

**PENGARUH FERMENTASI BAKTERI ASAM LAKTAT PADA BUAH
PANDAN LAUT (*Pandanus tectorius*) TERHADAP KANDUNGAN
FENOLIK TOTALNYA**
*The effect of lactic acid bacteria fermentation in sea pandan fruit
(pandanus tectorius) on its total phenolic content*

Antik Sulistia Ningrum¹, Nikmah Nuur Rochmah², Mika Tri Kumala³

^{1,2,3}Program Studi Farmasi Universitas Al Irsyad Cilacap

e-mail¹antiksn85@gmail.com ²Nikmah.nuur@gmail.com

³michakumala@yahoo.com

Abstrak

Pandan laut, *Pandanus tectorius* merupakan suku Pandanaceae yang memiliki sinonim *Pandanus odoratissimus* dan *Pandanus fascicularis* Lam. *Pandanus tectorius* adalah spesies semak pandan yang menunjukkan pertumbuhan alami di sepanjang daerah pesisir, meskipun saat ini memiliki sedikit aplikasi praktis. Saat ini, ada sejumlah besar tanaman obat yang telah dibuktikan melalui bukti empiris atas keampuannya dalam pengobatan penyakit. *Pandanus tectorius*, tanaman yang dibudidayakan secara luas, sering digunakan dalam praktik pengobatan tradisional karena kemampuan menghasilkan buah yang serbaguna dalam berbagai kondisi iklim. Tujuan penelitian ini adalah untuk menyelidiki dampak bakteri asam laktat yang berfermentasi pada kandungan fenol secara keseluruhan dari buah pandan laut. Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini mencakup utilisasi teknik eksperimental untuk melakukan tes skrining pada phytochemicals dan total phenolics. Data yang diperoleh telah dianalisis deskriptif. Temuan penyelidikan ini menyingkapkan bahwa data penyerapan yang diperoleh melalui spektrofotometri uv-vis mempertunjukkan variasi antara sampel pandan buah di laut dengan dan tanpa tambahan bakteri. Khususnya, sampel dengan bakteri tambahan menunjukkan tingkat kegiatan bakteri asam laktat yang lebih tinggi, dengan nilai 0,297, 0,333, dan 0,364, dibandingkan dengan sampel tanpa bakteri tambahan, yang mencatat nilai 0,246, 0,270, dan 0,274.

Kata Kunci: Pandan laut, fenolik total, fermentasi bakteri asam laktat.

Abstract

Pandan Laut, *Pandanus tectorius* is a member of the Pandanaceae family which has the synonyms *Pandanus odoratissimus* and *Pandanus fascicularis* Lam. *Pandanus tectorius* is a species of pandanus shrub that shows natural growth along coastal areas, although it currently has little practical application. Currently, there are a large number of medicinal plants that have been proven through empirical evidence for their efficacy in the treatment of diseases. *Pandanus tectorius*, a widely cultivated plant, is often used in traditional medicinal practices because of its versatile fruit-producing ability in a wide range of climatic conditions. The purpose of this study was to investigate the impact of lactic acid bacteria fermenting on the overall phenol content of sea pandan fruit. The methodology used in this study includes the utilization of experimental techniques to perform screening tests on phytochemicals and total phenolics. The data obtained has been analyzed descriptively. The findings of this investigation revealed that the absorption data obtained by uv-vis spectrophotometry showed variations between pandan fruit samples at sea with and without the addition of bacteria. In particular, the samples with added bacteria showed higher levels of lactic acid bacteria activity, with values of 0.297, 0.333, and 0.364, compared to the samples without added bacteria, which recorded values of 0.246, 0.270, and 0.274.

Keywords: Sea pandan, total phenolic, lactic acid bacterial fermentation.

1. PENDAHULUAN

Indonesia, yang terletak di wilayah tropis, memiliki beragam spesies tumbuhan yang memiliki prospek menjanjikan untuk kemajuan umat manusia. Sepanjang perjalanan sejarah, penduduk Indonesia telah memiliki pemahaman tentang khasiat obat yang ditunjukkan oleh berbagai jenis tumbuhan. Tanaman ini telah digunakan sebagai obat tradisional untuk mengatasi berbagai macam penyakit [1]. Indonesia, yang terletak di wilayah tropis, memiliki beragam spesies tumbuhan yang memiliki potensi menjanjikan untuk kemajuan umat manusia. Masyarakat Indonesia telah memiliki kesadaran sejarah tentang khasiat terapeutik dari berbagai jenis tanaman yang telah digunakan sebagai obat tradisional untuk pengobatan berbagai penyakit. [2], Sejauh ini, beberapa tanaman obat telah menjalani validasi empiris untuk memastikan efektivitasnya dalam mengobati berbagai penyakit. [3].

