

AKSELERASI PRODUKSI MOROMI MENGGUNAKAN INOKULUM *Pediococcus halophilus* FNCC 0033 DAN *Zygosaccharomyces rouxii* FNCC 3008

*Acceleration of Moromi Production Using Inoculum of *Pediococcus halophilus* FNCC 0033 and *Zygosaccharomyces rouxii* FNCC 3008*

Jay Jayus^{1)*}, Etika Hanif Rosyidawati¹⁾, Bambang Herry Purnomo¹⁾

¹⁾Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember
Jl. Kalimantan 37, Kampus Tegal Boto Jember 68121

*Korespondensi Penulis: jayus.ftp@unej.ac.id

ABSTRACT

*The increasing of consumer demand has forced the small scale soy sauce factories to expand the quality and quantity of their production. However, they have a major problem on the duration of spontaneous fermentation for the production of moromi which take at least 2 months time. Therefore, an effort to shorten the fermentation time is proposed in this study by the applications of controlled fermentation using protease producing microbes. This study was aimed to compare the spontaneous and controlled fermentation of moromi using a single *P. halophilus* FNCC 0033 as well as a combination of *P. halophilus* FNCC 0033 and *Z. rouxii* FNCC 3008 as the inoculum for extended fermentation process of soybean in salt solution at pH 8.0. The quality parameter of moromi observed were pH, dissolved protein, total nitrogen, microbial count, and sensory evaluation by expert panelist. The result showed that controlled fermentation of moromi using both single *P. halophilus* FNCC 0033 or a combination of *P. halophilus* FNCC 0033 and *Z. rouxii* FNCC 3008 could shorten the duration of moromi fermentation time, from usually 8 weeks becomes 2 weeks only. The highest dissolve proteins content was detected in the moromi prepared by a single *P. halophilus* FNCC 0033 rather than its combination with *Z. rouxii* FNCC 3008. Moreover, result of sensory evaluation showed that *P. halophilus* FNCC 0033 fermented moromi exhibit more acidic flavor, indicating the ability of this lactic acid producing bacteria in producing both protease and lactic acids during the fermentation activity.*

Keywords: *moromi, *Pediococcus halophilus*, soy sauce, *Zygosaccharomyces rouxii**

PENDAHULUAN

Kecap merupakan ekstrak kedelai hitam terfermentasi dengan tambahan gula, garam, serta rempah-rempah yang berfungsi untuk meningkatkan cita rasa dari suatu masakan (Cahyadi, 2006). Karakteristik kecap yaitu berwarna coklat, kental dan mengandung protein yang tinggi (Septiani *et al.*, 2004). Pada umumnya kecap digunakan oleh konsumen di seluruh dunia sebagai bahan tambahan makanan. Adanya peningkatan jumlah permintaan konsumen, maka perusahaan kecap berskala lokal harus berkompetisi dengan perusahaan-perusahaan kecap lainnya dalam meningkatkan jumlah produksi. Perkembangan industri kecap di Indonesia terus mengalami peningkatan di setiap

tahunnya (Maryani dan Rina, 2007). Di dalam Direktori Industri Kecap, terdapat 100 industri kecap yang tersebar di seluruh Indonesia (Kementerian Perindustrian RI, 2019) yang menggunakan bahan baku kedelai. Kedelai ini merupakan bahan baku impor yang diolah dalam bentuk kedelai olahan yang sebagian besar dalam wujud kecap manis yaitu sebesar 80,67% dari total impor (Meutia, 2015).

Meutia (2015) juga menyatakan bahwa kecap di Indonesia masih diproduksi dengan cara tradisional karena kualitas kecap yang dihasilkan lebih baik jika dibandingkan dengan cara hidrolisis asam. Pada dasarnya proses pembuatan kecap dilakukan dua kali fermentasi yaitu fermentasi koji dan fermentasi moromi.

Pada tahap fermentasi koji dilakukan penambahan kapang yang berlangsung selama 2-3 hari (Setiawati dan Budi, 2006). Fermentasi moromi merupakan fermentasi antara koji dengan larutan garam, proses tersebut berlangsung selama 1-2 bulan (Pratiwi *et al.*, 2012).

