

PENGARUH FERMENTASI *Lactobacillus casei* FINCC0090 DAN *Saccharomyces cerevisiae* PADA KULIT NANAS LOKAL (*Ananas comosus* (L.) MERR) TERHADAP AKTIVITAS ANTIOKSIDAN (KOMPARASI EKSTRAK METANOL DAN ETANOL)

S Hartini

Program Studi Kimia, FSM, Universitas Kristen Satya Wacana
P. Diponegoro 52-60, Salatiga 50711

*Email: sri.hartini@uksw.edu

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah menentukan kandungan polifenol dan aktivitas antioksidan pada kulit nanas (*A.comosus* (L.) Merr) lokal yang difermentasi selama 72 jam oleh bakteri *L. casei* dan *Saccharomyces cerevisiae*. Parameter uji yang digunakan yaitu, kadar fenolik total (KFT), aktivitas antioksidan, dan Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan fenolik total dari hasil fermentasi kulit nanas (*A. comosus* L. Merr.) lokal oleh khamir *S. cerevisiae* pada ekstrak metanol dan etanol berturut – turut sebesar $14,2 \pm 1,13$ mgGAE/g dan $14,4 \pm 1,22$ mgGAE/g. Aktivitas antioksidan dari hasil fermentasi kulit nanas (*A. comosus* L. Merr.) lokal oleh khamir *S. cerevisiae* pada ekstrak metanol dan etanol berturut – turut sebesar $15,8 \pm 1,18$ %/50 mg/kg antioksidan dan $31,6 \pm 1,07$ %/50 mg/kg antioksidan. Kandungan asam galat, katekin, EGCG dari hasil fermentasi kulit nanas lokal oleh khamir *S. cerevisiae* berturut – turut sebesar 141 mg/100 gram, 246 mg/100 gram, dan 51,7 mg/100 gram. Sedangkan kadar fenolik total masing – masing pada ekstrak metanol dan etanol kulit nanas lokal yang difermentasi oleh *L.casei* berturut-turut sebesar $15,4 \pm 1,35$ mgGAE/gram sampel dan $6,65 \pm 1,45$ mgGAE/gram sampel. Kandungan asam galat, katekin, dan EGCG dari hasil fermentasi kulit nanas lokal oleh *L.casei* berturut-turut 168 mg/100 gram, 170 mg/100 gram, dan 39,5 mg/100 gram. Sedangkan aktivitas antioksidan masing – masing pada ekstrak metanol dan etanol kulit nanas lokal yang difermentasi oleh *L.casei* berturut-turut sebesar $30,1 \pm 1,03$ % per 50 mg/kg antioksidan dan $74,0 \pm 1,09$ % per 50 mg/kg antioksidan.

Kata kunci: aktivitas antioksidan, fermentasi, polifenol, metanol, etanol

PENDAHULUAN

Produksi buah nanas di Indonesia dapat mencapai 1,39 juta ton per tahunnya (Tim PRMN 03, 2021). Namun demikian, masih banyak limbah dari hasil produksi tersebut yang belum dimanfaatkan. Limbah nanas sendiri mencapai 75 – 85% sedangkan bagian kulitnya bisa mendekati nilai 30 – 35% (Susi dkk., 2018). Padahal, kulit nanas masih memiliki berbagai macam potensi yang dapat dimanfaatkan. Menurut Ibrahim dkk. (2016), kulit nanas dapat digunakan sebagai bahan pembuatan pakan ternak, juga berpotensi menjadi bioetanol (Syauqi dan Siti, 2020), cuka (Tanamool *et al.*, 2020) a potential newly isolated thermotolerant acetic acid bacteria (TH-AAB, teh (Universitas Islam Indonesia, 2017), dan sinbiotik (B. Akter and Rabeta, 2021; Suharyono dkk., 2020). Salah satu potensi penting lainnya dari kulit nanas adalah pemanfaatannya sebagai sumber antioksidan (Ali *et al.*, 2020).

Antioksidan merupakan senyawa yang berfungsi untuk menangkap senyawa – senyawa radikal oksidan seperti *Reactive Oxygen Species* (ROS), *Reactive Nitrogen Species* (RNS), dan *Reactive Sulfur Species* (RSS). Antioksidan sangat bermanfaat untuk mencegah terjadinya stres oksidatif yang disebabkan oleh senyawa radikal oksidan.

