

**PENGARUH FERMENTASI BAKTERI ASAM LAKTAT TERHADAP AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN KADAR ANTOSIANIN BUAH DUWET (*Syzygium cumini*)**

**[EFFECT OF LACTIC ACID FERMENTATION TOWARD ANTIOXIDANT AND ANTHOCYANIN CONTENT OF DUWET (*Syzygium cumini*)]**

Natania<sup>1\*</sup>, Madeleine Susanto<sup>2</sup>, Antonius Herry Cahyana<sup>3</sup>  
<sup>1,2</sup>Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Pelita Harapan  
Jl. M.H. Thamrin Boulevard, Tangerang 15811, Banten  
<sup>3</sup>Jurusan Kimia, Universitas Indonesia

\*Korespondensi penulis : natania.fti@uph.edu

**ABSTRACT**

*Lactic acid bacteria have the ability to metabolize phenolic acid compounds which are responsible for the antioxidant activity in vegetables and fruits. The purpose of this research was to study and observe the change in antioxidant activity and phytochemical compounds of duwet fruit during lactic acid fermentation. Duwet fruit is an asiatic fruits known to posses high antioxidant activitie especially due its anthocyanins content. The lactic acid bacteria strains used in this study were Lactobacillus plantarum a heterofermentative bacterium and Lactobacillus acidophilus a homofermentative bacterium and a mixture of lactic acid bacteria from natural fermentation. Duwet fruit that has been fermented was extracted under maceration using polar solvent. The crude extracts were then analyzed for its antioxidant activity, total phenolic content, total flavonoid content, and anthocyanin content during 24 days of fermentation. The result showed that type of lactic acid bacteria and fermentation period affected the antioxidant activity, total phenolic content, flavonoid content, and anthocyanin content. The highest antioxidant activity overall was obtained from fermentation using Lactobacillus plantarum strain with an increase of 64.03% after 17 days of fermentation with an increase in total phenolic content, flavonoid content, and anthocyanin content of 101.11, 123.54, and 56.34%, respectively.*

**Keywords:** *duwet, Syzygium cumini, Lactic acid fermentation, Antioxidant activity and anthocyanin content.*

**ABSTRAK**

Bakteri Asam Laktat memiliki kemampuan untuk menguraikan senyawa fenolik yang berkorelasi terhadap aktivitas antioksidan dari buah dan sayuran. Penelitian ini bertujuan melihat pengaruh perubahan dari senyawa fitokimia dan aktivitas antioksidan dari buah duwet, yang difermentasi dengan beragam jenis bakteri asam laktat. Buah Duwet kaya akan antioksidan, terutama disebabkan oleh kandungan antosianinnya. Bakteri asam laktat yang digunakan didalam penelitian ini adalah *Lactobacillus plantarum* yang merupakan bakteri asam laktat heterofermentatif dan *Lactobacillus acidophilus* bakteri asam laktat yang bersifat homofermentatif dan bakteri asam laktat alami yang berasal dari proses fermentasi garam. Buah duwet yang sudah difermentasi kemudian di maserasi dengan menggunakan senyawa polar dan kemudian dianalisa kandungan fitokimia dan aktivitas antiosidannya selama 24 hari fermentasi. Dari hasil analisa terlihat jenis bakteri asam laktat dan lama periode fermentasi mempengaruhi perubahan

kandungan fitokimia dan aktivitas antioksidan dari buah duwet. Aktivitas antioksidan tertinggi didapatkan dari buah duwet yang difermentasi oleh *Lactobacillus plantarum* dengan peningkatan aktivitas antioksidan 64,03% lebih tinggi setelah 17 hari fermentasi dan diikuti oleh peningkatan total fenolik, flavonoid, dan antosianin sebesar 101,11, 123,54, dan 56,34%.