Pada umumnya fermentasi cair atau moromi dilakukan secara spontan. Kelebihan dari fermentasi spontan yaitu nilai ekonomis yang tinggi, proses pengolahannya mudah dan murah. Di samping itu, fermentasi spontan memiliki kelemahan yaitu membutuhkan waktu fermentasi yang lama serta area yang dibutuhkan lebih luas. Lamanya fermentasi disebabkan oleh jenis mikroba yang tumbuh banyak meliputi jenis *Lactobacillacea*, *Streptococcus*, *Aerococci*, dan *Corynebacterium* sehingga pertumbuhannya sangat lambat, sulit terkontrol dan menyebabkan kontaminasi dari mikroorganisme lain yang tidak diinginkan (Rosida *et al.*, 2013). Bakteri yang biasa tumbuh di moromi yaitu *P. halophilus* pada pH 8-5 yang bersifat tahan terhadap garam yang tinggi. Selain itu, *Yeast* yang biasa tumbuh yaitu *Z. rouxii* pada pH 1,8-8,0 (Koswara, 1997). Oleh karena itu dilakukan aplikasi penggunaan inokulum *P. halophilus* FNCC 0033 dan *Z. rouxii* FNCC 3008 untuk mempercepat proses hidrolisis protein kedelai dan mengetahui karakteristik moromi yang dihasilkan.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan meliputi *laminar air flow* merk Crumair model 9005 FL Espana, *autoklaf* merk Hirayama, *vortex* merk Thermolyne Maxi Mix Plus, *spektrofotometer* merk Thermo Scientific model Genesis 10 S, mikroskop, alat *haemocytometer*, pH meter merk Hanna New hi 98107, *sentrifuge* merk Hermle Z 206A. Bahan-bahan yang digunakan adalah

kedelai hitam varietas malika yang didapatkan dari UD Mustika Digdaya, Probolinggo, akuades, garam merk Refina, kultur murni *Pediococcus halophilus* FNCC 0033 dan *Zygosaccharomyces rouxii* FNCC 3008 yang dibeli dari PAU UGM. Bahan-bahan yang digunakan untuk analisis kimia meliputi larutan Lowry A (Follin ciocalteus dan akuades), larutan Lowry B Na_2CO_3 , Na-K Tartarat, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, NaOH, DNS, K-Na Tartarat; dan *metilen blue* untuk membantu penghitungan sel dalam *haemocytometer chamber*.

Tahapan Penelitian

Proses Pembuatan Kecap

Kedelai difermentasi menggunakan inokulum *Rhizopus oryzae* selama 3 hari sebelum dikeringkan menggunakan sinar matahari menjadi koji. Koji kering ini kemudian ditambah larutan garam 20%, sebelum diinokulasi masing-masing oleh *P. halophilus* FNCC 0033 sebagai perlakuan A1 dan campuran *P. halophilus* FNCC 0033 dan *Z. rouxii* FNCC 3008 sebagai perlakuan A2. Keduanya diinokulasi pada pH awal moromi 8,0 untuk mendapatkan kondisi pertumbuhan yang cocok bagi kedua mikroba ini. Konsentrasi inokulum yang ditambahkan pada masing-masing moromi yaitu 0,6% dari volume total larutan garam. Fermentasi moromi dilakukan sampai pH moromi mencapai 4,5. Pengukuran pH dilakukan setiap minggu sampai pH mencapai sekitar 4,5 untuk durasi pengamatan selama 6 minggu. Sebagai material pembanding atau kontrol, fermentasi koji juga dilakukan secara spontan.

Rancangan Percobaan

Penelitian ini dilaksanakan secara *quasi experimental* menggunakan faktor perbedaan inokulum yang digunakan untuk memfermentasi koji yaitu jenis mikroba A1 (*P. halophilus* FNCC 0033) dan A2 (campuran *P. halophilus* FNCC 0033 dan

Z. rouxii FNCC 3008). Penelitian minimal diulang sebanyak dua kali. Data yang diperoleh disajikan secara deskriptif menggunakan grafik dilengkapi dengan *error bar* yang merepresentasikan besarnya deviasi rata-rata terhadap besarnya data hasil pengukuran.