Pandanus tectorius merupakan suku *Pandanaceae* yang memiliki sinonim *Pandanus Odoratissimus* dan *Pandanus fascicularis*. Keluarga *Pandanaceae* mencakup lebih dari 700 spesies dan tersebar di beberapa wilayah, termasuk Afrika barat daya, Madagaskar, Asia Selatan (khususnya India), Indochina, wilayah Floristik Malesia (yang meliputi india), Australia, dan Pasifik. Pantai sebagian besar tetap liar dan kurang dimanfaatkan. *Pandanus tectorius* ditemukan di habitat aslinya di sepanjang pantai utara Pulau Jawa, Kepulauan Seribu, Sumatera, dan berbagai pulau lainnya di Indonesia. [4].

Kandungan buah pandan laut antara lain berbagai komponen fenolik seperti flavonoid, steroid, triterpenoid, saponin, dan glikosida. Buah pandan laut telah didokumentasikan memiliki berbagai sifat biologis, termasuk anti-inflamasi, antioksidan, antikanker, antitumor, antivirus, antidiabetes, dan penurun kolesterol. [5]. Kandungan buah pandan laut antara lain berbagai komponen fenolik seperti flavonoid, steroid, triterpenoid, saponin, dan glikosida. Buah pandan laut telah didokumentasikan memiliki berbagai sifat biologis, termasuk anti-inflamasi, antioksidan, antikanker, antitumor, antivirus, antidiabetes, dan penurun kolesterol. [6]. Selain itu, pandan laut memiliki profil nutrisi yang cukup tinggi, meliputi protein, lemak, abu, dan karbohidrat. Selain itu, kaya akan kalsium, zat besi, dan β -karoten. [5]. Komposisi nutrisi zat ini menjadikannya cocok untuk digunakan sebagai substrat pertumbuhan bakteri asam laktat. Bakteri asam laktat, menjadi mikroorganisme anaerob fakultatif, menunjukkan kemampuan untuk berkembang di relung ekologi yang beragam, meliputi lingkungan tanaman, sistem pencernaan

organisme, buah-buahan, sayuran, makanan olahan, produk susu, dan komoditas fermentasi.

Bakteri asam laktat dapat diklasifikasikan menjadi dua kategori berbeda, heterofermentatif dan homofermentatif, berdasarkan jalur fermentasi masing-masing. *Lactobacillus Plantarum* diklasifikasikan sebagai spesies bakteri asam laktat heterofermentatif, yang berperan penting dalam proses fermentasi buah dan sayuran. *Lactobacillus Plantarum* menunjukkan kemampuan untuk memecah senyawa fenolik secara enzimatik, termasuk yang ditemukan dalam tanin, menghasilkan pembentukan pirogalol, antioksidan kuat. Akibatnya, proses metabolisme ini mengarah pada peningkatan aktivitas antioksidan..

Lactobacillus Acidophilus adalah spesies bakteri asam laktat yang tergolong homofermentatif. Diketahui berkontribusi secara signifikan pada proses fermentasi buah. Bakteri yang dimaksud menunjukkan fermentasi homolaktik, menghasilkan produksi lebih dari 85% asam laktat. Aktivitas antioksidan produk dapat dipengaruhi oleh proses fermentasi yang memanfaatkan bakteri asam laktat. Proses fermentasi menggunakan bakteri asam laktat dapat meningkatkan aktivitas antioksidan dari beberapa jenis komponen fenolik. Didalam penelitian ini pengaruh jenis fermentasi bakteri asam laktat (*Lactobacillus plantarum*) dengan penambahan glukosa sebagai stimulan dan lama fermentasi (96 jam) terhadap aktivitas antioksidan dan perubahan fitokimia dari buah pandan laut akan di amati [7].