Antioksidan yang dikandung oleh kulit nanas yaitu vitamin A dan C, karotenoid, flavonoid, tannin, alkaloid, kalsium, fosfor, magnesium, besi, natrium, dan enzim bromelin (Ibrahim dkk., 2016; Selasa, 2017).

Berbagai penelitian seperti yang dilakukan oleh Curiel *et al.* (2015), Hur *et al.* (2014), Verni *et al.* (2019), dan penelitian – penelitian lainnya membuktikan bahwa proses fermentasi dapat berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan di dalam sel. Hal ini menunjukkan bahwa proses fermentasi juga memiliki potensi untuk meningkatkan aktivitas antioksidan dari kulit nanas. Namun demikian, belum banyak penelitian yang berfokus pada pengaruh fermentasi tersebut terhadap aktivitas antioksidan yang dihasilkan. Uraian di atas menunjukkan perlunya lebih banyak penelitian mengenai efek dari proses fermentasi terhadap jumlah dan aktivitas antioksidan pada kulit nanas. Pada penelitian ini, ditentukan efek fermentasi oleh biakan khamir *S. Cerevisiae* dan *L. casei* terhadap produksi serta aktivitas antioksidan yang dihasilkan dengan pengekstrak metanol dan etanol.

METODE

Persiapan Sampel dan Fermentasi

Kulit nanas (*A. comosus* L. Merr.) lokal diperoleh dari pasar kota Salatiga. Kulit nanas 3000 gram ditambah air kemudian diblender untuk memperoleh ekstrak air dari sampel. Persiapan biakan dilakukan dengan meremajakan khamir *S. cerevisiae* dan *L. casei*. Setelah itu, 250 mL ekstrak air kulit nanas dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer dan disterilisasi menggunakan otoklaf (121°C; 1,5 atm) selama 15 menit. Ekstrak yang telah disterilisasi kemudian didinginkan hingga suhu ruang. Kemudian, biakan ditambahkan ke dalam ekstrak dan diinkubasi selama 48 jam (25°C) untuk memperoleh *starter*.

Fermentasi (Tanamool *et al.*, 2021, dimodi ikasi)

Kulit nanas 100 gram dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer dan disterilisasi dengan otoklaf (121°C; 1,5 atm) selama 15 menit. Sampel padat yang telah disterilisasi kemudian didinginkan hingga suhu ruang. Starter yang telah disiapkan kemudian ditambahkan ke dalam sampel dan diinkubasi selama 72 jam (25°C) untuk memperoleh sampel yang telah difermentasi. Setelah itu, sampel dikeringkan di dalam *drying cabinet* pada suhu 60°C selama 24 jam. Kemudian, sampel kering dihaluskan untuk mendapatkan bulir kulit nanas kering yang telah difermentasi. Bulir tersebut disimpan di dalam botol sampel untuk tahap ekstraksi.

Ekstraksi Metanol dan Etanol (Tanamool *et al.*, 2021, dimodi ikasi)

Bulir kulit nanas kering yang telah difermentasi diekstraksi dengan menggunakan 100 mL metanol dengan teknik maserasi selama 3 jam pada suhu 50°C. Kemudian ekstrak yang diperoleh dievaporasi pada suhu 60°C dengan menggunakan *rotary evaporator* untuk memperoleh ekstrak pekat. Setelah itu, ekstrak disimpan untuk analisis lebih lanjut. Metode ekstraksi kemudian diulang dengan mengganti metanol menjadi etanol.

Analisis Kandungan Fenolik Total (KFT) (Tanamool *et al.*, 2021, dimodifikasi)

Nilai KFT dari ekstrak kulit nanas (*A. comosus* L. Merr.) terfermentasi dianalisis dengan metode Folin-Ciocalteu. Sebanyak 0,5 mL ekstrak dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan 5,5 mL air. Lalu, 1 mL reagen Folin-Ciocalteu ditambahkan ke dalam sampel ekstrak dan campuran tersebut diinkubasi selama 8 menit. Setelah itu, sebanyak 3 mL larutan Na_2CO_3 10% ditambahkan ke dalam sampel dan dicampur dengan menggunakan *vortex*. Kemudian, campuran tersebut diinkubasi selama 2 jam pada suhu ruang. Absorbansi sampel diukur dengan menggunakan Spektrofotometer UV – Vis pada $\lambda = 768 \text{ nm}$.