Metode Analisis

Moromi yang dihasilkan dianalisis kadar protein terlarut (Sudarmadji *et al.*, 1997), nitrogen (Sudarmadji *et al.*, 1984), total mikroba (Lay, 1994). Uji organoleptik dilakukan untuk mengetahui tingkat penerimaan konsumen terhadap moromi yang diproduksi dengan penggunaan inokulum *P. halophilus* FNCC 0033 dan *Z. Rouxii* FNCC 3008.

Uji Protein Terlarut (Sudarmadji et al., 1997)

Pengukuran kadar protein terlarut dilakukan berdasarkan metode Lowry (Sudarmadji, 1997). Sampel larutan moromi sebanyak 10 mL disentrifuge dengan kecepatan 3000 rpm selama 15 menit. Supernatan sebanyak 0,2 mL diencerkan menjadi 10 mL, selanjutnya diambil 0,5 mL dimasukkan dalam tabung reaksi dan direaksikan dengan reagen Mix-Lowry 2,5 mL selama 10 menit. Larutan tersebut direaksikan dengan follin ceucalteu 0,25 mL selama 30 menit. Setelah itu ditambah akuades sebanyak 1,75 mL untuk diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 750 nm. Data absorbansi diplotkan pada kurva standar *bovin serum albumin* (BSA) untuk penghitungan kadar protein terlarut.

Uji Nitrogen (Sudarmadji et al., 1997)

Total nitrogen ditentukan dengan metode semi mikro kjeldahl. Sampel cairan moromi sebanyak 1 mL dimasukkan ke dalam labu kjeldahl berisi asam sulfat pekat berkatalis Na_2SO_4 dan CuSO_4 (perbandingan 1:1) sebagai cairan

pendekstruksi. Sampel hasil destruksi didistilasi bersama NaOH 50% dan memakai penampung HCl 0,02 N. Distilasi dihentikan sampai semua amonia tertampung (kira-kira 10-15 menit). Larutan penampung kemudian dititrasi dengan NaOH 0,02 N (Sudarmadji, 1984). Total nitrogen hasil analisis dihitung berdasarkan selisih volume titrasi blanko dan titrasi sample dikalikan dengan normalitas NaOH dan faktor konversi 14,007, dibagi berat sampel yang digunakan.

Total Mikroba pada Moromi (Lay, 1994)

Perhitungan populasi yeast menggunakan metode *counting chamber* dengan alat *haemocytometer*, yang dilihat menggunakan alat bantu mikroskop (Lay, 1994). Ruang hitung terdiri dari 9 kotak besar dengan luas 1 mm². Satu kotak ditengah, dibagi menjadi 25 kotak sedang dengan panjang 0,05 mm. Satu kotak sedang dibagi lagi menjadi 16 kotak kecil. Dengan demikian satu kotak besar tersebut berisi 400 kotak kecil. Tebal dari ruang hitung ini adalah 0,1 mm. Sel bakteri yang tersuspensi akan berada dalam volume ruang hitung, sehingga jumlah bakteri per satuan volume dapat diketahui (Mikapin, 2012).

Medium fermentasi berupa cairan moromi yang akan dianalisis diambil sebanyak 1 mL untuk diencerkan 100 kali. Dari hasil pengenceran tersebut diambil 0,5 mL dan ditambahkan 0,5 mL *metilen blue* sebelum dipindahkan dengan mikro pipet ke *haemocytometer chamber*. Populasi mikroba diamati di bawah mikroskop menggunakan perbesaran 400. Jumlah mikroba dihitung secara representatif pada 5 area pembacaan *haemocytometer chamber*, untuk mendapatkan data tingkat kepadatannya.