Penentuan jumlah gugus hidroksil fenolik yang ada dan analisis komponen struktural yang menghubungkan cincin benzena merupakan faktor kunci dalam penelitian ini. [8]. Distribusi bahan kimia ini bervariasi antara kulit biji, di mana flavonoid sebagian besar hadir, dan kotiledon, yang terutama meliputi asam non-flavonoid seperti asam hidrosisinat dan hidrosibenzoat. [9]. Kualitas produk fermentasi bergantung pada keterlibatan bakteri asam laktat dalam proses fermentasi. Proses fermentasi yang berhasil akan menunjukkan proliferasi mikroba baik pada fermentasi spontan maupun starter. Bakteri asam laktat (BAL) mengacu pada sekelompok bakteri gram positif yang ditandai dengan morfologi berbentuk bola atau batang, tidak adanya spora, aktivitas katalase negatif, dan kemampuan untuk memetabolisme karbohidrat menjadi asam laktat. Bakteri asam laktat, biasa disebut sebagai mikroorganisme food grade, dianggap aman untuk dikonsumsi karena sifatnya yang tidak beracun dan tidak menghasilkan racun ketika dimasukkan ke dalam produk makanan.

BAL memiliki kapasitas untuk meningkatkan daya cerna makanan fermentasi dengan memfasilitasi pemecahan komponen makanan, sehingga memungkinkan peningkatan penyerapannya di dalam tubuh. Ini dicontohkan oleh konversi protein menjadi asam amino. Laboratorium BAL mampu menghasilkan senyawa antimikroba yang memiliki kemampuan untuk menghambat proliferasi mikroorganisme berbahaya dan merugikan yang ditemukan dalam bahan makanan, sehingga memperpanjang durasi produk tetap layak untuk dikonsumsi.

2. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimental yaitu melalui metode uji skrining fitokimia dan uji fenolik total. Penelitian ini akan dilakukan fermentasi menggunakan bakteri asam laktat terhadap ekstrak buah pandan laut (*Pandanus tectorius*) dan akan dilakukan uji metabolit sekundernya (skrining fitokimia) dengan penambahan glukosa 2%.

Prosedur penelitian yang dilakukan yaitu pengambilan sampel yang diambil adalah buah pandan laut (*Pandanus tectorius*) dari daerah Pantai Pangandaran yang kemudian dilakukan determinasi. Preparasi sampel buah pandan laut dilakukan pensortiran dan dilakukan perajangan untuk mempermudah proses pengambilan air sari. Pembuatan ekstrak buah pandan laut (*Pandanus tectorius*) dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan tidak adanya fermentasi bakteri asam laktat dan dengan fermentasi bakteri asam laktat. Pada penelitian ini dibuat sampel sari pandan laut yang kemudian ditambah dengan larutan glukosa 2%. Setelah itu, campuran yang telah disiapkan diinokulasi dengan biakan awal yang mengandung 1 mL bakteri *Lactobacillus plantarum*. Proses fermentasi dilakukan pada suhu 37°C selama 96 jam sebagai kondisi kontrol. Skrining fitokimia dilakukan dengan menggunakan berbagai uji, antara lain uji fenolik, uji alkaloid, uji flavonoid, uji saponin, uji tanin, dan uji steroid.

Penentuan kandungan fenolik total dilakukan dengan menggunakan larutan standar yang terdiri dari 0,2 ml asam galat. Setiap tabung reaksi diisi dengan larutan ini dan selanjutnya ditambah dengan 1,8 ml larutan berair dan 0,2 ml reagen Folin Ciocalteu. Larutan kemudian dihomogenkan dan diinkubasi selama 6 menit. Selanjutnya, volume 2 ml Na_2CO_3 dimasukkan ke dalam larutan dan dicampur secara menyeluruh. Selanjutnya, larutan tersebut diinkubasi selama 90 menit. Selanjutnya, absorbansi larutan diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang tertentu 765 nm, dan pengukuran ini diulang tiga kali.

Analisis data dilakukan menggunakan analisis deskriptif. Hasil kadar fenolik total baik dengan atau tanpa fermentasi bakteri asam laktat berupa nilai absorbansi (A). Nilai absorbansi yang diukur digunakan bersama dengan persamaan kurva standar, yang mencakup rentang konsentrasi 20 hingga 160 ppm, menggunakan asam galat sebagai bahan kimia referensi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pembuatan ekstrak tanpa FerBAL dan dengan FerBAL

Proses ekstraksi buah Pandan laut (*Pandanus tectorius*) dilakukan dengan ekstraksi enzimatik, penambahan biakan bakteri asam laktat untuk memproduksi enzim. Sebelum diekstrak dilakukan kultur starter menggunakan BAL sebanyak 1 mL bakteri. Fermentasi dilakukan pada suhu 37°C sebagai kontrol dilakukan selama waktu 96 jam atau selama empat hari. Dari hasil fermentasi dapat dilihat perubahan warna dan bau yang berbeda dari sebelum di fermentasi. Yang tidak ditambahkan BAL berubah menjadi lebih keruh dan menghasilkan bau yang menyengat dan yang ditambahkan BAL jernih dan berbau khas.