Uji Aktivitas Antioksidan (Jothy *et al.*, 2011) dimodifikasi

Campuran larutan DPPH 0,2 mM sebanyak 6 mL disiapkan sebagai kontrol positif di dalam tabung reaksi dan sebanyak 0,2 mL sampel ekstrak metanol/etanol ditambahkan ke dalam 6 mL DPPH serta dihomogenkan dengan menggunakan *vortex*. Selanjutnya pengukuran dilakukan pada panjang gelombang 518,5 nm dengan Spektrofotometer UV-Vis.

Aktivitas antioksidan dari ekstrak kulit nanas (*A. comosus* L. Merr.) terfermentasi dianalisis dengan metode DPPH. Sebanyak 0,2 mL ekstrak sampel dicampur dengan 10 mL DPPH 0,2 mM dan diinkubasi selama 30 menit pada suhu ruang. Selain itu, disiapkan juga kontrol dengan cara mencampurkan 10 mL DPPH 0,2 mM dengan 0,2 mL etanol. Inhibisi DPPH diukur dengan menggunakan Spektrofotometer UV – Vis pada $\lambda = 518,5 \text{ nm}$.

Analisis KCKT (Kromatografi Cair Kinerja Tinggi) (Martono dan Martono, 2012)

Komposisi dari ekstrak kulit nanas (*A. comosus* L. Merr.) terfermentasi dianalisis dengan menggunakan KCKT. Senyawa yang dianalisis yaitu asam galat, katekin, dan epigalokatekin galat. Fase gerak yang digunakan pada KCKT adalah $\text{H}_3\text{PO}_4 : \text{H}_2\text{O} : \text{asetonitril} : \text{metanol}$ (14 : 7 : 3 : 1). Sampel ekstrak diencerkan sebanyak 10 kali dengan menggunakan metanol. Sampel diinjeksikan ke dalam KCKT dan dianalisis dengan menggunakan KCKT pada $\lambda = 280 \text{ nm}$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen Ekstraksi Kulit Nanas

Rendemen ekstrak pekat kulit nanas kering terfermentasi dan kontrol berturut – turut diperoleh sebanyak $29,2 \pm 6,41 \%$ dan $35,6 \pm 8,58 \%$ dengan menggunakan pelarut metanol. Sedangkan rendemen ekstrak pekat kulit nanas terfermentasi dan kontrol yang diperoleh menggunakan pelarut etanol berturut – turut sebanyak $46,3 \pm 3,60 \%$ dan $26,2 \pm 3,13 \%$ (Tabel 1).

Tabel 1. Rendemen Ekstraksi Kulit Nanas Kering Terfermentasi dan Kontrol dengan Pelarut Metanol dan Etanol

Mikroba	Ekstrak	Perlakuan	
		Kontrol	Fermentasi
<i>S. cerevisiae</i>	Metanol	38,5 ± 9,26 ^{aa}	30,2 ± 6,63 ^{bb}
	Etanol	28,3 ± 3,38 ^{bb}	47,9 ± 3,73 ^{aa}
<i>L. casei</i>	Metanol	30,7 ± 1,24 ^{ba}	35,5 ± 1,26 ^{ab}
	Etanol	26,1 ± 1,13 ^{aa}	53,2 ± 1,17 ^{bb}

Keterangan:

Semua nilai dinyatakan dalam rata – rata ± SE

Angka-angka yang diikuti dengan huruf berbeda menunjukkan antar perlakuan berbeda nyata ($p < 0,05$), sedangkan angka-angka yang diikuti huruf sama menunjukkan antar perlakuan tidak berbeda nyata ($p > 0,05$). Komparasi ekstrak hanya pada tingkat mikroba.

Berdasarkan hasil tersebut dapat ditentukan bahwa terdapat perbedaan yang sangat signifikan pada rendemen yang diperoleh antara hasil ekstrak kulit nanas yang terfermentasi dengan *S. cerevisiae* dan kulit nanas yang tidak terfermentasi. Selain itu, diperoleh juga bahwa pemilihan pelarut dan proses fermentasi dapat berpengaruh terhadap hasil ekstraksi. Hasil penelitian ini serupa dengan penelitian Padmawati dkk. (2020) yang menunjukkan bahwa pemilihan pelarut dapat berpengaruh terhadap rendemen ekstraksi yang diperoleh. Berdasarkan hasil pada penelitian ini, rendemen tertinggi diperoleh pada ekstraksi dengan menggunakan etanol pada kulit nanas (*A. comosus* L. Merr.) yang telah difermentasi dengan menggunakan khamir *S. cerevisiae*.