Uji Organoleptik Moromi

Pengujian organoleptik dilakukan oleh 3 panelis ahli terbatas yang dikhususkan sebagai panelis moromi di industri kecap, terhadap aroma khas asam dan warna moromi. Aroma yang diuji terdiri dari aroma asam dan aroma kedelai, sedangkan warna moromi diuji berdasarkan tingkat warna kecoklatannya. Kemudian hasil dari ketiga panelis tersebut dirata-rata sehingga dapat diketahui tingkat kesukaan panelis terhadap moromi hasil fermentasi terkendali dan spontan.

Aroma asam moromi terdiri atas 1 = tidak asam, 2 = agak asam, 3 = asam, dan 4 = sangat asam, sedangkan skor aroma kedelai meliputi 1 = tidak beraroma kedelai, 2 = agak beraroma kedelai, 3 = beraroma kedelai, dan 4 = sangat beraroma kedelai. Level warna moromi juga terdiri atas 4 skor, meliputi 1 = tidak coklat, 2 = agak coklat, 3 = coklat, dan 4 = sangat coklat.

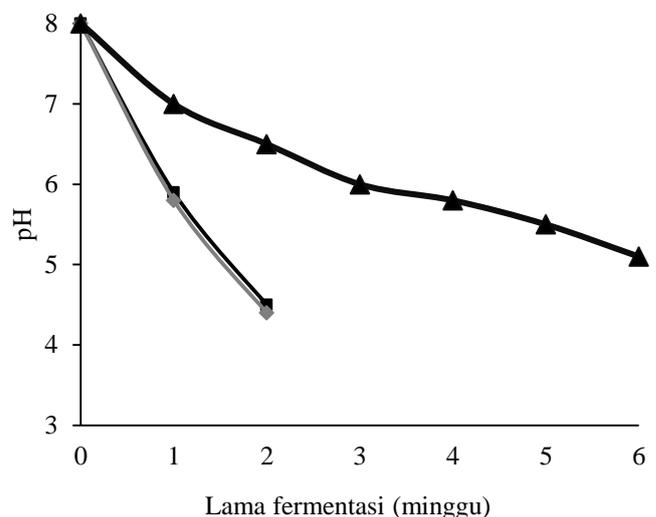
HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai pH Moromi Selama Fermentasi

Moromi yang diproduksi menggunakan *P. halophilus* FNCC 0033 pH 8 maupun moromi yang diproduksi menggunakan kombinasi *P. halophilus* FNCC 0033 dan *Z. rouxii* FNCC 3008 pH 8 dapat mencapai pH 4,5 dalam waktu 2 minggu. Jika dibandingkan dengan fermentasi moromi spontan (6 minggu), penggunaan inokulum *P. halophilus* FNCC 0033 pH 8 maupun kombinasi mampu mempercepat proses fermentasi (**Gambar 1**). Hal ini disebabkan *P. halophilus* FNCC 0033 bekerja dalam mengubah glukosa menjadi asam laktat melalui proses metabolisme. Hal tersebut sesuai dengan Bertoldi *et al.* (2002) yang menyatakan bahwa bakteri asam laktat dan bakteri fermentatif halofilik dapat mengubah karbohidrat, protein, dan lemak menjadi asam laktat, asam-asam volatil, alkohol,

dan ester yang dapat menurunkan pH produk.

Penambahan inokulum *P. halophilus* FNCC 0033 sangat mempengaruhi proses fermentasi moromi karena bakteri tersebut bersifat homofermentatif yang berarti dapat mengubah semua glukosa menjadi 2 mol laktat (Hutkins, 2006). Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Aarnikunnas (2006), bakteri asam laktat yang memiliki jalur homofermentatif biasanya membutuhkan lebih dari 90% substrat gula yang akan di ubah menjadi asam laktat menggunakan *emden meyerhof parnas pathway* sehingga dapat merubah 1 mol glukosa menjadi 2 mol laktat.

