

Pengaruh Penambahan Gula Terhadap Percepatan Proses Fermentasi Pada Sauerkraut

Effect of Sugar Addition on Accelerating the Fermentation Process in Sauerkraut

Mentari Sekar Arum^{1*}, Lulus Muallimin²

¹Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Jember

²Program Studi Keteknikan Pertanian, Politeknik Negeri Jember

*Email Koresponden: 199309022024062002@mail.unej.ac.id

Received : 28 Oktober 2024 | Accepted : 8 November 2024 | Published : 8 Desember 2024

Kata Kunci	ABSTRAK
Garam, Gula, Sauerkraut	Sauerkraut dihasilkan dari fermentasi kubis yang dilakukan secara spontan dengan penambahan garam kurang lebih 2,5%. Bakteri yang berperan dalam proses fermentasi sauerkraut adalah kelompok bakteri asam laktat seperti <i>Leuconostoc</i> , <i>Lactobacillus</i> dan <i>Pedococcus</i> . Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui formula sauerkraut yang terbaik berdasarkan karakteristik kimia dan mikrobiologi dengan variasi penambahan garam dan gula. Kubis segar dipotong dalam kondisi steril kemudian ditambahkan formulasi garam (1%, 1,5%, 2%), gula (0% dan 2%), sebagai kontrol kubis difermentasi secara spontan dengan penambahan garam 2%. Sauerkraut dianalisis secara kimiawi dan mikrobiologis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan gula dapat mempercepat proses fermentasi dalam jangka waktu 5 hari proses fermentasi pH mencapai 3,3 dibandingkan dengan sauerkraut kontrol (tanpa gula) yang membutuhkan waktu 12 hari untuk mencapai pH 3,3.
Keywords	ABSTRACT
<i>Salt, Sugar, Sauerkraut</i>	<i>Sauerkraut is produced from the spontaneous fermentation of cabbage with the addition of approximately 2.5% salt. Bacteria that play a role in the fermentation process of sauerkraut are groups of lactic acid bacteria such as <i>Leuconostoc</i>, <i>Lactobacillus</i> and <i>Pedococcus</i>. This study aims to determine the best sauerkraut formula based on chemical and microbiological characteristics with variations in salt and sugar addition. Fresh cabbage was cut under sterile conditions then added salt formulation (1%, 1.5%, 2%), sugar (0% and 2%), as a control the cabbage was fermented spontaneously with the addition</i>

of 2% salt. Sauerkraut was analyzed chemically and microbiologically. The results showed that the addition of sugar can accelerate the fermentation process within 5 days of the fermentation process the pH reached 3.3 compared to the control sauerkraut (without sugar) which took 12 days to reach pH 3.3.

1. PENDAHULUAN

Sauerkraut dihasilkan dari fermentasi kubis yang dilakukan secara spontan dengan penambahan garam kurang lebih 2,5%. Bakteri yang berperan dalam proses fermentasi sauerkraut adalah kelompok bakteri asam laktat, antara lain *Leuconostoc*, *Lactobacillus*, dan *Pedococcus* (Fanworth, 2003). *Leuconostoc mesenteroides* akan mendominasi pada awal fermentasi (Lu et al., 2003), kemudian fermentasi dilanjutkan dengan *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus brevis* hingga pH mencapai 4,5 - 3 selama 12 hari (Plengyidhy et al., 2007). Selama fermentasi berlangsung, substrat yang ada pada sauerkraut akan dikonversi menjadi asam-asam organik, laktat, asam asetat (1-2%) asam propionat, asam malat, asam suksinat, etanol, etil asetat, asetaldehid dan CO₂ (Trail et al., 1996).

Sauerkraut merupakan bahan pangan yang mengandung antioksidan seperti vitamin C sekitar 14,7 - 75 mg/100g dan senyawa fenolik (0,44 - 1,06 mg/g) (Ciska et al., 2005; Podsdek, 2007; Peñas et al., 2011; USDA, 2011). Diduga bakteri asam laktat dapat menghasilkan enzim arabinosa dan xilosa untuk memutus berbagai ikatan kompleks antara senyawa fenol dengan struktur bahan jaringan, sehingga meningkatkan jumlah fenol bebas pada media fermentasi maka senyawa fenolik meningkat dan aktivitas antioksidan juga meningkat (Farnworth, 2008).