Berdasarkan Tabel 1, perbedaan jenis pelarut dan biakan memberikan pengaruh yang nyata. Hasil ekstraksi tertinggi terdapat pada sampel yang telah difermentasi oleh *L. casei* dan diekstrak dengan pelarut etanol, yaitu sebesar 53,2 ± 1,17 %b/b. Hasil ekstraksi dipengaruhi oleh penggunaan jenis pelarut terhadap senyawa-senyawa yang memiliki kelarutan yang tinggi. Tingginya jumlah ekstrak etanol pada sampel yang difermentasi *L. casei* menunjukkan bahwa produk-produk yang telah difermentasi oleh *L. casei* memiliki kelarutan yang tinggi di dalam etanol. Hasil tersebut selaras dengan penelitian Rifai dkk. (2018) mengenai pengaruh jenis pelarut menyatakan bahwa pelarut etanol menghasilkan rendemen ekstrak yang lebih tinggi dari metanol. Hal tersebut disebabkan produk asam laktat yang dihasilkan oleh *L. casei* selama proses fermentasi (Wadhwa *et al*, 2015).

Kandungan Fenolik Total

Kandungan antioksidan di dalam ekstrak kulit nanas ditentukan berdasarkan kandungan fenolik total (KFT) dengan menggunakan metode Folin-Ciocalteu dan dinyatakan dalam mgGAE/gram sampel (Salasa, 2017). Nilai KFT yang terdapat di dalam

ekstrak kulit nanas (*A. comosus* L. Merr.) lokal setelah fermentasi dan tanpa fermentasi berkisar antara $4,95 \pm 1,79$ mgGAE/g hingga $14,4 \pm 1,22$ mgGAE/g (Tabel 2).

Tabel 2. Kandungan Fenolik Total pada Ekstraksi Kulit Nanas (*A. comosus* L.Merr)

Mikroba	Kandungan Fenolik Total (mgGAE/g)		
	Ekstrak	Kontrol	Fermentasi
<i>S. cerevisiae</i>	Metanol	$12,7 \pm 1,26^{aa}$	$14,2 \pm 1,13^{aa}$
	Etanol	$4,95 \pm 1,79^{bb}$	$14,4 \pm 1,22^{ba}$
<i>L. casei</i>	Metanol	$10,9 \pm 1,13^{ba}$	$15,4 \pm 1,35^{bb}$
	Etanol	$3,99 \pm 1,72^{aa}$	$6,65 \pm 1,45^{aa}$

Keterangan:

Semua nilai dinyatakan dalam rata – rata $\pm$ SE

Angka-angka yang diikuti dengan huruf berbeda menunjukkan antar perlakuan berbeda nyata ($p < 0,05$), sedangkan angka-angka yang diikuti huruf sama menunjukkan antar perlakuan tidak berbeda nyata ($p > 0,05$). Satuan GAE = Ekuivalen asam galat. Komparasi ekstrak hanya pada tingkat mikroba.

Berdasarkan hasil tersebut dapat ditentukan bahwa terdapat perbedaan yang sangat signifikan ($p < 0,05$) pada kandungan fenolik total di dalam sampel. Hal ini menunjukkan bahwa pelarut yang digunakan dapat mempengaruhi banyaknya antioksidan yang dapat diekstrak dari sampel. Selain itu, hasil tersebut juga menunjukkan adanya pengaruh dari fermentasi oleh jamur *S. cerevisiae* terhadap banyaknya kandungan fenolik total yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan adanya perubahan pada komposisi fenolik yang terdapat di dalam ekstrak kulit nanas setelah difermentasi dengan jamur *S. cerevisiae*. Perbedaan komposisi fenolik tersebut menyebabkan adanya perbedaan pada kelarutan sampel di dalam pelarut etanol dan metanol.

Berdasarkan pada Tabel 2, perbedaan jenis pelarut memberikan pengaruh yang nyata. Nilai kadar total fenolik tertinggi terdapat pada sampel yang difermentasi dan diekstraksi dengan pelarut metanol, yaitu sebesar $15,4 \pm 1,35$ mgGAE/gram sampel. Hasil penelitian ini mendukung penelitian Koch *et al.* (2020) mengenai peran pelarut dalam ekstraksi senyawa fenolik. Ekstraksi dengan pelarut metanol secara maserasi menghasilkan kadar fenolik yang lebih tinggi daripada ekstraksi dengan pelarut etanol.

