsional dari produk yang dihasilkan. Pengolahan produk dengan suhu tinggi, pH rendah dan adanya cahaya dapat mempengaruhi kadar klorofil (Riansyah et al., 2021). Interaksi antara perlakuan variasi konsentrasi ZnCl_2 sebagai media ekstraksi dan penambahan pati ubi jalar putih berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kadar klorofil *edible film* pandan. Secara keseluruhan semakin tinggi konsentrasi ZnCl_2 yang digunakan sebagai media ekstraksi dan semakin besar penambahan pati ubi jalar menghasilkan kadar klorofil yang semakin menurun secara signifikan ($P < 0,05$). Perlakuan konsentrasi ZnCl_2 sebagai media ekstraksi dan perlakuan penambahan pati ubi jalar secara individual juga menunjukkan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kadar klorofil *edible film*.

Tabel 5. Kadar air *edible film* pandan (%bb)

Konsentrasi ZnCl_2 (ppm)	Penambahan pati (%)		
	3	4	5
1000	17,13±0,29 ^{abc}	16,86±0,20 ^{ab}	16,33±0,13 ^a
1250	17,92±0,34 ^c	17,49±0,64 ^{bc}	16,43±0,01 ^a
1500	19,99±0,40 ^d	16,97±0,43 ^{ab}	17,38±0,43 ^{bc}

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada baris dan kolom yang sama menunjukkan ada beda nyata pada taraf signifikansi 95% ($P < 0,05$).

Pembentukan senyawa kompleks Zn-klorofil dari ZnCl_2 dengan klorofil mampu menjaga stabilitas klorofil (Nurusholah et al., 2014). Diketahui bahwa klorofil sangat mudah terdegradasi karena Mg sangat mudah terlepas. Penggantian ion Mg dengan jenis logam yang mampu membentuk kompleks yang lebih stabil seperti Zn akan meningkatkan stabilitas klorofil (Fathurrahman et al., 2023). Namun pada *edible film* pandan dengan peningkatan

konsentrasi ZnCl_2 menghasilkan kadar klorofil yang semakin menurun. Hal ini dapat terjadi karena reagen ZnCl_2 menciptakan suasana asam yang dapat mendegradasi klorofil. Kondisi pH rendah dapat memicu proses feofitinisasi yang menyebabkan klorofil tidak stabil (Wiyono et al., 2023). Penggunaan konsentrasi ZnCl_2 sebagai media ekstraksi diduga telah mencapai titik optimum pada konsentrasi 1000 ppm sehingga dengan semakin tinggi konsentrasi ZnCl_2 kadar klorofil mengalami penurunan dan kenaikan yang tidak stabil. Menurut penelitian (Wijaya et al., 2024) penambahan konsentrasi ZnCl_2 1000 ppm menghasilkan kadar klorofil pasta pandan tertinggi.

Kadar klorofil mengalami penurunan pada penambahan pati ubi jalar putih yang semakin banyak. Hal ini diduga karena pati dapat membentuk matriks yang mengikat klorofil dan adanya interaksi konsentrasi ZnCl_2 dengan penambahan pati dapat mendegradasi klorofil. Tingginya konsentrasi ZnCl_2 menimbulkan suasana ekstrak daun pandan semakin asam, sehingga ekstrak yang diserap pati cenderung bersifat asam. Oleh karena itu, degradasi klorofil dengan penambahan pati ubi jalar semakin meningkat dan kadar klorofil semakin turun. Lingkungan asam mempengaruhi kadar klorofil karena lingkungan asam akan memudahkan pelepasan ion Mg^{2+} mengakibatkan pembentukan feofitin (Tama et al., 2014). Kadar klorofil *edible film* pandan dengan berbagai variasi konsentrasi ZnCl_2 sebagai media ekstraksi dan penambahan pati ubi jalar disajikan pada Tabel 6.

Kadar Zn

Penetapan kadar Zn pada *edible film* pandan yang dihasilkan memiliki peran dalam memberikan batasan penggunaan Zn pada produk pangan. Zn merupakan mikro nutrisi yang dibutuhkan tubuh dalam jumlah sedikit dan kebutuhannya harus terpenuhi. Kekurangan zink dalam tubuh dapat berdampak meningkatkan resiko penyakit (Bakhtera et al., 2015). menunjukkan ada beda nyata pada taraf signifikansi 95% ($P < 0,05$).