Penambahan gula dapat mempercepat fermentasi sauerkraut. Menurut Du et al., (2017) penambahan gula pada sauerkraut dapat mempercepat proses fermentasi menjadi 4 - 5 hari, dimana kandungan vitamin C-nya lebih tinggi dibandingkan dengan sauerkraut tanpa penambahan gula. Gula menyediakan substrat yang diperlukan untuk pertumbuhan bakteri asam laktat. Selama fermentasi, bakteri ini mengonversi gula menjadi asam laktat, yang tidak hanya memberikan rasa asam pada sauerkraut tetapi juga menurunkan pH, menciptakan lingkungan yang lebih baik untuk pertumbuhan mikroba yang diinginkan (Zou et al., 2022) sehingga dimungkinkan dengan adanya penambahan gula akan mempercepat proses fermentasi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan gula dan garam terhadap fisikokimia dari sauerkraut.

2. METODE

2.1 Alat dan Bahan

2.1.1 Alat

Alat yang digunakan untuk membuat sauerkraut adalah toples kaca, autoklaf, serbet, beaker glass, karet. Alat untuk analisis pH menggunakan ph meter dan untuk analisis total BAL menggunakan cawan petri, bunsen, pipet volume, bulb. Analisis totas asam membutuhkan erlenmeyer dan penjapit titrasi.

2.1.2 Bahan

Kubis putih segar (*Brassica olerace L. var*) diperoleh dari pasar Gadang di Kota Malang, Jawa Timur, Indonesia dan gula (Gulaku). MRS agar, pepton, NaOH 0,1 N, Indikator Fenolftalein.

2.2 Metode

2.2.1 Desain Penelitian

Rancangan penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 3 faktor yaitu penambahan garam yang terdiri dari 3 taraf (1%; 1,5%; 2%), konsentrasi gula yang terdiri dari 2 taraf (0% dan 2%). Sehingga diperoleh 6 kombinasi perlakuan dengan masing-masing diulang sebanyak 4 kali dan diperoleh 24 unit percobaan.

2.2.2 Analisis statistik

Data dianalisis menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan analisis varian (ANOVA) dan diuji lanjut dengan Tukey dengan selang kepercayaan 95% (Granato *et al.*, 2014).

2.3 Membuat Sauerkraut

Kubis segar dicuci bersih, dan dipotong dalam kondisi steril sebanyak 200 gram. Garam ditambahkan dengan konsentrasi (1%, 1,5% dan 2%) dan gula dengan konsentrasi (0% dan 2%). Proses fermentasi dilakukan pada suhu 28° C (suhu ruang) selama lima hari. Selanjutnya dilakukan analisis mikrobiologi dan pH.

2.4 Analisis Mikrobiologi

Sampel sauerkraut diambil dalam kondisi steril sebanyak 5 gram lalu diencerkan menggunakan larutan buffer pepton dan dihomogenisasi untuk memastikan distribusi mikroba secara merata. Pengenceran serial dilakukan hingga konsentrasi mikroba sesuai untuk dihitung. Untuk menghitung total BAL, metode cawan tuang (pour plate) digunakan dengan media MRS agar yang selektif terhadap BAL. Cawan kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam untuk memungkinkan pertumbuhan koloni bakteri asam laktat. Koloni yang tumbuh dihitung sebagai indikator jumlah BAL dalam sampel sauerkraut. (Penas *et al.*, 2010).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Mikrobiologi Sauerkraut

Tabel 1 menunjukkan karakteristik mikrobiologi sauerkraut, dapat diamati dari hasil perlakuan penambahan gula diperoleh peningkatan jumlah bakteri asam laktat. Penambahan gula dapat mempercepat proses fermentasi dan mengalami peningkatan total BAL (Du *et al.*, 2021).