Aktivitas Antioksidan

Aktivitas antioksidan ditentukan melalui kemampuan 50 ppm antioksidan untuk menghambat DPPH (Curiel *et al.*, 2017). Nilai % inhibisi yang diperoleh pada konsentrasi antioksidan 50 mg/kg di dalam ekstrak kulit nanas (*A. comosus* L. Merr.) yang telah difermentasi dan tanpa fermentasi berkisar antara $15,8 \pm 1,18$ % hingga $87,8 \pm 9,23$ % (Tabel 3).

Tabel 3. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kulit Nanas Terfermentasi dan Kontrol dengan Pelarut Metanol dan Etanol

Mikroba	Ekstrak	Kontrol	Fermentasi
<i>S. cerevisiae</i>	Metanol	42,3 ± 41,10 ^{ab}	15,8 ± 1,18 ^{bb}
	Etanol	81,6 ± 1,11 ^{aa}	31,6 ± 1,07 ^{ba}
<i>L. casei</i>	Metanol	45,6 ± 1,10 ^{ab}	30,1 ± 1,03 ^{aa}
	Etanol	83,0 ± 1,04 ^{bb}	74,0 ± 1,09 ^{ba}

Keterangan:

Semua nilai dinyatakan dalam rata – rata ± SE

Angka-angka yang diikuti dengan huruf tidak sama menunjukkan antar perlakuan berbeda nyata ($p < 0,05$), sedangkan angka-angka yang diikuti huruf sama menunjukkan antar perlakuan tidak berbeda nyata ($p > 0,05$). Komparasi ekstrak hanya pada tingkat mikroba

Berdasarkan hasil dari Tabel 3 dapat ditentukan bahwa aktivitas antioksidan pada ekstrak kulit nanas dengan dan tanpa fermentasi sangat berbeda nyata ($p < 0,05$). Aktivitas antioksidan pada hasil fermentasi dengan menggunakan *S. cerevisiae* lebih rendah daripada kontrol. Hasil ini sesuai dengan hasil yang diperoleh pada penelitian Leliqia. dkk. (2014) yang menunjukkan bahwa waktu fermentasi dapat berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan. Berdasarkan hasil yang diperoleh pada penelitian tersebut juga terbukti bahwa fermentasi dapat meningkatkan aktivitas antioksidan yang terdapat di dalam suatu sampel jika fermentasi dilakukan dengan waktu yang optimum. Ketika fermentasi telah melewati waktu optimum, maka aktivitas antioksidan yang terdapat di dalam sampel akan menurun secara signifikan (Hur *et al.*, 2014). Pengaruh fermentasi tersebut juga sesuai dengan penelitian Hapsari dkk. (2021) yang menunjukkan bahwa kandungan fenolik total dan aktivitas antioksidan dapat meningkat seiring dengan waktu fermentasi (Verni *et al.*, 2019). Waktu fermentasi yang terlalu lama akan menyebabkan terjadinya *Diauxic Shift* disertai dengan terjadinya respirasi dengan menggunakan etanol dan peningkatan senyawa ROS (de Smith, 2012; Galdieri *et al.*, 2010)

Peningkatan pada kandungan ROS akan menyebabkan terjadinya stres oksidatif dan menurunkan kemampuan antioksidan (Sinha and Elah, 2021). Hal ini ditunjukkan oleh pola perkembangan khamir yang mulai melambat (Redza-Dutordoir and Diana, 2016)