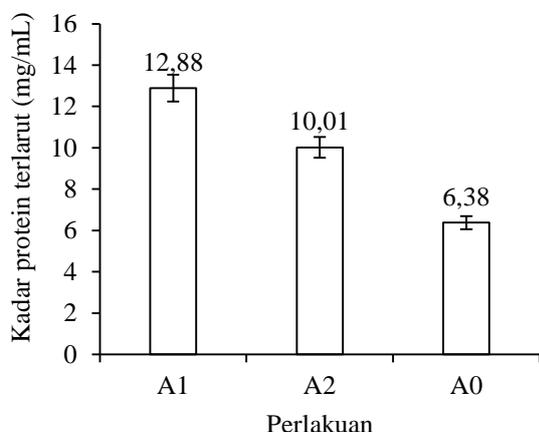


Gambar 1. Penurunan pH moromi terfermentasi *P. halophilus* FNCC 0033 (■); *P. halophilus* FNCC 0033 dan *Z. rouxii* FNCC 3008 (◆); fermentasi spontan (▲) pada pH awal sama 8,0

Protein Terlarut Moromi

Kadar protein terlarut moromi menunjukkan bahwa perlakuan dengan menggunakan *P. halophilus* FNCC 0033 dapat meningkatkan kandungan protein terlarut dibandingkan dengan moromi kontrol (tanpa penambahan inokulum). Kandungan protein terlarut pada moromi berkisar antara 12,88 mg/mL sampai 2,75 mg/mL. Kandungan protein terlarut

tertinggi dihasilkan pada moromi yang diproduksi menggunakan *P. halophilus* yaitu 12,88 mg/mL (**Gambar 2**).



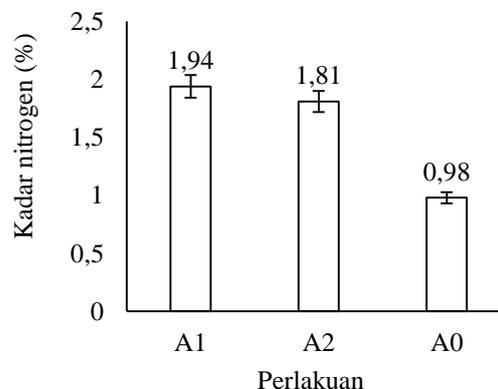
Gambar 2. Kadar protein terlarut moromi terfermentasi selama 2 minggu oleh *P. halophilus* FNCC 0033 pH 8 (A1); *P. halophilus* FNCC 0033 dan *Z. rouxii* FNCC 3008 pH 8 (A2); dan fermentasi spontan (A0)

Moromi yang diproduksi menggunakan *P. halophilus* FNCC 0033 maupun kombinasi *P. halophilus* FNCC 0033 dan *Z. rouxii* FNCC 3008 dapat menghasilkan protein terlarut lebih tinggi daripada moromi spontan yang hanya memiliki kadar protein terlarut sebesar 2,75 mg/mL. Rendahnya protein terlarut moromi kontrol dikarenakan protein terlarut hanya berasal dari koji yang difermentasi spontan. Diduga karena pada fermentasi moromi spontan membutuhkan masa adaptasi bakteri asam laktat dan yeast terhadap lingkungan sekitar sehingga waktu yang dibutuhkan lebih lama dan akan berpengaruh terhadap kadar protein terlarut yang dihasilkan. Moromi yang diproduksi menggunakan bakteri *P. halophilus* FNCC 0033 memiliki kandungan protein tertinggi karena *P. halophilus* FNCC 0033 merupakan salah satu bakteri asam laktat yang berperan pada fermentasi kecap kedelai maupun ikan untuk merombak oligopeptida menjadi asam amino oleh enzim protease yang dihasilkan bakteri

asam laktat (Zheng *et al.*, 2014). Moromi yang diproduksi menggunakan kombinasi lebih rendah karena *Z. rouxii* FNCC 3008 yang berperan dalam memecah glukosa menjadi alkohol serta pH optimum dari *Z. rouxii* yaitu 5. *Z. rouxii* dapat tumbuh pada pH sekitar 1,8-8,0 dengan pH optimum yaitu 5,0 (Van der Sluis, 2000). Peningkatan kadar protein selama fermentasi moromi menunjukkan bahwa protein kompleks mengalami proteolisis oleh enzim protease menjadi fraksi-fraksi peptida yang lebih pendek dan asam-asam amino sehingga dapat meningkatkan kadar protein terlarut (Rahayu *et al.*, 2005).