**Keywords:** Duwet, *Syzygium cumini*, fermentasi asam laktat, aktivitas antioksidan dan kandungan antosianin

## PENDAHULUAN

Buah duwet, merupakan tanaman asli Indonesia yang diketahui kaya akan senyawa fungsional, beberapa penelitian sudah menghubungkan potensi buah duwet sebagai antioksidan, antikanker, mengobati diabetes dan faringitis. Buah duwet diketahui memiliki yaitu rafinosa, riboflavin, tannin, asam galat, asam malat, asam folat, glycoside jamboline, asam folat, glukosa, dan fruktosa. Berdasarkan Kong *et al.*, (2003), buah duwet, atau dikenal dengan sebutan jamblang, memiliki kandungan antosianin yang sangat tinggi. Antosianin memiliki fungsi yang beragam dan sangat penting bagi manusia, antara lain berperan untuk kesehatan tubuh, dan sebagai pewarna alami untuk pangan (Mateus *et al.*, 2009).

Berdasarkan Ayyanar *et al.*, (2012), tingginya kadar gula dan asam dalam buah duwet menyebabkan buah duwet dapat diolah menjadi produk fermentasi, seperti acar. Tujuan utama pengolahan pangan menjadi produk fermentasi adalah untuk meningkatkan umur simpan produk, dan meningkatkan kandungan gizinya. Proses

fermentasi umumnya melibatkan pertumbuhan mikroba. Fermentasi menggunakan bakteri asam laktat merupakan salah satu metode pengawetan yang dapat mempertahankan kandungan alami buah, sekaligus meningkatkan kualitas, aroma, dan rasa dari produk (Bamforth, 2005).

Berdasarkan jalur fermentasinya, bakteri asam laktat terbagi menjadi dua jenis, yaitu bakteri asam laktat heterofermentatif dan homofermentatif. *L. Plantarum* merupakan salah satu jenis bakteri asam laktat heterofermentatif yang paling banyak berperan dalam proses fermentasi buah dan sayur. *L. Plantarum* memiliki kemampuan untuk mendegradasi komponen fenolik, seperti komponen fenolik tannin menjadi antioksidan primer pyrogallol, sehingga meningkatkan aktivitas antioksidan. *L. acidophilus* merupakan bakteri asam laktat homofermentatif yang banyak berperan dalam proses fermentasi buah. Bakteri ini bersifat homolaktik, yang menghasilkan > 85% asam laktat selama proses fermentasi.

Fermentasi menggunakan bakteri asam laktat dapat mempengaruhi aktivitas antioksidan produk. Berdasarkan Rodriguez *et al.* (2009), 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*, *Lactobacillus acidophilus* dan fermentasi alami) dan lama fermentasi (0-24 hari) terhadap aktivitas antioksidan dan perubahan fitokimia dari buah duwet akan diamati.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah sampel buah duwet. bahan yang digunakan untuk analisis adalah etanol 96% *food grade*, 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), pereaksi Folin Ciocalteu, MRS *broth*, MRS *agar*, larutan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 10%, larutan AlCl<sub>3</sub> 2%, larutan NaOH 0,1 N, larutan asam galat standar, quercetin standar, garam NaCl 10% (w/v), dan akuades.

### Metode Penelitian

Prosedur penelitian terdiri dari persiapan sampel, fermentasi buah duwet, dan ekstraksi buah duwet yang telah

difermentasi. Buah duwet dipersiapkan dengan dicuci dengan air mengalir, dipotong untuk dipisahkan dari bijinya, dan di *steam-blanching* pada suhu  $\pm 70^{\circ}\text{C}$  selama 3 menit, untuk menginaktifkan enzim polifenol oksidase (PPO), sehingga mencegah reaksi oksidasi dan degradasi komponen fenolik (Leal-Sanchez *et al.*, 2003).

Kemudian sampel difermentasi, dengan tiga perlakuan berbeda, yaitu fermentasi alami, fermentasi dengan penambahan kultur bakteri asam laktat (BAL) heterofermentatif *Lactobacillus plantarum*, dan fermentasi dengan penambahan kultur BAL homofermentatif *Lactobacillus acidophilus*. Buah duwet difermentasi di dalam botol kaca dalam kondisi anaerob, kemudian dimasukkan larutan garam NaCl 10% steril, dan difermentasi dalam suhu ruang selama 24 hari. (Johanningsmeier *et al.*, 2007). Untuk perlakuan dengan penambahan kultur BAL, pada tahap penambahan larutan garam NaCl 10%, didiamkan selama 8 jam terlebih dahulu, kemudian ditambahkan kultur bal sebanyak 10<sup>6</sup> CFU/ml (Chen, *et al.* (2018), 1984).