Tabel 6. Kadar klorofil total *edible film* pandan (mg/g bk)

Konsentrasi ZnCl_2 (ppm)	Penambahan pati (%)		
	3	4	5
1000	336,11 $\pm$ 0,53 ⁱ	228,21 $\pm$ 0,42 ^g	136,05 $\pm$ 0,10 ^c
1250	279,51 $\pm$ 3,24 ^h	111,30 $\pm$ 0,81 ^b	88,55 $\pm$ 0,42 ^b
1500	187,35 $\pm$ 0,10 ^f	110,37 $\pm$ 0,06 ^c	73,26 $\pm$ 0,70 ^a

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang berbeda pada baris dan kolom yang sama menunjukkan ada beda nyata pada taraf signifikansi 95% ($P < 0,05$).

Berdasarkan Tabel 7 diketahui bahwa interaksi antara konsentrasi ZnCl_2 dengan penambahan pati ubi jalar putih berpengaruh secara signifikan ($P < 0,05$) terhadap kadar Zn *edible film* pandan. Perlakuan konsentrasi ZnCl_2 sebagai media ekstraksi dan perlakuan penambahan pati ubi jalar secara individual menunjukkan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kadar Zn *edible film* pandan. Kadar Zn total paling tinggi terdapat pada konsentrasi 1250 ppm dan 1500 ppm dengan penambahan pati ubi jalar 3%. Perlakuan penambahan pati ubi jalar berpengaruh nyata terhadap kadar Zn dan konsentrasi ZnCl_2 pada konsentrasi 1000 ppm berbeda nyata pada perlakuan yang lain, sedangkan pada konsentrasi 1250 ppm dan 1500 ppm tidak menunjukkan ada beda nyata. Konsentrasi ZnCl_2 dapat meningkatkan kadar Zn pada *edible film* pandan dengan semakin tinggi konsentrasi yang digunakan sebagai media ekstraksi. Hal ini diduga tingginya konsentrasi ZnCl_2 menyebabkan kadar Zn yang terlarut pada suatu

larutan semakin tinggi. Menurut Wijaya et al. (2024) peningkatan kadar Zn terjadi karena adanya pengikatan Zn dari reagen ZnCl_2 pada proses pembuatan ekstrak pandan ketika proses penghancuran dan mengakibatkan terdegradasinya sebagian klorofil membentuk feofitin yang akan mengikat Zn bebas. Selain itu penggunaan konsentrasi ZnCl_2 yang tinggi dapat menghasilkan residu Cl_2 yang memiliki sifat toxic yang dapat memicu terjadinya degradasi klorofil (Putra et al., 2023). Sedangkan pada penambahan pati ubi jalar menghasilkan kadar Zn yang semakin turun pada *edible film* pandan. Penurunan kadar Zn dapat disebabkan adanya peningkatan jumlah padatan terlarut yang menyebabkan proses adsorpsi oleh pati. Terjadinya proses adsorpsi dapat menurunkan ion logam terlarut seperti ion Zn dan terikat pada permukaan pati dengan padatan terlarut lainnya (Yustinah et al., 2019). Kadar Zn *edible film* pandan dengan berbagai variasi konsentrasi ZnCl_2 sebagai media ekstraksi dan penambahan pati ubi jalar disajikan pada Tabel 7.