Total Nitrogen Moromi

Kandungan nitrogen pada moromi yaitu berkisar 1,94% sampai 0,98%. Kandungan nitrogen tertinggi dihasilkan oleh moromi yang diproduksi menggunakan *P. halophilus* FNCC 0033 pH 8 yaitu sebesar 1,94%.



Gambar 3. Kadar total nitrogen moromi terfermentasi *P. halophilus* FNCC 0033 pH 8 (A1), *P. halophilus* FNCC 0033 dan *Z. rouxii* FNCC 3008 pH 8 (A2), terfermentasi spontan (A0)

Moromi yang diproduksi menggunakan *P. halophilus* FNCC 0033 pH 8 maupun kombinasi dapat menghasilkan nitrogen total lebih tinggi daripada moromi spontan yang hanya memiliki nitrogen total sebesar 0,98%. Tingginya kandungan nitrogen pada sampel

dengan penambahan *P. halophilus* FNCC 0033 berbanding lurus dengan tingginya protein terlarut pada sampel tersebut. Hal tersebut didukung oleh Nisa *et al.* (2001) yang menyatakan bahwa bakteri asam laktat menggunakan sumber karbon sebagai sumber energi dan bahan pembentuk asam laktat, sedangkan nitrogen digunakan sebagai bahan pembentuk biomassa sel. Bakteri asam laktat pada fase pertumbuhan memanfaatkan protein sebagai sumber nitrogen, yang digunakan oleh bakteri untuk sintesis protein, asam amino sehingga apabila protein yang dihasilkan pada sampel tersebut tinggi maka nitrogen yang dihasilkan oleh mikroba juga tinggi (Nisa *et al.*, 2001).

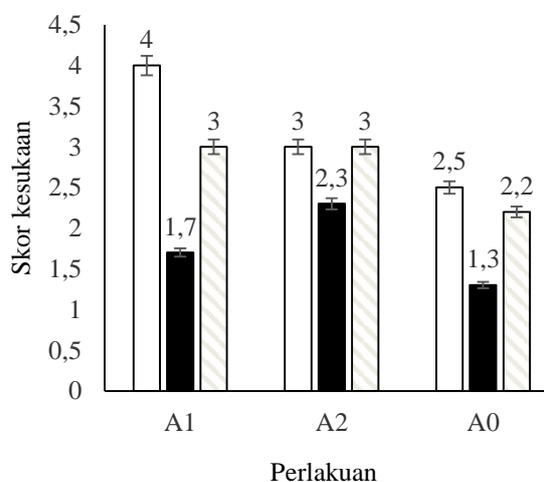
Tinggi rendahnya kandungan nitrogen menunjukkan seberapa besar tingkat konversi protein kedelai yang berhasil dipecah menjadi peptida terlarut dan asam amino. Kandungan nitrogen pada cairan moromi menunjukkan aktivitas protease yang memecah protein menjadi senyawa-senyawa sederhana sehingga total nitrogen yang dihasilkan semakin meningkat (Wulandari, 2008).

Uji Organoleptik Moromi

Hasil uji organoleptik oleh panelis ahli terhadap moromi hasil fermentasi *P. halophilus* FNCC 0033 menunjukkan skor yang lebih tinggi dibanding dengan moromi hasil fermentasi campuran *P. halophilus* FNCC 0033 dan *Z. rouxii* FNCC 3008. Demikian juga jika dibanding dengan fermentasi spontan dengan lama fermentasi yang sama selama 2 minggu, moromi hasil fermentasi *P. halophilus* FNCC 0033 lebih disukai, seperti tersaji dalam **Gambar 4**.