Sampel buah duwet yang sudah difermentasi, diekstrak dengan metode maserasi selama 24 jam dengan pelarut etanol 96% *food grade*, disentrifugasi, dan

diuapkan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 40°C. Hasil ekstrak digunakan untuk analisis. Analisis sampel dilakukan selama 0, 4, 6, 10, 14, 17, 21, dan 24 hari masa fermentasi.

Analisis yang dilakukan pada penelitian ini adalah aktivitas antioksidan, total genolik, total kandungan flavonoid (Abu Bakar *et al.*, 2009), kadar antosianin (Giusti *et al.*, 2001; Wrolstad *et al.*, 2005), nilai pH, total asam tertitrisasi (Latimer *et al.*, 2007), total bakteri asam laktat, dan kadar alkohol (Norfarizan-Hanoon *et al.* 2009).

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Perlakuan penelitian terdiri dari dua faktor, yaitu jenis bakteri asam laktat dan lama fermentasi. Fermentasi dilakukan dengan berbagai kondisi, yaitu fermentasi spontan (tanpa penambahan kultur), fermentasi dengan penambahan kultur *L. plantarum*, dan fermentasi dengan penambahan kultur BAL homofermentatif. Lama fermentasi dibagi menjadi delapan perlakuan, yaitu fermentasi selama 0, 4, 6, 10, 14, 17, 21, dan 24 hari. Hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Pada penelitian ini, dilakukan fermentasi dengan jenis bakteri asam laktat yang berbeda-beda. Fermentasi spontan dilakukan dengan bantuan garam sebagai media seleksi tanpa perlakuan penambahan

kultur bakteri asam laktat. Fermentasi heterofermentatif menggunakan kultur bakteri asam laktat *Lactobacillus plantarum*, sedangkan fermentasi homofermentatif menggunakan kultur bakteri asam laktat *Lactobacillus acidophilus*. Sebanyak 6 log CFU/ml setiap kultur dimasukkan ke dalam sampel untuk difermentasikan. Dari hasil perhitungan total bakteri asam laktat terlihat proses fermentasi memasuki fase stasioner setelah 10-17 hari. Buah duwet yang difermentasi oleh bakteri asam laktat Tabel 1. Total bakteri asam laktat (BAL) buah duwet selama fermentasi

Total BAL Buah Duwet Selama Fermentasi (Log CFU/ml)			
Jenis Fermentasi	Spontan	Heterofermentatif <i>L. plantarum</i>	Homofermentatif <i>L. acidophilus</i>
Lama Fermentasi			
0 hari	0,00 <sup>a</sup>	0,00 <sup>a</sup>	0,00 <sup>a</sup>
4 hari	1,59 <sup>b</sup>	2,45 <sup>c</sup>	0,71 <sup>a</sup>
6 hari	5,09 <sup>efgh</sup>	4,51 <sup>def</sup>	2,32 <sup>bc</sup>
10 hari	5,18 <sup>fghi</sup>	5,37 <sup>fghi</sup>	5,09 <sup>efgh</sup>
14 hari	5,52 <sup>ghi</sup>	5,88 <sup>hi</sup>	5,26 <sup>fghi</sup>
17 hari	5,05 <sup>efgh</sup>	6,02 <sup>i</sup>	5,30 <sup>fghi</sup>
21 hari	4,95 <sup>efg</sup>	5,51 <sup>ghi</sup>	5,28 <sup>fghi</sup>
24 hari	4,01 <sup>d</sup>	5,46 <sup>ghi</sup>	4,30 <sup>de</sup>