Aktivitas Antioksidan

Antioksidan berperan melindungi produk pangan dalam menangkal radikal bebas dengan mendonorkan atom hidrogen untuk berikatan dengan radikal bebas yang menjadikan produk pangan terlindungi dari kerusakan oksidatif. Berdasarkan hasil uji statistik pada Tabel 8 diketahui bahwa terdapat interaksi antara konsentrasi ZnCl_2 dengan penambahan pati ubi jalar putih yang berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap aktivitas antioksidan *edible film* pandan. Nilai aktivitas antioksidan paling tinggi terdapat pada *edible film* pandan dengan konsentrasi ZnCl_2 1000 ppm dan penambahan pati 3 dan 4%. Aktivitas antioksidan *edible film* pandan berkorelasi dengan penurunan kadar klorofil. Kandungan senyawa klorofil berkaitan erat dengan aktivitas antioksidan (Kurniasih et al., 2014). Menurut Riyanto et al. (2024) klorofil merupakan pigmen utama yang memberikan warna hijau pada daun pandan yang memiliki sifat antioksidan. Aktivitas antioksidan *edible film* pandan dengan berbagai variasi konsentrasi ZnCl_2 sebagai media ekstraksi dan penambahan pati ubi jalar disajikan pada Tabel 8.

Tabel 7. Kadar Zn *edible film* pandan (mg/100g bb)

Konsentrasi ZnCl_2 (ppm)	Penambahan pati (%)		
	3	4	5
1000	6,60±0,56 ^d	4,33±0,43 ^a	4,89±0,07 ^{ab}
1250	7,67±0,02 ^e	6,48±0,10 ^d	5,73±0,02 ^c
1500	7,85±0,40 ^e	6,92±0,29 ^d	5,14±0,07 ^{bc}

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada baris dan kolom yang sama menunjukkan ada beda nyata pada taraf signifikansi 95% ($P < 0,05$).

Tabel 8. Aktivitas antioksidan dengan *edible film* pandan (%bk)

Konsentrasi ZnCl_2 (ppm)	Penambahan pati (%)		
	3	4	5
1000	97,10±0,60 ^d	98,70±0,18 ^c	90,98±0,02 ^b
1250	96,27±0,68 ^d	94,08±0,20 ^c	88,56±0,01 ^a
1500	96,98±0,77 ^d	88,42±0,24 ^a	87,77±1,13 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada baris dan kolom yang sama menunjukkan ada beda nyata pada taraf signifikansi 95% ($P < 0,05$).

Aktivitas antioksidan mengalami penurunan yang signifikan ($P < 0,05$) dengan konsentrasi ZnCl_2 yang semakin tinggi. Konsentrasi ZnCl_2 yang tinggi diduga mampu mendegradasi klorofil karena suasana asam yang terbentuk. Hal ini kurang sesuai dengan penelitian Suryani (2020) aktivitas antioksidan daun pandan dapat dipertahankan dengan pembentukan kompleks klorofil dengan ion Zn^{2+} . Hal ini dapat terjadi karena penggunaan konsentrasi ZnCl_2 telah optimal dan residu asam dari Zn klorida yang merupakan garam asam kuat disertai dengan proses pemanasan dalam pembuatan *edible film* yang lama dapat mendegradasi klorofil (Usman et al., 2022). Menurut Aziz et al. (2020) penurunan kadar klorofil dapat disebabkan degradasi klorofil oleh hipoklorit yang terbentuk dalam air karena adanya residu Cl_2 . Penambahan pati ubi jalar berpengaruh secara signifikan ($P < 0,05$) pada aktivitas antioksidan. Semakin banyak penambahan pati ubi jalar aktivitas antioksidan mengalami penurunan. Menurut Furayda & Khairi (2023) semakin banyak jumlah padatan sebagai bahan pengisi yang terdapat dalam bahan menyebabkan pengukuran aktivitas antioksidan semakin kecil. Hal ini juga dapat dikaitkan dengan penurunan kadar air dengan semakin banyak penambahan pati. Semakin rendahnya kadar air menunjukkan polimer penyusun matriks saling berikatan yang menyebabkan komponen aktif antioksidan terikat lebih kuat dalam matriks yang lebih padat. Total padatan *edible film* semakin meningkat dengan penambahan pati yang semakin banyak menyebabkan senyawa yang mengandung antioksidan dapat terikat kuat pada matriks *film* (Kusumawati et al., 2013). *Edible film* ubi jalar dengan ekstrak pandan ini mempunyai kelebihan yaitu mengandung senyawa fenolik dan flavonoid yang mempunyai aktivitas antioksidan yang tinggi. Namun masih perlu diteliti lebih lanjut untuk memperoleh *edible film* yang lebih tipis.