Besarnya aroma asam pada moromi dikarenakan pH yang rendah oleh bakteri asam laktat penghasil asam. Tingginya aroma asam pada moromi yang diproduksi menggunakan *P. halophilus* FNCC 0033 disebabkan aktivitas bakteri asam laktat dalam menghasilkan asam. Semakin rendah pH maka aroma asam meningkat. Desniar

(2011) juga menyatakan bahwa terpecahnya ion NaCl menjadi Na^+ dan Cl^- dimana ion Na^+ dibutuhkan oleh bakteri asam laktat untuk substitusi ion K^+ ketika terjadi difusi. Kemudian ion Cl^- akan berikatan dengan air membentuk HCl sehingga menjadikan jumlah air pada bahan berkurang dan membentuk suasana asam pada media bahan pangan. Moromi yang diproduksi menggunakan kombinasi inokulum memiliki aroma kedelai yang kuat hal tersebut diduga karena adanya kerja metabolisme glukosa dari khamir yang dapat menghasilkan senyawa volatil dan alkohol (Septiani *et al.*, 2004). Aroma asam maupun aroma kedelai pada moromi spontan memiliki nilai paling rendah karena pada umumnya umur 2 minggu belum menunjukkan adanya tanda-tanda aroma dan rasa yang khas. Pada umur tersebut proses biokimiawinya masih berlangsung sehingga aroma yang dihasilkan masih rendah (Wulandari, 2008).



Gambar 4. Nilai aroma kedelai (■), aroma asam (□) dan warna (▨) berdasarkan uji organoleptik moromi terfermentasi *P. halophilus* FNCC 0033 (A1); *P. halophilus* FNCC 0033 dan *Z. rouxii* FNCC 3008 (A2); dan fermentasi spontan (A0)

Warna moromi yang diproduksi menggunakan *P. halophilus* FNCC 0033 saja maupun kombinasi keduanya memiliki

nilai yang sama yaitu 3. Warna coklat pada moromi disebabkan reaksi antara asam amino dan gula reduksi. Menurut Septiani *et al.* (2004) adanya reaksi antara asam amino dengan gula akan menyebabkan terjadinya pencoklatan yang akan mempengaruhi mutu produk secara keseluruhan.

Uji Jumlah Mikroba Moromi (*Haemacytometer*)

Selama proses fermentasi koji, jumlah mikroba dalam cairan moromi yang diproduksi menggunakan *P. halophilus* FNCC 0033 dan kombinasi antara *P. halophilus* FNCC 0033 dan *Z. rouxii* FNCC 3008 memiliki jumlah mikroba yang sama yaitu sebesar 8,27 cfu/mL (**Tabel 1**). Banyaknya jumlah mikroba moromi dapat mempengaruhi kecepatan fermentasi moromi. Fermentasi moromi yang diproduksi menggunakan *P. halophilus* FNCC 0033 serta kombinasi antara *P. halophilus* FNCC 0033 dan *Z. rouxii* FNCC 3008 memiliki waktu fermentasi lebih cepat dibandingkan fermentasi moromi spontan. Semakin banyak mikroba yang tumbuh di dalam media maka akan mempercepat proses fermentasi sehingga dapat meningkatkan jumlah protein terlarut. Bakteri asam laktat pada fase pertumbuhan memanfaatkan protein yang ada pada kedelai sebagai sumber nitrogen untuk sintesis protein dan atau asam amino (Nisa *et al.*, 2001). Menurut Coster dan White (1964) pertumbuhan strain *P. halophilus* mulai dari pH 8-5, dan tidak dapat tumbuh pada pH 4,4. Oleh karena itu moromi yang diproduksi menggunakan bakteri asam laktat lebih cepat proses fermentasinya. Salah satu faktor yang diduga mempengaruhi adalah pH. Nilai pH awal fermentasi 8 merupakan pH optimum dari pertumbuhan *P. halophilus*.