Tabel 1 Hasil ekstraksi buah pandan laut

No.	Ekstrak	Bentuk	Warna	Bau
1	K 01	Cair	Orange	Khas
2	K 01	Cair	Orange	Khas
3	K 01	Cair	Orange	Khas
4	K 01	Cair	Orange	Khas
5	K 02	Cair	Orange	Khas
6	K 02	Cair	Orange	Khas
7	K 02	Cair	Orange	Khas
8	K 02	Cair	Orange	Khas

Keterangan:

K 01: Buah Pandan Laut + Glukosa 2% + BAL, K 02: Buah Pandan Laut + Glukosa 2%

Tabel 2 Formulasi Fermentasi Buah Pandan Laut

No	Ekstraksi			Komposisi		Waktu (Jam)
	Kontrol	Buah (gram)	Air (mL)	BAL (mL)	Glukosa (%)	
1	K 01	50	200	-	2	96
2	K 01	50	200	-	2	96
3	K 01	50	200	-	2	96
4	K 01	50	200	-	2	96
5	K 02	50	200	1	2	96
6	K 02	50	200	1	2	96
7	K 02	50	200	1	2	96
8	K 02	50	200	1	2	96

B. Hasil Skrining Fitokimia

Proses skrining fitokimia berfungsi sebagai langkah awal dalam bidang penelitian fitokimia. Dalam arti luas, dapat dikemukakan bahwa pendekatan tersebut terutama memerlukan uji kolorimetri termasuk penggunaan reagen kromogenik. Skrining fitokimia dilakukan untuk memvalidasi temuan studi sebelumnya mengenai komposisi bahan kimia yang ada dalam ekstrak buah pandan laut.

Skrining fitokimia bertujuan untuk mengetahui adanya senyawa kimia metabolit sekunder pada sampel buah pandan laut. Tabel 3 menampilkan hasil analisis fitokimia yang dilakukan pada buah pandan laut.

Tabel 3 Hasil skrining fitokimia

No	Sampel	Skrining Fitokimia					
		Flavonoid	Fenolik	Tanin	Saponin	Steroid	Alkoloid
1	Buah pandan laut+ BAL+glukosa 2%	-	+	-	+	-	-
2	Buah pandan laut+Glukosa 2%	-	+	-	+	-	-

Keterangan : (-) menunjukkan tidak ada aktivitas,

(+) menunjukkan ada aktivitas,

(++) menunjukkan aktivitas tinggi

Tabel 3 menyajikan hasil uji fenol, dimana hasil positif terlihat. Hasil positif ini ditunjukkan dengan perubahan warna menjadi hijau, yang dapat dikaitkan dengan reduksi Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} oleh fenol [10]. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sampel buah mengkudu yang difermentasi, baik dengan maupun tanpa kehadiran bakteri asam laktat, menunjukkan adanya senyawa fenolik dan saponin. Fenolik total dari ekstrak buah pandan

laut dilakukan menggunakan reagen Folin-Ciocalteu menggunakan metode spektrofotometri.

Senyawa fenolik yang digunakan sebagai standar adalah asam galat. Pada sampel buah pandan laut kadar fenolik total terbentuk pada buah pandan laut +2% glukosa+ BAL. Sedangkan pada kontrol buah pandan laut fenolik terbentuk pada buah pandan laut + Glukosa 2 %. Fenolik, yang merupakan metabolit sekunder, menunjukkan distribusi yang luas di banyak spesies tumbuhan. Senyawa fenolik memiliki kemampuan mendonorkan atom hidrogen, sehingga memungkinkan terwujudnya aktivitas antioksidan melalui netralisasi radikal bebas yang memicu proses oksidasi atau dengan menghambat reaksi radikal berantai yang dihasilkannya. [11]. Pada sampel buah pandan laut saponin terbentuk pada buah pandan laut + 2% glukosa + BAL dan buah pandan laut + + BAL. Sedangkan pada kontrol buah pandan laut saponin terbentuk pada buah pandan laut + Glukosa 2 %.