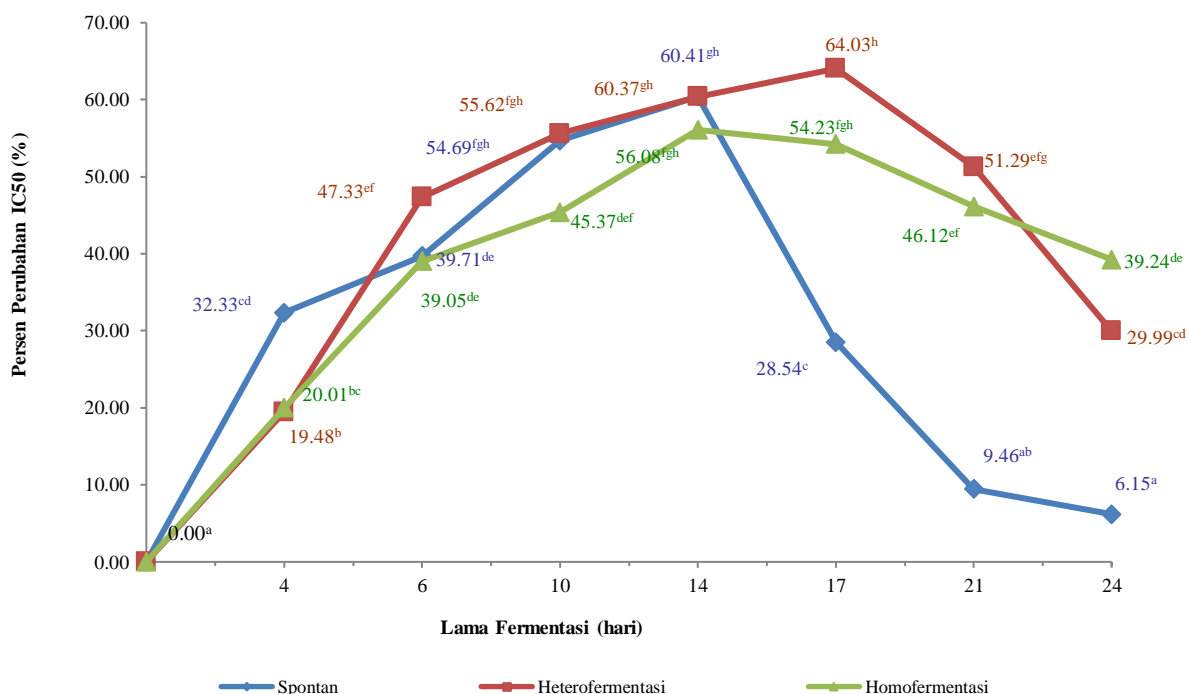
Keterangan: notasi huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang nyata (p<0.05)

*Lactobacillus plantarum* terlihat memberikan jumlah bakteri asam laktat tertinggi, yang disebabkan daya tahan *L. plantarum* yang kuat terhadap kondisi fermentasi, *L. plantarum* merupakan bakteri asam laktat yang mendominasi proses

fermentasi, khususnya pada buah dan sayuran (Hunaefi *et al.*, 2012).

Hasil uji aktivitas antioksidan ekstrak buah duwet fermentasi secara statistik menggunakan *two-way* ANOVA menunjukkan bahwa lama fermentasi (0-24

hari) dan jenis BAL yang digunakan selama fermentasi (spontan, homofermentatif, heterofermentatif), serta interaksi antara keduanya memberikan perbedaan yang nyata terhadap aktivitas antioksidan ekstrak buah duwet fermentasi ( $p < 0.05$ ) (Gambar 1).



**Gambar 1.** Persen perubahan aktivitas antioksidan sebelum dan selama proses fermentasi asam laktat  
 Keterangan: notasi huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ( $p < 0.05$ )

Secara keseluruhan ada peningkatan aktivitas antioksidan selama proses fermentasi, yang diikuti dengan penurunan aktivitas antioksidan setelah mencapai puncak pada hari ke- 10-17. Pada fermentasi heterofermentatif secara statistik terlihat adanya peningkatan nilai  $IC_{50}$  lebih tinggi dibandingkan kedua fermentasi lainnya.