KESIMPULAN

Edible film pandan yang memiliki nilai paling baik adalah penggunaan konsentrasi ZnCl_2 1000 ppm dengan penambahan pati ubi jalar 4% dengan kadar klorofil total sebesar 228,21 mg/g bk, aktivitas antioksidan 98,70 %bk, kadar Zn sebesar 4,33 mg/g, kadar air 16,86 %wb, nilai *lightness* sebesar 34,92, nilai *redness* sebesar -2,67, nilai *yellowness* sebesar 10,37, dan kuat tarik 4,99 Mpa. *Edible film* yang dihasilkan mempunyai aktivitas antioksidan yang tinggi, namun masih memiliki kelemahan yaitu kadar air masih tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Kemendikbudristek Republik Indonesia yang telah memberikan dana melalui Program Kreativitas Mahasiswa Tahun 2024.

DAFTAR PUSTAKA

- Aziz, M. R., Suryani, C. L., & Fitri, I. A. (2024). Physicochemical characterization of simplicia sambiloto (*Andrographis paniculata*) powder with types and concentrations of reagents in the formation of Zn-chlorophyll complexes. *JITIPARI*, 9(1), 54–66. <https://doi.org/10.33061/jitipari.v9i1.8982>
- Bakhtra, D. D. A., Zulharmita, & Pramudita, V. (2015). Penetapan kadar zink pada sediaan farmasi dengan metode kompleksometri dan spektrofotometri serapan atom. *Jurnal Farmasi Higea*, 7(2), 181–189. <https://www.jurnalfarmasihigea.org/index.php/higea/article/view/129>

- Deden, M., & Rahim, A. (2020). Sifat fisik dan kimia edible film pati umbi gadung pada berbagai konsentrasi concentration. *Jurnal Pengolahan Pangan*, 5(1), 26–33. <https://doi.org/10.31970/pangan.v5i1.35>
- 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.). *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 7(4), 571–580.
- Fathurrahman, N. N., Tamaroh, S., & Suryani, C. L. (2023). Effect of Zn–chlorophyll complexes formation on the color stability of pandan (*Pandanus amaryllifolius*) leaf extract. *Food Science and Technology*, 11(3), 161–167. <https://doi.org/10.13189/fst.2023.110304>
- Figuerola-lopez, K. J., Villabona-ort, Á. and Ortega-Toro, R. (2024) Sustainable starch-based films from cereals and tubers: A comparative study on cherry tomato preservation. *Polymer*, 76(2913), 1–15. <https://doi.org/10.3390/polym16202913>
- Furayda, N., & Khairi, A. N. (2023). Karakteristik fisikokimia minuman serbuk instan dengan variasi bonggol nanas (*Ananas comosus* Merr) dan maltodekstrin. *Pasundan Food Technology Journal (PFTJ)*, 10(1), 18–24. <https://doi.org/10.23969/pftj.v10i1.6998>
- Hartanto, R., Fitri, S. R., Kawiji, K., Prabawa, S., Sigit, B., & Yudhistira, B. (2021). Analisis fisik, kimia dan sensoris teh bunga krisan putih (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.) dengan pengeringan kabinet. *Agrointek. Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 15(4), 1011–1025. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v15i4.10531>.
- Kang Y. R., Park J., Jung S. K., Chang Y. H. (2018). Synthesis, characterization, and functional properties of chlorophylls, pheophytins, and Zn-pheophytins. *Food Chemistry*, 245(1), 943–950. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.11.079>.
- Kiyato, P., Kamu, V. S., Revolta, M., & Runtuwene, J. (2022). Skrining fitokimia dan uji aktivitas antioksidan fraksi pelarut dari ekstrak metanol batang pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius* Roxb). *Jurnal LPPM Bidang Sains Dan Teknologi*, 7(2), 1–7. <https://doi.org/10.35801/jlppmsains.7.2.2022.46794>
- Kurniasih, S. D., Pramesti, R., & Ridlo, A. (2014). Penentuan aktivitas antioksidan ekstrakrumput laut ulva sp. dari Pantai Krakal-Yogyakarta. *Journal of Marine Research*, 3(4), 617–626. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jmr>
- Kusumawati, D. H., Dwi, W., & Putri, R. (2013). Physical and chemical characteristic of corn starch edible film that incorporated with pink and blue ginger extract. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 1(1), 90–100. <https://jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/view/9>
- Masato, M., & Wahyuningtyas, D. (2022). Karakteristik edible film pada bahan-bahan biopolimer dengan beragam adiktif plasticizer, crosslinker, dan antimikroba untuk meningkatkan mutu film. *Jurnal Inovasi Proses*, 7(1), 41–48. <https://ejournal.akprind.ac.id/index.php/JIP/article/view/4221>
- Muflihati, I. (2016). Penurunan smoky flavor dan intensitas warna asap cair melalui adsorpsi bertingkat menggunakan arang aktif dari sekam padi. *Jurnal Ilmiah Teknosains*, 2(1), 50–55. <https://doi.org/10.26877/jitek.v2i1/Mei.1014>
- Munira, M., Yanti, N., & Nasir, M. (2021). Chlorophyll activity test of some types of vegetable as an antibacterium for *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Bahana Kesehatan Masyarakat (Bahana of Journal Public Health)*, 5(1), 48–53. <https://doi.org/10.35910/jbkm.v5i1.360>
- Nababan, K. (2022). Pengaruh jenis reagen dan lama pemanasan dalam pembentukan kompleks Zn-klorofil terhadap kadar klorofil dan warna bubuk simplisia sambiloto [Skripsi]. Universitas Mercu Buana Yogyakarta.
- Nikmah, M., Larasati, D., & Kunarto, B. (2020). *The effect of arrowroot starch concentration on making edible film* [Skripsi]. Universitas Semarang.