Saponin adalah sejenis glikosida yang ditandai dengan adanya aglikon dalam struktur molekulnya, khususnya dalam bentuk sapogenin. Saponin memiliki kemampuan untuk mengurangi tegangan permukaan air, menghasilkan busa pada saat agitasi permukaan air. Karakteristik khusus ini menunjukkan kemiripan dengan surfaktan. Penurunan tegangan permukaan dapat dikaitkan dengan adanya senyawa sabun, yang memiliki kemampuan untuk mengganggu ikatan hidrogen di dalam air. Saponin memiliki struktur kimia yang dapat digolongkan sebagai glikosida, terdiri dari glikon dan aglikon. Komponen glikon terdiri dari banyak kelompok gula, termasuk glukosa, fruktosa, dan varian gula lainnya. Sapogenin merupakan gugus aglikon [12].

C. Penetapan kadar fenolik total

Pembuatan larutan standar asam galat

Larutan asam galat konsentrasi standar dibuat dengan terlebih dahulu membuat larutan asam galat dengan konsentrasi 1000 bagian per juta (ppm). Larutan asam galat dengan konsentrasi 1000 bagian per juta (ppm) dibuat dengan menimbang secara akurat 100 miligram (mg) asam galat. Asam galat kemudian ditempatkan ke dalam gelas kimia dan dilarutkan menggunakan air suling. Selanjutnya larutan dipindahkan ke dalam labu ukur 100 mililiter (mL) dan selanjutnya diencerkan sampai tanda batas.

Larutan asam galat dengan konsentrasi awal 1000 ppm selanjutnya digunakan untuk membuat larutan asam galat dengan konsentrasi yang bervariasi (20 ppm, 40 ppm, 80 ppm, 120 ppm, 160 ppm). Hal ini dicapai dengan mengkonsumsi volume tertentu (0,4 mL, 0,8 mL, 1,2 mL, 1,6 mL, dan 2 mL) larutan asam galat 100 ppm, yang kemudian dipindahkan ke

dalam labu ukur 10 mL dan diencerkan dengan air suling hingga larutan mencapai Tanda. Hasilnya, diperoleh larutan asam galat dengan konsentrasi 20 ppm, 40 ppm, 80 ppm, 120 ppm, dan 160 ppm.

Penyajian larutan uji untuk penentuan kandungan fenolik

Setiap individu sampel pandan laut diukur memiliki bobot hingga 500 mg. Selanjutnya, sampel dipindahkan ke dalam gelas beker dan diencerkan menggunakan air suling. Larutan dipindahkan ke dalam labu ukur dengan volume 100 mL dan selanjutnya diencerkan sampai tanda yang ditentukan. Selain itu, volume 1 mL dari masing-masing larutan sampel dipindahkan ke dalam labu ukur 10 mL, dilanjutkan dengan pengenceran dengan air suling sampai tanda yang ditentukan. Kuantifikasi kandungan fenolik dilakukan dengan metode Folin-Ciocalteu. Ide mendasar yang mendasari metode Folin-Ciocalteu adalah proses oksidasi seluruh gugus hidroksil fenolik. Pereaksi Folin-Ciocalteu mampu mereduksi asam heteropoli menjadi kompleks molibdenum-tungsten, sekaligus mengoksidasi senyawa fenolik. Gugus hidroksil fenolik mengalami reaksi dengan reagen Folin-Ciocalteu, menghasilkan pembentukan kompleks asam fosfomolibdat berwarna biru. Kompleks ini dapat diidentifikasi dengan menggunakan spektrofotometer. Interaksi antara asam galat dan reagen Folin-Ciocalteu menghasilkan warna biru. Intensitas warna biru ini berbanding lurus dengan konsentrasi ion fenolik yang dihasilkan. Akibatnya, warna biru yang lebih gelap menunjukkan konsentrasi ion fenolik yang lebih tinggi, yang mengarah ke pembacaan absorbansi yang lebih besar.