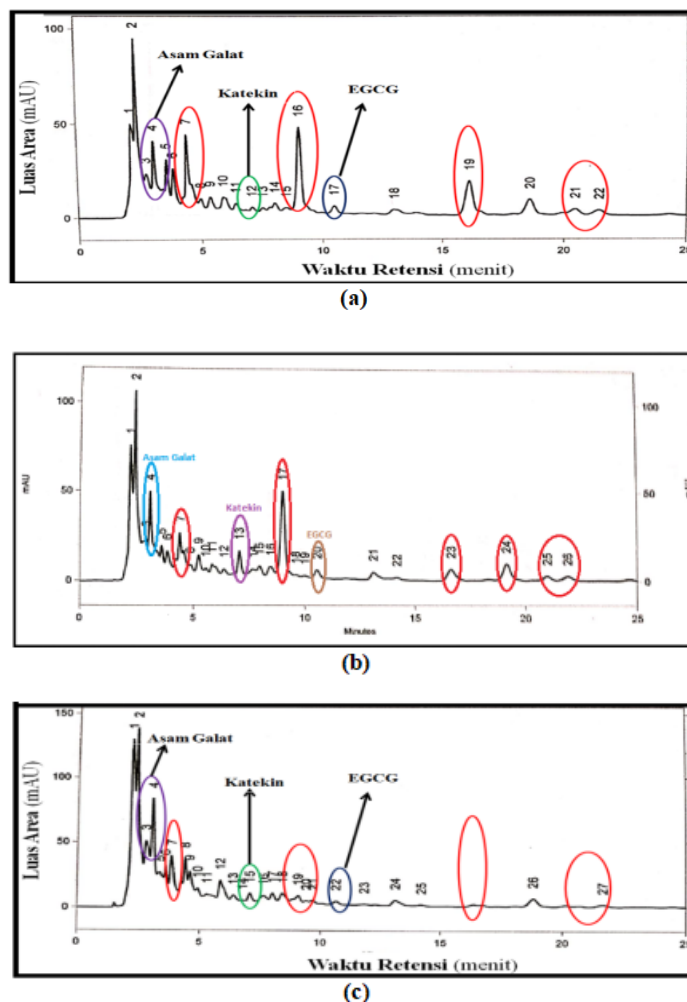
Berdasarkan hasil tersebut, perbedaan antar pelarut maupun antar biakan memberikan pengaruh yang nyata. Ekstrak etanol kulit nanas yang tidak difermentasi memiliki nilai aktivitas antioksidan tertinggi, yaitu sebesar $83,0 \pm 1,04\%$ per 50 mg/kg Antioksidan.

Sampel yang telah difermentasi selama 72 jam dengan *L. casei* memiliki aktivitas antioksidan lebih rendah dibandingkan sampel yang tidak difermentasi. Hasil penelitian Suharyono dkk. (2012) (tentang pertumbuhan *L. casei* pada berbagai lama fermentasi minuman sinbiotik) menjelaskan bahwa waktu fermentasi yang terlalu lama menyebabkan

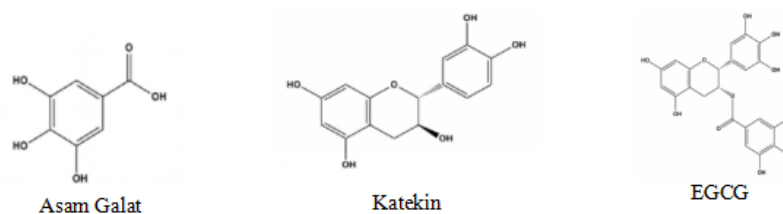
L. casei berada pada fase kematiannya dan pada fase tersebut jumlah senyawa bioaktif termasuk antioksidan akan berkurang.

Analisis KCKT (Kromatogra i Cair Kinerja Tinggi)

Hasil analisa kromatogram KCKT disajikan pada Gambar 1. Sedangkan Gambar 2 merupakan struktur kimia dari beberapa senyawa polifenol sederhana yang teridentifikasi di dalam sampel, yaitu asam galat, katekin, dan EGCG. Hasil analisa kuantitatif senyawa – senyawa polifenol sederhana tersebut disajikan pada Tabel 4. Berdasarkan hasil tersebut, dapat diamati bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada komposisi antioksidan yang terdapat pada kulit nanas setelah dan sebelum fermentasi. Hal ini dikarenakan adanya reaksi yang terjadi karena fermentasi. Pernyataan ini sesuai dengan penelitian Leliqia *et al.* (2014) emergence, and prominence of diseases and ailments have led to conscious and deliberate consumption of health beneficial foods. Whole grain (WG) yang menyatakan bahwa fermentasi dapat memecah senyawa polifenol menjadi senyawa fenolik yang lebih sederhana seperti asam galat dan katekin.