Pada fermentasi spontan, peningkatan nilai  $IC_{50}$  optimum terdapat pada lama fermentasi 10-14 hari, pada fermentasi homofermentatif peningkatan  $IC_{50}$  optimum terdapat pada lama fermentasi 14-17 hari. Sedangkan pada fermentasi heterofermentatif peningkatan nilai  $IC_{50}$  optimum didapat pada lama fermentasi 10-17 hari.

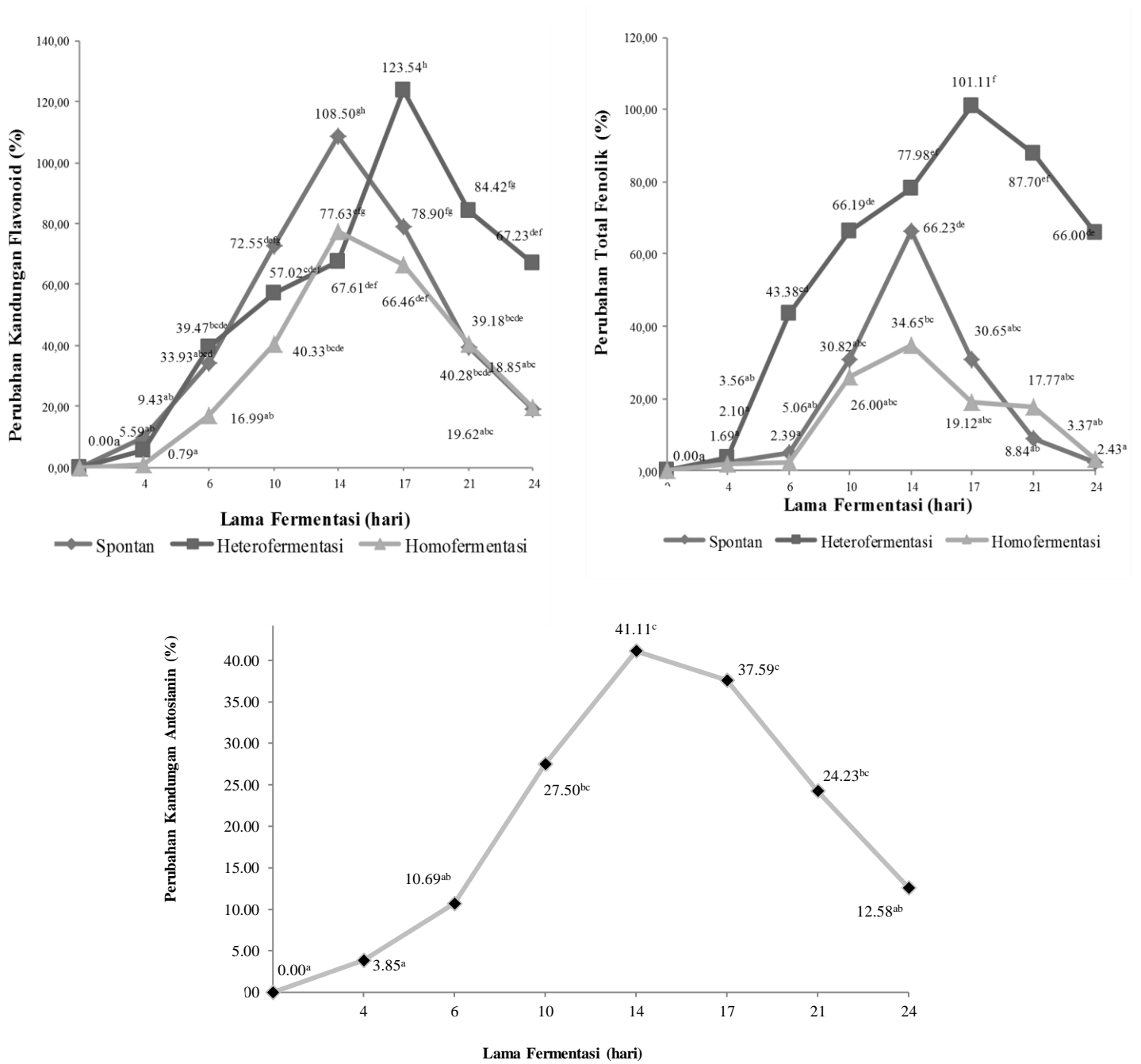
Hasil analisis uji lanjut menunjukkan fermentasi oleh *L. plantarum* menghasilkan peningkatan aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan fermentasi yang terjadi pada fermentasi spontan dan fermentasi dengan *L. acidophilus*. *Lactobacillus plantarum* memiliki kemampuan untuk mendegradasi senyawa fenolik antara lain, *p-coumaric*, asam ferulat, asam kafeat, asam gallat, *cyanidin*, dan tannin (Barthelmebs *et al.*, (2000), dan Nishitani *et al.*, (2003)).