Tabel 1. Total mikroba dalam sauerkraut

Sauerkraut		Parameter		
		Total BAL (CFU/ml)		
Garam (%)	Gula (%)	Hari ke-0	Hari ke-5	Kenaikan
1	0	1.53 x 10 ⁷	1.39 x 10 ⁹	1,38 x 10 ^{9f}
1.5	0	2.55 x 10 ⁷	1.89 x 10 ⁹	1,87 x 10 ^{9e}
2	0	2.87 x 10 ⁷	2.18 x 10 ⁹	2.16 x 10 ^{9d}
1	2	3.28 x 10 ⁷	2.57 x 10 ⁹	2,55 x 10 ^{9c}
1.5	2	3.38 x 10 ⁷	3.66 x 10 ⁹	3,63 x 10 ^{9b}
2	2	3.43 x 10 ⁷	3.89 x 10 ⁹	3,86 x 10 ^{9a}

Nilai dinyatakan sebagai rata-rata ± SD (n = 3). Angka yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan antara data pada hari ke-0 dan hari ke-5 untuk setiap parameter pengamatan pada p < 0,05.

Garam memiliki fungsi untuk menarik keluar air dan nutrisi yang terkandung dalam kubis dan digunakan sebagai substrat untuk pertumbuhan BAL (Steinkraus, 2002). Menurut Suprayitno (2017), garam dapat berfungsi sebagai penghambat pertumbuhan mikroorganisme

pembusuk dan patogen dengan cara meningkatkan tekanan osmotik pada substrat yang menyebabkan terjadinya penarikan air dari dalam bahan pangan sehingga A_w (aktivitas air) pada bahan pangan akan turun dan mikroorganisme patogen tidak dapat tumbuh.

Gula memiliki peran dalam meningkatkan total BAL. Menurut Marianski (2012), penambahan gula akan meningkatkan cadangan energi yang digunakan oleh BAL untuk pertumbuhan. Selain itu, penambahan gula sukrosa pada sauerkraut memungkinkan terjadinya perombakan glukosa yang lebih tinggi sehingga energi yang dihasilkan lebih banyak dan cadangan energi yang digunakan BAL semakin banyak untuk berkembang dan bertahan hidup.

3.2 Penurunan pH dan Peningkatan Total Asam pada Sauerkraut

Penambahan gula dapat meningkatkan total BAL sehingga total asam yang dihasilkan mengalami peningkatan. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan gula memberikan perbedaan yang nyata ($\alpha = 0,05$) terhadap peningkatan total asam. Peningkatan total asam yang dihasilkan dapat dilihat pada (Tabel 2). Aktivitas bakteri akan menghasilkan asam-asam organik sebagai produk seperti asam asetat, asam glukonat, dan asam glukuronat yang menyebabkan total asam meningkat (Watawan *et al.*, 2016). Bakteri akan mengoksidasi etanol menjadi asetaldehid menjadi asam asetat (Chu & Chen, 2006). Peningkatan total asam akan menurunkan pH lebih cepat. Penambahan gula pada fermentasi hari ke-5 diperoleh nilai $pH \pm 3$ seperti yang dapat dilihat pada (Tabel 2). Penurunan pH disebabkan oleh bakteri yang menghasilkan asam-asam organik dan melepaskan ion H^+ , adanya ion H^+ dapat menurunkan nilai pH dan menyebabkan suasana asam pada fermentasi (Goh *et al.*, 2012). Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan penambahan gula memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($\alpha=0,05$) terhadap penurunan pH.

Tabel 2. Peningkatan Total Asam dan Penurunan pH Selama Proses Fermentasi

Sauerkraut + Gula		Parameter			
Garam (%)	Gula (%)	Total asam (%)		pH	
		Hari ke-0	Hari ke-5	Hari ke-0	Hari ke-5
1	0	0.56 ± 0.05	1.59 ± 0.03c	6.13 ± 0.12	3.13 ± 0.06c
1,5	0	0.55 ± 0.06	1.62 ± 0.01b	6.17 ± 0.06	3.07 ± 0.17b
2	0	0.56 ± 0.04	1.64 ± 0.02a	6.27 ± 0.12	3.17 ± 0.15a
1	2	0.56 ± 0.05	1.68 ± 0.01c	6.17 ± 0.12	3.17 ± 0.12c
1,5	2	0.55 ± 0.06	1.72 ± 0.02b	6.20 ± 0.10	3.20 ± 0.10b
2	2	0.56 ± 0.03	1.78 ± 0.02a	6.27 ± 0.06	3.03 ± 0.06a

Nilai dinyatakan sebagai rata-rata ± SD (n = 3). Angka yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan antara data pada hari ke-0 dan hari ke-5 untuk setiap parameter pengamatan pada $p < 0,05$.