Pembuatan Kurva Baku Asam Galat

Penyusunan kurva standar asam galat melibatkan penggunaan larutan asam galat standar dengan konsentrasi 20 bagian per juta (ppm). Secara khusus, 0,2 mL larutan asam galat standar diambil, menghasilkan konsentrasi 160 ppm. Larutan asam galat 0,2 mL dimasukkan ke dalam masing-masing tabung reaksi, diikuti dengan penambahan 1,8 mL air suling dan 0,2 mL reagen Folin-Ciocalteu. Selanjutnya, larutan heterogen tersebut menjalani homogenisasi dan diinkubasi selama 6 menit. Selanjutnya, volume 2 mL Na_2CO_3 dimasukkan ke dalam larutan, diikuti dengan homogenisasi. Selanjutnya, larutan menjalani masa inkubasi selama 90 menit, dilanjutkan dengan penentuan absorbansi menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang tertentu. Pengukuran absorbansi ini dilakukan sebanyak tiga kali. Nilai absorbansi asam galat diperoleh dan dilaporkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil pengukuran absorbansi kadar fenolik total Pada Panjang gelombang 765 nm

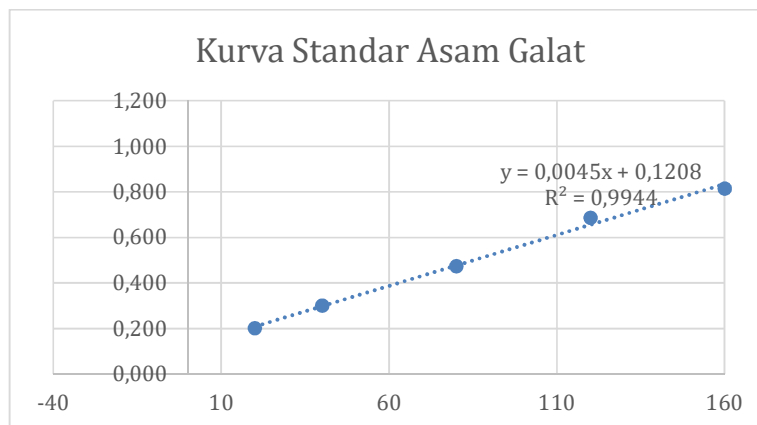
No	Perlakuan	Kadar Fenolik Total (mg GAE/g)			Rata-rata
		R1	R2	R3	
1	Tanpa BAL	1,854	2,210	2,269	2,111 ± 0,2245
2	Dengan BAL	2,610	3,143	3,603	3,119 ± 0,4969

Berdasarkan data yang disajikan pada tabel, terlihat bahwa kandungan fenolik mencapai puncaknya dengan nilai 54,04. Temuan ini menunjukkan bahwa tingkat aktivitas bakteri tertinggi diamati dengan adanya bakteri asam laktat yang dimasukkan selama fermentasi. Data yang disajikan menunjukkan kandungan fenolik yang lebih tinggi dengan adanya bakteri, menunjukkan aktivitas yang lebih besar dari bakteri *Lactobacillus plantarum* dibandingkan dengan sampel tanpa adanya bakteri. Hal ini dikarenakan pangan laut mengalami proses fermentasi. Fermentasi berpotensi meningkatkan keamanan pangan dengan cara menghambat pertumbuhan bakteri berbahaya, menambah komposisi gizi pangan, memfasilitasi penguraian zat berbahaya, dan mendorong produksi metabolit sekunder yang memberikan manfaat kesehatan. Lamanya fermentasi dapat berdampak pada konsentrasi oligosakarida. Berbagai penyelidikan telah menunjukkan peningkatan yang nyata pada kadar α -galaktosidase dan penurunan konsentrasi sukrosa, stakiosa, dan rafinosa yang sesuai setelah periode fermentasi 96 jam. Temuan ini menunjukkan bahwa komposisi karbohidrat memiliki potensi untuk diubah menjadi substrat energi yang layak untuk bakteri asam laktat. Tindakan antibakteri dipengaruhi oleh durasi fermentasi, karena periode fermentasi yang diperpanjang menyebabkan proliferasi bakteri yang lebih tinggi. Populasi bakteri yang meningkat ini meningkatkan pemecahan substrat, menghasilkan produksi asam laktat yang lebih besar. Proses fermentasi dapat dikategorikan menjadi dua jenis yang berbeda berdasarkan sumber mikroorganisme: fermentasi spontan dan fermentasi menggunakan starter. Fermentasi spontan mengacu pada proses fermentasi makanan tanpa penambahan mikroorganisme yang disengaja dalam bentuk kultur starter atau ragi. Sebaliknya, mikroorganisme yang bertanggung jawab atas proses fermentasi berkembang biak secara alami dan berpartisipasi aktif dalam fermentasi. Fermentasi non-spontan mengacu pada proses fermentasi yang terjadi pada produk makanan dengan memasukkan mikroorganisme secara sengaja dalam bentuk kultur starter atau starter. [13]. Menurut Kunaepah (2008) Fermentasi dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti sifat substrat, kondisi suhu, kadar pH, ketersediaan oksigen, dan agen mikroba spesifik yang