*L. plantarum* dapat merubah bentuk komponen fenolik seperti asam galat dan asam elagik melalui aktivitas enzim tannase (enzim yang mengkatalisis tannin hydrolysis). Molekul tannin yang kompleks dihidrolisa menjadi asam galat dan glukosa, dan kemudian asam galat mengalami dekarboksilasi menjadi pirrogalol. Senyawa turunan dari tannin yang sudah kehilangan gugus glukosa (aglikon) ini, memiliki lebih banyak gugus hidroksil (OH) aktif yang menunjukkan aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dari senyawa tannin awal (Leal-Sanchez *et al.*, 2003). Antosianin merupakan grup fenolik terbesar di dalam buah duwet. Selama proses fermentasi kandungan antosianin akan didegradasi oleh

bakteri asam laktat, menghasilkan turunan-turunan (Curiel, *et al.*, 2015).

Berdasarkan uji statistik ANOVA yang dapat dilihat padaada Gambar 2, diketahui adanya perbedaan signifikan dari perlakuan lama fermentasi dan jenis fermentasi, serta interaksi kedua faktor, terhadap total fenolik, total flavonoid, dan total antosianin dari buah duwet. Jenis kultur (alami, heterofermentatif dan homofermentatif) terlihat mempengaruhi perubahan senyawa fenolik dan flavonoid pada buah duwet tetapi tidak mempengaruhi kandungan antosianin dari buah duwet.

Pada awal fermentasi (0-10 hari) terlihat adanya peningkatan kandungan fenolik, flavonoid, dan antosianin selama proses fermentasi. Total fenolik dari ekstrak buah duwet sebelum difermentasi secara spontan berkisar antara 8,05-15,37 mg GAE/g ekstrak, dan total flavonoid awal 0,51-0,82 mg QE/g ekstrak dan kandungan antosianin sebesar sebesar 2,85-3,22 mg/L. Setelah mencapai puncaknya, maka fermentasi lanjut terlihat menurunkan jumlah senyawa fitokimia. Penelitian tersebut serupa dengan penelitian Tian *et al.* (2005) dan Mousavi *et al.* (2013).



Keterangan: notasi huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ( $p < 0.05$ )

**Gambar 2.** Persen perubahan kadar flavonoid, fenolik, dan antosianin ekstrak buah duwet sebelum dan selama fermentasi asam laktat

Berdasarkan uji statistik ANOVA, diperoleh hasil bahwa lama fermentasi, dan jenis fermentasi, serta interaksi kedua faktor memberikan pengaruh yang signifikan. Hasil analisis uji lanjut menunjukkan bahwa fermentasi yang menghasilkan perubahan kandungan flavonoid terbesar terdapat pada lama fermentasi 17 hari dengan fermentasi oleh *L. plantarum*, yaitu 123,54%, diikuti oleh fermentasi oleh *L. acidophilus* pada hari ke-14 hari fermentasi, yaitu 108,50%. Perubahan kandungan fenolik terbesar terdapat pada lama fermentasi 17 hari dengan fermentasi oleh *L. plantarum*, yaitu 101,11%, diikuti oleh fermentasi oleh *L. acidophilus* pada hari ke-14 hari fermentasi, yaitu 66,23%. Kandungan antosianin terlihat mencapai peningkatan sebesar 41,11% pada hari ke-14 fermentasi.