Seluruh perlakuan dengan penambahan berbagai variasi garam dan ditambahkan gula mengalami peningkatan lebih tinggi bila dibandingkan dengan kontrol (tanpa gula). Berdasarkan tabel 2 memiliki peningkatan total asam yang signifikan terdapat pada sauerkraut dengan garam konsentrasi 2% dan gula 2%. Hal tersebut diduga penambahan gula memiliki peran sebagai nutrisi untuk bakteri asam laktat. BAL dalam proses fermentasi bertugas untuk melakukan perombakan glukosa yang menghasilkan etanol dan asam – asam organik dan dapat menghambat produksi nitrit sehingga total asam meningkat (Du *et al.*, 2018).

Garam memiliki peran dalam meningkatkan total asam. Garam menarik keluar air dan nutrisi yang terdapat pada jaringan kubis, dan nutrisi tersebut sebagai substrat untuk pertumbuhan bakteri asam laktat. Garam dapat menghambat pertumbuhan bakteri yang tidak diinginkan (Steinkraus, 2015) sehingga daya kompetitif BAL akan meningkat. Semakin banyak jumlah BAL yang terdapat pada sauerkraut maka semakin banyak bakteri yang mendegradasikan gula yang ada pada kubis sehingga jumlah asam – asam organik akan semakin meningkat.

Gula memiliki peran dalam penurunan pH, semakin banyak penambahan gula semakin meningkat perubahan total asamnya dan pH semakin turun. Adanya penambahan gula sukrosa dari luar akan menambah jumlah gula yang didegradasi oleh BAL sehingga akan meningkatkan total asam dan menurunkan pH semakin cepat. Penambahan gula pada sauerkraut meningkatkan jumlah BAL yang aktif pada proses fermentasi. Selama proses fermentasi terjadi pergantian spesies bakteri asam laktat heterofermentatif dan homofermentatif dimana *L. mesenteroides* mendominasi pada awal fermentasi (Lu *et al.*, 2003). Proses yang terjadi akan menghasilkan asam laktat dan asam asetat yang menyebabkan penurunan pH pada sauerkraut. Ketika pH menurun $\pm 4,5$ proses fermentasi akan dilanjutkan bakteri yang lebih tahan asam yaitu *L. plantarum* dan *L. brevis* sampai pada akhir fermentasi ketika pH sudah mencapai ± 3 dengan waktu 5 hari (Du *et al.*, 2018). Pada proses fermentasi sauerkraut terdapat bakteri *L. casei* di duga mampu menghasilkan L-Lactat Dehidrogenase yang mengubah glukosa dari molekul sukrosa (Ping *et al.*, 2017). *L. casei* dapat menghambat produksi nitrit dan meningkatkan keamanan sauerkraut selama waktu fermentasi sehingga meningkat jumlah asam organik dan pH semakin menurun (Du *et al.*, 2018). Akumulasi asam-asam organik yang terbentuk selama proses fermentasi akan mempengaruhi nilai pH. Semakin tinggi total asam yang terbentuk maka akan semakin rendah nilai pH, hal ini terjadi dalam sauerkraut akan melepas proton (H^+) sehingga nilai pH turun (Goh *et al.*, 2012).

KESIMPULAN

Penambahan gula dapat meningkatkan total BAL sehingga total asam yang dihasilkan mengalami peningkatan. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan gula memberikan perbedaan yang nyata ($\alpha = 0,05$) terhadap peningkatan total asam. Penambahan gula meningkatkan total bakteri asam laktat (BAL). Semakin banyak jumlah BAL yang terdapat pada sauerkraut maka semakin banyak bakteri yang mendegradasikan gula yang ada pada kubis sehingga jumlah asam – asam organik akan semakin meningkat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan dan penerbitan jurnal ini. Terima kasih kepada para penulis atas dedikasi dan upaya keras mereka dalam menghasilkan penelitian yang berkualitas.