- Ningrum, R. S., Sondari, D., Amanda, P., Widyaningrum, B. A., Burhani, D., Akbar, F., & Sampora, Y. (2020). Properties of edible film from modified sago starch precipitated by butanol. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 21(4), 164–169.
- Nurusholah, T., Farid Ma, W., & Ibrahim, R. (2014). Pengaruh perbedaan penambahan konsentrasi ZnCl₂ dalam ekstrak kasar pigmen klorofil rumput laut *Sargasum sp.* terhadap stabilitasnya. *Jurnal Pengolahan Dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 3(1), 89–97. <http://www.ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jpbhp>
- Perdani, A. W. (2021). *Active edible film* dari bahan gelatin untuk pengemas makanan [Skripsi]. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Prasasti, E. Y., Prabowo, S., Rachmawati, M., & Andriyani, Y. (2023). Sifat fisik dan sensoris bubuk asam jawa yang diproduksi menggunakan bahan pengisi pati singkong gajah dengan metode *foam-mat drying*. *Jurnal Pengolahan Pangan*, 8(1), 15–24. <https://doi.org/10.31970/pangan.v8i1.95>
- Putra, D. A., Suryani, C. L., & Fitri, I. A. (2023). Pengaruh konsentrasi ZnCl₂ dan metode pemanasan terhadap karakteristik serbuk simplisia sambiloto (*Andrographis paniculata*). *Journal of Food and Agricultural Technology*, 1(1), 32–46. <https://doi.org/10.26486/jfat.v1i1.3477>
- Rahardjo, B., Marseno, D. W., & Karyadi, J. N. W. (2014). Physical, mechanical and barrier properties of Xanthosoma sagittifolium starch-based edible film incorporated with potassium sorbate. In *AGRITECH* 34(1). <https://doi.org/10.22146/agritech.9525>
- Riansyah, H., Maulidya Maharani, D., Nugroho, A. (2021). Intensitas dan stabilitas warna ekstrak daun pandan, suji, katuk, dan kelor sebagai sumber pewarna alami. *Jurnal Riset Teknologi Industri*. 15(1).
- Riyanto, A., Aulia, M., Asni, N., Putri, S. D. E., & Rukmana, M. D. (2024). Eksplorasi potensi pigmen dalam daun pandan (*Pandanus odoratissimus*) melalui kromatografi kolom. *Journal of Polymer Chemical Engineering and Technology*, 2(1), 37–42. <https://doi.org/10.52330/jpcet.v2i1.316>
- Santoso, B., Apriliana, S., Priyanto, G., Hermanto, H., & Wijaya, A. (2020). Peningkatan sifat bioactive edible film dengan menggunakan filtrat bubuk gambir dan minyak sawit merah. *AgriTECH*, 40(2), 161. <https://doi.org/10.22146/agritech.40601>
- Schwartz, S. J., & Lorenzo, T. V. (1990). Chlorophylls in foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 29(1), 1–17. <https://doi.org/10.1080/10408399009527511>
- Shabrina, A. N., Abduh, S. B. M., Hintono, A., & Pratama, Y. (2017). Sifat fisik edible film yang terbuat dari tepung pati umbi garut dan minyak sawit. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 6(3). <https://doi.org/10.17728/jatp.239>
- Silalahi, M. (2018). *Pandanus amaryllifolius* Roxb (Pemanfaatan dan potensinya sebagai pengawet makanan). *Jurnal Pro-Life*, 5(3). <https://doi.org/10.33541/pro-life.v5i3.842>
- Sudarmadji, S. B., Haryono, & Suhardi. (1984). *Prosedur analisa untuk bahan makanan dan pertanian*. Liberty.
- Suryani, C. L. (2006). Pengaruh *heat-moisture treatment* dan penambahan natrium tripolifosfat terhadap kualitas mi instan dari pati ubi jalar (*Ipomoea batatas* Lam). *Biota*, 11(2), 64–71. <https://doi.org/10.24002/biota.v11i2.2615>
- Suryani C. L., Wahyuningsih T. D., Supriyadi., Santoso U. (2020a). 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>.
- Suryani, C.L. T. Wahyuningsih, Supriyadi, & U. Santoso. (2020b). Derivatization of chlorophyll from pandan (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.) leaves and their antioxidant activity. *Periódico Tchê Química*, 17(36), 1110–1126.
- Suwarda, R., Irawadi, T. T., Suryadarma, P., & Yuliasih, I. (2019). Stabilitas edible film pati sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.) asetat selama penyimpanan pada berbagai suhu. *Jurnal*