Gambar 1. Kromatogram ekstrak kulit nanas lokal (a) Kontrol, (b) fermentasi oleh *S. cerevisiae* dan (c) fermentasi oleh *L. casei*



Gambar 2. Struktur Komponen Antioksidan (Sato and Masaru, 2009)

Tabel 4 menunjukkan setelah fermentasi berlangsung selama 72 jam, terjadi perbedaan yang nyata pada kandungan senyawa fenolik yang terdapat pada kulit nanas yang difermentasi dan yang tidak difermentasi. Hal ini sesuai dengan penelitian Adebo and Ilce (2020) emergence, and prominence of diseases and ailments have led to conscious and deliberate consumption of health beneficial foods. Whole grain (WG) mengenai pengaruh fermentasi terhadap senyawa fenolik, yaitu pada proses fermentasi terjadi reaksi penguraian pada senyawa polifenol kompleks menjadi senyawa-senyawa fenolik sederhana, yaitu asam galat, katekin, dan EGCG. Pada penelitian Huang *et al.* (2019) mengenai pengaruh fermentasi dengan menggunakan bakteri asam laktat terhadap senyawa antioksidan juga menjelaskan bahwa penguraian senyawa kompleks tersebut disebabkan oleh aktivitas *L. casei* yang melepaskan enzim esterase yang merupakan kelompok enzim hidrolase yang dapat menghidrolisis senyawa polifenol kompleks.

Tabel 4. Hasil Analisa kuantitatif KCKT

Perlakuan	Kandungan (mg/100 gram)		
	Asam Galat	Katekin	EGCG
Kontrol	97,9 (a)	69,6 (a)	29,9 (a)
<i>S. cerevisiae</i>	141 (b)	246 (b)	51,7 (b)
<i>L. casei</i>	168 (b)	170 (b)	39,5 (b)

Keterangan:

Angka-angka yang diikuti dengan huruf berbeda menunjukkan antar perlakuan berbeda nyata ($p < 0,05$), sedangkan angka-angka yang diikuti huruf sama menunjukkan antar perlakuan tidak berbeda nyata ($p > 0,05$).

KESIMPULAN

Kandungan fenolik total dari hasil fermentasi kulit nanas (*A. comosus* L. Merr.) lokal oleh khamir *S. cerevisiae* pada ekstrak metanol dan etanol berturut – turut sebesar $14,2 \pm 1,13$ mgGAE/g dan $14,4 \pm 1,22$ mgGAE/g. Aktivitas antioksidan dari hasil fermentasi kulit nanas (*A. comosus* L. Merr.) lokal oleh khamir *S. cerevisiae* pada ekstrak metanol dan etanol berturut – turut sebesar $15,8 \pm 1,18$ %/50 mg/kg antioksidan dan $31,6 \pm 1,07$ %/50

mg/kg antioksidan. Kandungan asam galat, katekin, EGCG dari hasil fermentasi kulit nanas (*A. comosus* L. Merr.) lokal oleh khamir *S. cerevisiae* berturut – turut sebesar 141 mg/100 gram, 246 mg/100 gram, dan 51,7 mg/100 gram. Sedangkan kadar fenolik total masing – masing pada ekstrak metanol dan etanol kulit nanas lokal yang difermentasi oleh *L. casei* berturut-turut sebesar $15,4 \pm 1,35$ mgGAE/gram sampel dan $6,65 \pm 1,45$ mgGAE/gram sampel. Kandungan asam galat, katekin, dan EGCG dari hasil fermentasi kulit nanas (*A. comosus* (L.) Merr) lokal oleh *L. casei* berturut-turut 168 mg/100 gram, 170 mg/100 gram, dan 39,5 mg/100 gram. Sedangkan aktivitas antioksidan masing – masing pada ekstrak metanol dan etanol kulit nanas lokal yang difermentasi oleh *L. casei* berturut-turut sebesar $30,1 \pm 1,03\%$ per 50 mg/kg antioksidan dan $74,0 \pm 1,09\%$ per 50 mg/kg antioksidan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Fakultas Sains dan Matematika Universitas Kristen Satya Wacana atas dukungan pendanaan pada penelitian ini, juga kepada Giovanni Robert dan Arvino Rudi Junior yang telah membantu saat pelaksanaan penelitian di Laboratorium Kimia.