DAFTAR PUSTAKA

- B. Abbaoui, CR Lucas, KM Riedl, SK Clinton, dan A. Mortazavi, "Sayuran Salib, Isothiocyanates, dan Pencegahan Kanker Kandung Kemih," *Curr. Pharmacol. Reports*, vol. 1, no. 4, pp. 272-282.
- Badarinath A, Rao K, Chetty CS, Ramkanth S, Rajan T, & Gnanaprakash KA. 2010. Tinjauan tentang Metode Antioksidan In-vitro: Perbandingan, Korelasi, dan Pertimbangan. *Jurnal Internasional Penelitian Teknologi Farmasi*: 1276-1285.
- Beganovic, J., Pavune, A.L. Gjuracic, K., Spoljarec, M., Suskovic, J., kos, B., 2011. Peningkatan Produksi Sauerkraut dengan Strain Probiotik *Lactobacillus plantarum* L4 dan *Leuconostoc mesenteoride* LMG 7954. *Jurnal Ilmu Pangan* 76, M124-M129.
- C. Martinez, V., E. Penas, B. Sidro, M. Ullate, J. Frias, C. Vidal. V. 2012. Fermentasi Kubis Putih Meningkatkan Kandungan Ascorbigen, Antioksidan dan Aktivitas Penghambatan Produksi Nitrat Oksida pada Makrofag yang Diinduksi LPS.
- Chu, C.S. dan Chen. 2006. Pengaruh Asal dan Waktu Fermentasi terhadap Aktiviti Antioksidan Kombucha. *Food Chemistry Journal* Vol 98: 502-507.
- Ciska, E., Magdalena K., Agnieszka K., 2005. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kubis Putih dan Sauerkraut. *Jurnal Ilmu Pangan dan Gizi Polandia*. Vol. 14/55, 4: 367-373

- Dipti P., Yogesh B., Kain A.K., Pauline T., Anju B., Sairam M., Singh B., Mongia S.S., Kumar, Selvamurty W. 2003. Stres Oksidatif yang Diinduksi Timbal: Efek Bermanfaat Dari Teh Kombucha. *Biomed Environ Sci.* 16 (3): 276-282.
- Du, R., Song, G., Zhao, D., Sun, J., Ping, W., Ge, J. 2018. Kultur starter *Lactobacillus casei* meningkatkan kandungan vitamin, meningkatkan keasaman dan menurunkan konsentrasi nitrit selama fermentasi sauerkraut. *Jurnal Internasional Ilmu dan Teknologi Pangan.*
- Duenas M., Fernandez D., Hernandez T., 2005. Senyawa fenolik bioaktif kacang tunggak (*Vigna sinensis* L). Modifikasi dengan fermentasi dengan mikroflora alami dan dengan *Lactobacillus plantarum* ATCC 14917. *Jurnal Ilmu Pangan dan Pertanian.* Volume85, Edisi2.
- Farnworth, E.R. dan Mainville, I. 2003. Kefir : Produk Susu Fermentasi. Dalam: Buku Pegangan Pangan Fungsional Hasil Fermentasi. Farnworth, E.R. (Ed). CRC.Press. Boca Raton, London, New York, Washington.
- Goh, W.N., Rosma, A., Kaur, B., Fazilah, A., Karim, A.A., Bhat, R. 2012. Fermentasi Kaldu Teh Hitam (Kombucha): I. Pengaruh Konsentrasi Sukrosa dan Waktu Fermentasi terhadap Hasil Selulosa Mikroba. *Jurnal Penelitian Pangan Internasional.* 19(1): 109-117.
- Greaney AJ, Maier NK, Leppla SH, Moayeri M. 2016. Sulforaphane menghambat beberapa inflammasom melalui mekanisme independen Nrf2. *J Leukoc Biol.* 99: 189-199
- H. Liang, H., Q.P, Yuan, F.R, Dong, Y.M, Liu, Penentuan Kadar Sulfurpahan pada Brokoli dan Kubis dengan Kromatografi Cair Kinerja Tinggi. *Jurnal Komposisi dan Analisis Pangan* 19 473-476.
- Ho. Jin. K., Mi Jin. L., Min Hee. J., Jang Eok. K., 2017. Identifikasi dan Kuantifikasi Glukosinolat dalam Kimchi dengan Kromatografi Cair-Spektrometri Massa Tandem Elektrospray. *Jurnal Internasional Kimia Analitik.* Artikel ID 6753481, 8 halaman.
- Lu, Z., Breidt, F., Plengvidhya, V., Fleming, H.P., 2003. Bakteriofag. ekologi dalam fermentasi sauerkraut komersial. *Applied and Environmental Microbiology* 69: 3192-3202.
- Molyneux, P. 2004. Penggunaan radikal bebas difenil pikrilhidrazil (DPPH) yang stabil untuk memperkirakan aktivitas antioksidan. *Jurnal Sains Teknologi* 26(2):211-219.
- Murray, R. K., Granner, D. K., & Rodwell, V. W. 2009. *Biokimia harper* (27 ed.). Alih Bahasa: Yuliani, *et al.*, Jakarta: Buku Kedokteran EGC.
- Nallasamy P, Si H, Babu PV, Pan D, Fu Y, Brooke EA, Shah H, Zhen W, Zhu H, Liu D, *et al.*, 2014. Sulforaphane mengurangi peradangan pembuluh darah pada tikus dan mencegah adhesi monosit yang diinduksi TNF- α ke sel endotel primer dengan mengganggu jalur NF- κ B. *J Nutr Biochem.* 25:824-833.
- Podsedek, A., 2007. Antioksidan alami dan kapasitas antioksidan dari sayuran *Brassica*: sebuah tinjauan. *LWT-Ilmu dan Teknologi Pangan* 40, 1-11.
- Penas, E, Cristina Martinez-Villaluenga, Juana Frias, Maria Jose. 2012. Se Meningkatkan Kandungan Produk Hidrolisis Indole Glukosinolat, Kandungan Se-Metilselenosistein, Kapasitas Antioksidan dan Potensi Sifat Antiinflamasi Sauerkraut. *Food Chemistry* 132; 907-914.
- Penas, E., Frias, J., Sidro, B., Vidal Valvede, C., 2010. Evaluasi kimiawi dan kualitas sensoris sauerkraut hasil fermentasi pada kadar NaCl yang berbeda dari *Brassica oleracea* Var. capitata Cv. Bronco yang ditanam di Spanyol bagian timur laut. Pengaruh penyimpanan. *Jurnal Kimia Pertanian dan Pangan* 58, 3549-3557.
- Plengvidya, V., Breidt Jr, F., Lu, Z., Fleming, H.P., 2007. Sidik jari DNA bakteri asam laktat dalam fermentasi sauerkraut. *Applied and Environmental Microbiology* 73: 7697-7702.