digunakan. Substrat berfungsi sebagai komponen penting dalam proses fermentasi, menyediakan nutrisi yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk pertumbuhannya dan produksi produk fermentasi. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa kandungan fenolik pada pandan laut yang difermentasi menunjukkan variasi kadarnya ketika membandingkan sampel yang diberi *Lactobacillus plantarum* dan tanpa penambahan *Lactobacillus plantarum*. Tabel 5 menampilkan nilai absorbansi yang tercatat dari larutan standar asam galat.

Tabel 5 Hasil pengukuran absorbansi asam galat yang direaksikan dengan reagen folin-ciocalteu pada λ 765 nm

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi			Rata-rata
20	0,201	0,202	0,203	0,202 ± 0,001
40	0,301	0,301	0,301	0,307 ± 0,000
80	0,473	0,474	0,474	0,474 ± 0,001
120	0,687	0,687	0,688	0,687 ± 0,001
160	0,814	0,814	0,815	0,814 ± 0,001



Gambar 1 Kurva Standar Asam Galat

Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel 4.5, nilai absorbansi yang diperoleh dari reaksi antara asam galat dan reagen folin-ciocalteu pada konsentrasi 20 ppm atau lebih rendah tercatat sebesar 0,201, 0,202, dan 0,203. Sementara itu, ketika konsentrasi mencapai 40 bagian per juta (ppm), pembacaan absorbansi tercatat secara konsisten sebesar 0,301. Hasil percobaan menunjukkan bahwa pada konsentrasi 80 bagian per juta (ppm), hasil yang diamati adalah 0,473, 0,474, dan 0,474. Pada taraf konsentrasi 120 part per million (ppm), diperoleh hasil 0,687, 0,687, dan 0,688. Hasil percobaan menunjukkan bahwa konsentrasi 160 bagian per juta (ppm) secara konsisten menghasilkan nilai 0,814, 0,814, dan 0,815. Pembuatan kurva standar asam galat dengan menggunakan aplikasi Microsoft Excel menggunakan persamaan kurva linier ($y=0,0045x+0,1208$), selanjutnya

dilakukan pengukuran absorbansi pada panjang gelombang 765 nm. Berdasarkan hasil analisis kurva standar asam galat, persamaan regresi diturunkan untuk menetapkan hubungan antara konsentrasi (x) dan nilai absorbansi (y) yang sesuai dari larutan referensi asam galat. Persamaan yang diperoleh adalah $y = 0,0045x + 0,1208$, dengan nilai R2 sebesar 0,9944. Kedekatan nilai R2 dengan 1 menunjukkan tingkat linearitas yang tinggi, menunjukkan hubungan yang kuat antara absorbansi dan konsentrasi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat diambil kesimpulan yaitu: Fermentasi bakteri asam laktat tidak mempengaruhi skrining fitokimia buah pandan laut. Fermentasi bakteri asam laktat meningkatkan kandungan fenolik total buah pandan laut dengan kenaikan sebesar 1,5 kali lipat (tanpa BAL 2,111 mg GAE/g; dengan BAL 3,119 mg GAE/g).

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Bapak apt. Septiana Indratmoko, M.Sc, Ibu apt. Nikmah Nuur Rochmah, M.Farm, Bapak Lulu Setiyabudi, M.Si, dan Ibu Apt. Mika Tri Kumala Swandari, M.Sc atas bimbingan dan arahannya yang sangat berharga, yang sangat membantu penyelesaian tesis ini tepat waktu.