DAFTAR PUSTAKA

- Adebo O. A. and Ilce G. M., 2020. Impact of Fermentation on The Phenolic Compounds and Antioxidant Activity of Whole Cereal Grains: A Mini Review. *Molecules*, vol. 25, no. 4, pp. 1–19. doi: 10.3390/molecules25040927.
- Ali, S. S., Haseeb A., Mohammad. K. Z., Tooba S. and Fahim H. K., 2020 Understanding Oxidants and Antioxidants: Classical Team with New Players. *Journal of Food Biochemistry*, vol. 44, no. 3. Blackwell Publishing Ltd, Mar. 01, 2020, doi: 10.1111/jfbc.13145.
- Curiel, J. A., Daniel P., Barbara M., Pasquale F., Giovannni A. F., Marco G and Carlo G. R., 2015 ., “Lactic acid fermentation as a tool to enhance the antioxidant properties of Myrtus communis berries,” *Microb. Cell Fact.*, vol. 14, no. 1, pp. 1–10.
- de Smidt, O., James C. du P., and Jacobus A., 2012. Molecular and Physiological Aspects of Alcohol Dehydrogenases in the Ethanol Metabolism of *Saccharomyces cerevisiae*. *FEMS Yeast Res.*, vol. 12, no. 1, pp. 33–47, 2012, doi: 10.1111/j.1567-1364.2011.00760.x.
- Galdieri, L., Swati M., Sean Y. and Ales V., 2010. Transcriptional Regulation in Yeast During Diauxic Shift and Stationary Phase. *OMICS*, vol. 14, no. 6, pp. 629–638. doi: 10.1089/OMI.2010.0069.
- Huang, Y., Haoyu W. and Chuanhe Z., 2019. Effect of Lactic Acid Bacteria Fermentation on Antioxidation and Bioactivity of Hawthorn Pulp. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 267(6). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/267/6/062056>
- Hur, S. J., Seung Y. L., Young-Chan K., Inwook C. and Geun-Bae K., 2014. Effect of Fermentation on The Antioxidant Activity in Plant-based Foods. *Food Chemistry*, vol. 160. Elsevier Ltd, pp. 346–356. doi: 10.1016/j.foodchem.2014.03.112.
- Jothy, S. L., Z. Zuraini and S. Sasidharan, 2011). Phytochemicals screening, DPPH free radical scavenging and xanthine oxidase inhibitory activities of Cassia fistula seeds extract. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(10), 1941–1947.
- Leliqia, N.P.E, Susanti N. M. P., Chanjaya, C. ,2014. Pengaruh Lama Terhadap Aktivitas Antioksidan Minuman Kombucha Lokal di Bali Dengan Substrat Produk Gambir. *J. Farm. Udayana*, vol. 3, no. 1, pp. 0–3, [Online]. Available: <https://ojs.unud.ac.id/index.php/jfu/article/view/13122>.
- Padmawati, I. A. G., I. Ketut S. dan Ni Made I. H. A., 2020. Pengaruh Jenis Pelarut Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Eceng Padi (*Monochoria vaginalis* Burm

- F. C. Presel.). *J. Ilmu dan Teknol. Pangan*, vol. 9, no. 1, p. 81, 2020, doi: 10.24843/itepa.2020.v09.i01.p10.
- Redza-Dutordoir, M. and Diana A. A., 2016. Activation of Apoptosis Signalling Pathways by Reactive Oxygen Species. *Biochim. Biophys. Acta - Mol. Cell Res.*, vol. 1863, no. 12, pp. 2977–2992. doi: 10.1016/j.bbamcr.2016.09.012.
- Rifai, G., Rai W. dan Komang A.N., 2018. Pengaruh Jenis Pelarut Dan Rasio Bahan Dengan Pelarut Terhadap Kandungan Senyawa Fenolik Dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Biji Alpukat (*Persea americana* Mill.). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 7(2), 22. <https://doi.org/10.24843/itepa.2018.v07.i02.p03>
- Sato, K., & Masaru T., 2009. Depigmenting effect of catechins. *Molecules*, 14(11), 4425–4432. <https://doi.org/10.3390/molecules14114425>
- Sinha, A. and Elah P., 2021. Fluorescence Detection of Increased Reactive Oxygen Species Levels in *Saccharomyces* at the Diauxic Shift. *Methods Mol. Biol.*, vol. 2202, pp. 81–91. doi: 10.1007/978-1-0716-0896-8_7.
- Suharyono, S., Samsul R., Fibra N. dan Muhammad K., 2012. Pertumbuhan *L. Casei* pada Berbagai Lama Fermentasi Minuman Sinbiotik dari Ekstrak Cincau Hijau (*Premna oblongifolia* Merr). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 5(2), 117–128.
- Wadhwa, M., Bakshi, M. P. S., & Makkar, H. P. S. (2015). Wastes to worth: Value added products from fruit and vegetable wastes. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, 10(March 2016). <https://doi.org/10.1079/PAVSNNR201510043>