Pada masa awal fermentasi jumlah Log Bakteri Asam Laktat berkorelasi positif dengan peningkatan dari aktivitas antioksidan, flavonoid dan antosianin dari buah duwet, dimana semakin tinggi konsentrasi bakteri asam laktat, semakin tinggi kandungan antioksidan serta semakin banyak senyawa antosianin dan total flavonoid yang terdapat didalam ekstrak buah duwet. Setelah 10-14 hari fermentasi, terlihat penurunan jumlah BAL tidak signifikan dibandingkan dengan penurunan

jumlah senyawa fitokimia, yang mengindikasikan sebagian senyawa fitokimia tersebut dikonsumsi oleh BAL.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Jose Curiel *et al.*, (2015) dan Jung Jien *et al.*, (2019), *L. acidophilus* dapat menggunakan senyawa fenolik sebagai substrat pertumbuhan. Hal ini terlihat dalam penelitian, dimana penurunan kandungan fenolik, flavonoid dan antosianin setelah mencapai periode tertentu. Setelah 14 hari fermentasi, kandungan gula yang merupakan substrat alami dari BAL, sudah berkurang drastis, sehingga BAL beralih menggunakan senyawa fenolik sebagai substrat pertumbuhan.

## KESIMPULAN

Fermentasi asam laktat dapat memberikan perubahan yang signifikan terhadap aktivitas antioksidan dari buah duwet. Jenis bakteri asam laktat yang terlibat dalam proses fermentasi mempengaruhi peningkatan aktivitas antioksidan, total fenolik, total flavonoid dan total antosianin dari buah duwet, dimana fermentasi menggunakan kultur bakteri asam laktat *Lactobacillus plantarum* yang bersifat heterfermentatif diketahui memberikan peningkatan aktivitas antioksidan tertinggi sebesar 64,03%, peningkatan pada kandungan flavonoid sebesar 123,54%, peningkatan pada total



fenolik 101,11%, dan peningkatan kandungan antosianinnya sebesar 56,34% pada 17 hari fermentasi dibandingkan *Lactobacillus acidophilus* dan fermentasi alami.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abu Bakar, M.F., Mohamed, M., Rahmat, A., and Fry, J. 2009. Phytochemicals and antioxidant activity of different parts of bambangan (*Mangifera pajang*) and tarap (*Artocarpus odoratissimus*). *Food Chemistry* 113 : 479–483.
- Ayyanar, M., Subash, S. P. 2012. *Syzygium cumini* (L.) Skeels : A Review of Its phytochemical constituents and traditional uses. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* 23 : 240-246.
- Bamforth, C.W. 2005. *Food, Fermentation and Micro-organisms*. UK London: Blackwell Publishing.
- Bathelmebs, L., Divies C., and Cavin J.F. 2000. Knockout of the P-coumarate decarboxylase gene from *Lactobacillus plantarum* reveals the existence of two other inducible enzymatic activities involved in phenolic acid metabolism. *Journal Applied and Environmental Microbiology* 67: 3368-3375.
- Chang, C., Yang, M., Wen, H., and Chern, J. 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal Food Drug Analysis* 10 :178-182.
- Chen, R., Chen, W., Chen. H., and Zhang, G. 2018. Comparative evaluation of the antioxidant capacities, organic acids, and volatiles of papaya juices fermented by *L. acidophilus* and *L. plantarum*. *Journal of Food Quality* 18 : 23-35.
- Curiel, J.A., Pinto, D., Marzani, B., Filannino, P., Farris, Giovanni A., Gobetti, M., and Rizzelo, C.G. 2015. Lactic acid fermentation as a tool to enhance the antioxidant properties of *Myrtus communis* berries. *Journal Microbial cell wall* 14 : 45-59.
- Giusti, M. M., and Wrolstad, R.E., 2013. Characterization and measurement of anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy. *Journal of Current Protocol in Food Analytical Chemistry* : 1-13.
- Hunaefi, D., Akumo, D.N., Riedel, H., and Smetanska, I. 2012. The effect of *Lactobacillus plantarum* ATCC 8014 and *Lactobacillus acidophilus* NCFM fermentation on antioxidant properties of selected *in-Vitro* sprout culture of *Orthosiphon aristatus* (Java Tea) as a model study". *Antioxidants Basel* 1(1): 4–32.
- Ismail, M., Bagalkotkar G., Iqbal S., and Adamu H. A. 2012. Anticancer properties and phenolic contents of sequentially prepared extracts from different parts of selected medicinal plants indigenous to Malaysia. *Molecules* 17: 5745-5756
- Jien J., Hye, J., Su. J.E., Nam, S.C., Lee, N.K., and Hyung, D.P. 2019. Fermentation of red ginseng extract by the probiotic *Lactobacillus plantarum* KCCM 11613P: ginsenoside conversion and antioxidant effects". *Journal of Ginseng Research* (43) 1: 20-26.