DAFTAR PUSTAKA

1. D. S. Ningsih, H. Henri, O. Roanisca, and R. Gus Mahardika, "Skrining Fitokimia dan Penetapan Kandungan Total Fenolik Ekstrak Daun Tumbuhan Sapu-Sapu (*Baekkea frutescens* L.)," *Biotropika J. Trop. Biol.*, vol. 8, no. 3, pp. 178–185, 2020, doi: 10.21776/ub.biotropika.2020.008.03.06.
2. A. O. T. Dewi, N. W. N. Hidayah, and A. N. Aviv, "PENETAPAN KADAR VITAMIN C PADA EKSTRAK DAUN PEPAYA (*Carica papaya* L.) MUDA DAN TUA DENGAN METODE SPEKTROFOTOMETRI UV-VIS," *J. Farm.*, vol. 4, no. 1, pp. 30–35, Jun. 2020.
3. N. Indrawati, *Bawang Dayak Si Umbi Ajaib Penakluk Aneka Penyakit*. Jakarta: PT. Agromedia Pustaka, 2013.
4. A. Rustamsyah, S. Nuraeni, F. M. Fadhlillah, M. Kusmiyati, and D. Sujana, "REVIEW: STUDI ETNOBOTANI FARMAKOLOGI DAN FITOKIMIA PANDANUS TECTORIUS DI INDONESIA," vol. 5, no. November, pp. 192–202, 2022, doi: 10.36387/jifi.v5i2.1080.
5. S. Puspasari, N. Nurhamidah, and H. Amir, "UJI SITOTOKSIK DAN AKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK DAUN PANDAN LAUT (*Pandanus Odorifer*) TERHADAP

- BAKTERI *Staphylococcus aureus*,” *Alotrop*, vol. 4, no. 1, pp. 42–50, 2020, doi: 10.33369/atp.v4i1.13708.
6. I. K. Budha Astawa, N. M. Wartini, and I. W. G. Sedana Yoga, “PERUBAHAN KARAKTERISTIK BUBUK BUAH PANDAN (*Pandanus tectorius*) SELAMA PENYIMPANAN PADA PERLAKUAN JENIS KEMASAN DAN SUHU PENYIMPANAN,” *J. Rekayasa Dan Manaj. Agroindustri*, vol. 7, no. 2, p. 254, 2019, doi: 10.24843/jrma.2019.v07.i02.p09.
 7. P. Rasgita, “Analisis Kadar Senyawa Fenolik Total dan Flavonoid Total Ekstrak Etanol Kulit Buah Jeruk Sambal (*Citrus microcarpa* Bunge) Menggunakan Metode Spektrofotometri UV – Vis,” Universitas Al-Ghifari Bandung, 2019.
 8. J. P. Singh *et al.*, “In vitro antioxidant and antimicrobial properties of jambolan (*Syzygium cumini*) fruit polyphenols,” *LWT - Food Sci. Technol.*, vol. 65, pp. 1025–1030, 2016, doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.09.038>.
 9. F. Shahidi and P. Ambigaipalan, “Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects – A review,” *J. Funct. Foods*, vol. 18, pp. 820–897, 2015, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.06.018>.
 10. I. Fajriaty, H. Ih, and R. Setyaningrum, “Skrining fitokimia dan analisis kromatografi lapis tipis dari ekstrak etanol daun bintangur (*Calophyllum soulattri* Burm. F.),” *J. Pendidik. Inform. dan Sains*, vol. 7, no. 1, pp. 54–67, 2018.
 11. D. F. Alhabsyi, E. Suryanto, and D. S. Wewengkang, “Aktivitas Antioksidan dan Tabir Surya Pada Ekstrak Kulit Buah Pisang Goroho (*Musa Acuminata* L.),” *Pharmakon*, vol. 3, no. 2, pp. 107–114, 2014.
 12. F. Nurzaman, J. Djajadisastra, and B. Elya, “Identifikasi Kandungan Saponin dalam Ekstrak Kamboja Merah (*Plumeria rubra* L.) dan Daya Surfaktan dalam Sediaan Kosmetik,” *J. Kefarmasian Indones.*, vol. 8, no. 2, pp. 85–93, 2018, doi: 10.22435/jki.v8i2.325.
 13. Suprihatin, *Teknologi Fermentasi*. Surabaya: UNESA University Press, 2010.
 14. U. Kunaepah, “Pengaruh Lama Fermentasi dan Konsentrasi Glukosa terhadap Aktivitas Antibakteri, Polifenol Total dan Mutu Kimia Kefir Susu Kacang Merah,” Universitas Diponegoro Semarang, 2008.