-
- Teknologi Industri Pertanian*, 29(3), 278–289.
<https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2019.29.3.278>
- Tama, J. B., Kumalaningsih, S., & Febrianto Mulyadi, A. (2014). Studi pembuatan bubuk pewarna alami dari daun suji (*Pleomele angustifolia* n.e.br.). kajian konsentrasi maltodekstrin dan $MgCO_3$. *Jurnal Industri*, 3(1), 73–82.
<https://industria.ub.ac.id/index.php/industri/article/view/159>
- Usman, Fitri, I. A., & Suryani, C. L. (2022). Pengaruh jenis medium sumber Zn^{2+} dan lama blanching terhadap aktivitas antioksidan bubuk simplisia sambiloto (*Andrographis paniculata*). *Prosiding Seminar Nasional Mini Riset Mahasiswa*, 1(2), 54–66.
- Wijaya, N. R., Nikmah, M., Sofiani, N. A., Suryani, C. L., & Sari, Y. P. (2024). Peningkatan kualitas sifat fisik dan kadar klorofil dari pasta pandan melalui variasi konsentrasi $ZnCl_2$ sebagai media ekstraksi dan jenis bahan pengisi. *Agrisaintifika Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 8(1). <https://doi.org/10.32585/ags.v8i1.4676>
- Wiyono, A. E., Amilia, W., Shasabillah, R. T., Mulyana, R. A., & Pramesti, V. O. (2023). Potensi daun singkong (*Manihot esculenta* Crantz) sebagai pewarna alami. *TEKNOTAN*, 17(1), 27. <https://doi.org/10.24198/jt.vol17n1.4>
- Yustinah, Hudzaifah, Aprilia, M., & Syamsudin. (2019). Keseimbangan adsorpsi logam berat (Pb) dengan adsorben tanah diatomit secara batch. *Jurnal Konversi*, 9(1), 17–27.
<https://doi.org/10.24853/konversi.9.1.12>
-