- Sayed RH, Khalil WKB, Salem HA, Kenawy SA, El-Sayeh BM. 2014. Sulforaphane meningkatkan tingkat kelangsungan hidup pada tikus dengan gagal hati fulminan yang diinduksi oleh D-galaktosamin dan lipopolisakarida. *Nut Res*; 34(11): 982-9.
- Steinkraus, K.H. 2002. Fermentasi dalam pengolahan pangan dunia. *Ulasan Komprehensif dalam Ilmu Pangan dan Keamanan Pangan 1*: 23-32.
- Suganuma H, Fahey JW, Bryan KE, Healy ZR, Talalay P. 2011. Stimulasi fagositosis oleh sulforaphane. *Biochem Biophys Res Commun*. 405:146-151.
- Suzanne, J., Roger, E. M., Henry, P. F., Roger, L. T. 2007. Pengaruh Kultur Starter *Leuconostoc mesenteroides* pada Fermentasi Kubis dengan Konsentrasi Garam yang Dikurangi. *Journal of Food Science*. Vol. 72. No. 5.
- Tolonen, M. Rajaniemi, S, Pihlava, J-M., Korhonen, H., & Ryhanen, E, L. 2004. Pembentukan nisin, biomolekul turunan tanaman dan aktivitas antimikroba pada fermentasi kultur starter sauerkraut. *Food Microbiology*, 20, 391-395.
- Trail, A.C., Fleming, H.P., Young, C.T., McFeeters, R.F., 1996. Karakterisasi kimia dan sensorik sauerkraut komersial. *J. Food Qual*. 19, 15-30
- Thakur VS, Deb G, Babcook MA, Gupta S. 2014. Fitokimia tanaman sebagai modulator epigenetik: Peran dalam kemoprevensi kanker. *AAPS J*; 16(1):151-63.
- Wang, CL, Ma, YY, Chen, MH *et al.*,. (2010). Pengaruh pH terhadap pengurangan nitrit pada acar kubis Cina. In: *Bioinformatic*