- James, C.S. 1995. *Experimental Method on Analytical Chemistry of Foods*. New York: Chapman and Hall.
- Kong, J.M., Chia, L.S., Goh, N.K., Chia, T.F., and Brouillard, R. 2013. Analysis and biological activities of anthocyanins. *Journal Phytochemistry* 64 : 923-933.
- Latimer, G.W., and Horwitz, W. 2007. *Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemist International 18<sup>th</sup> Edition*. Washington DC: AOAC International.
- Leal-Sanchez, M.V., Ruiz-Barba, J.L., Sanchez, A.H., Rejano, L., Jimenez-Diaz, R., and Garrido, A. 2003. Fermentation profile and optimization of green olive fermentation using *Lactobacillus plantarum* LPC10 as a starter culture. *Journal Food Microbiology* 20: 421-430.
- Mateus, N., and Freitas V. 2009. *Anthocyanins: Biosynthesis, Functions, and Applications*. New York: Springer Science & Business Media.
- Nishitani, Y. and Osawa, R. 2003. Novel colorimetric method to quantify tannase activity of viable bacteria. *Journal of Microbiological Methods* 54: 281-284.
- Norfarizan-Hanoon, N.A., Asmah, R., Rokiah, M.Y., Fauziah, O. and Faridah, H. 2009. Effect of *Strobilanthes crispus* juice on wound healing and antioxidant enzymes in normal and Streptozocin-induced diabetic rats. *Journal Biology Science* 9: 662-668.
- Rhee, S.J., Lee, J.E., and Lee, C.H. 2011. Importance of lactic acid bacteria in Asian fermented foods. *Microbial Cell Factories* 2: 121-135.
- Rodriguez, H., Curiel, J. A., Landete, J.M., Rivas, B., Felipe, F.L., Cordoves, C. G., Mancheno, J.M., and Munoz, R. 2009. Food phenolics and lactic acid bacteria. *International Journal of Food Microbiology* 132:79-90.
- Rohman, A., dan Riyanto S. 2005. Daya antioksidan ekstrak etanol daun kemuning (*Murraya paniculata* (L) Jack) secara in vitro. *Majalah Farmasi Indonesia* (16) 3:136-140.
- Tian, S., Wang, J., and Cheng, X.F. 2005. Ethanol production of immobilized *Zymomonas mobilis* [J]. *Acta Energiæ Solaris Sonica* (26)2: 219-223.
- Wrolstad, R. E., Durst, R. W., and Jugmin, L. 2005. Tracking color and pigment changes in anthocyanin products. *Trends in Food Science & Technology* 16: 423-428.
- Zhang, D., Wuantick P.C., and Grigor J.M. 2000. Changes in phenolic compounds in litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) fruit during postharvest storage. *Postharvest Biol. Technology* 19: 165-172.