Tabel 1. Log jumlah mikroba pada moromi selama fermentasi 2 minggu

Perlakuan	Populasi mikroba
	Log jumlah mikroba (cfu/mL)
<i>P. halophilus</i> FNCC 0033	8,27
<i>P. halophilus</i> FNCC 0033 dan <i>Z. rouxii</i> FNCC 3008	8,27
Fermentasi spontan	Tidak dihitung

KESIMPULAN

Moromi yang diproduksi menggunakan *P. halophilus* FNCC 0033 maupun kombinasi antara *P. halophilus* FNCC 0033 dan *Z. rouxii* FNCC 3008 pada pH 8 dapat mempercepat fermentasi dari 6 atau 8 menjadi 2 minggu. Kandungan protein terlarut moromi yang diproduksi menggunakan *P. halophilus* FNCC 0033 (12,88 mg/mL) lebih tinggi dibandingkan dengan moromi yang diproduksi menggunakan kombinasi *P. halophilus* FNCC 0033 dan *Z. rouxii* FNCC 3008 (10,0 mg/mL), serta fermentasi spontan yang hanya menghasilkan kandungan protein terlarut 6,4 mg/mL sampel.

DAFTAR PUSTAKA

- Aarnikunnas, J. 2006. "Metabolic Engineering of Lactic Acid Bacteria and Characterization of Novel Enzymes for The Production of Industrially Important Compounds". Disertasi. Faculty of Veterinary Medicines, University of Helsinki.
- Bertoldi, F.C., Santanna, F.S., dan Eeirao, L.H. 2002. Reducing the bitterness of tuna (*Euthyrnus Pelamis*) dark meat with *Lactobacillus casei* Subsp. *Casei* ATCC 392. *Journal Food Technology*, 87 (5): 41-45.
- Cahyadi, W. 2006. *Bahan Tambahan Pangan*. Bumi Aksara, Jakarta.

- Coster, E., dan White, H.R. 1964. Further studies of the genus *Pediococcus*. *Journal Microbiology*, 37: 15-31.
- Desniar. 2011. Aktivitas Bakteriosin dari bakteri asam laktat asal bekasam. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 14 (2): 124 – 133.
- Hutkins, R.W. 2006. *Microbiology and Technology of Fermented Foods*. Blackwell Publishing, Ames, Iowa USA.
- Kementerian Perindustrian RI. 2019. *Direktori Perusahaan Industri Kementerian Perindustrian*. (<https://kemenperin.go.id/direktori-perusahaan?what=kecap&prov=0>). [Diakses tanggal 1 September 2019].
- Koswara, S. 1997. Mengenal makanan tradisional hasil olahan kedelai. *Buletin Teknologi dan Industri Pangan*, 8 (2): 75-76.
- Maryani dan Rina. 2007. “Analisis Permintaan dan Penawaran Industri Kecap di Indonesia”. Skripsi. Departemen Ilmu Ekonsomi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Meutia, Y.R. 2015. Standarisasi produk kecap kedelai manis sebagai produk khas Indonesia, Bogor. *Jurnal Standarisasi*, 17 (2): 147-156.
- Nisa, C.F., Hani, R.H., Wastono, T., dan Baskoro, B., dan Moestijanto. 2001. Produksi nata dari limbah cair tahu (*whey*) kajian penambahan sukrosa dan ekstrak kecambah. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 2 (2): 74-78.
- Pratiwi, R.F., Utami, R., dan Nurhartadi, E. 2012. Pengaruh lama fermentasi moromi terhadap viskositas, kadar protein terlarut, aktivitas antioksidan dan sensori kecap bungkil wijen putih sangrai dan non sangrai. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 5 (2): 1-10.
- Rahayu, A., Suranto, P., dan Tjahjadi. 2005. Analisis karbohidrat, protein, dan lemak pada pembuatan kecap lamtoro gung (*Leucaena leucocephala*) terfermentasi *Aspergillus oryzae*. *Jurnal Bioteknologi*, 2: 14-20.
- Rosida, D.F, Apriyono, W., dan Zakaria, F.R. 2013. Karakteristik moromi dan kecap manis serta kajian aktivitas antioksidannya. *Artikel Teknologi Pangan*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Septiani, Y., Tjahjadi, P., dan Artini, P. 2004. Kadar karbohidrat, lemak, dan protein pada kecap dari tempe. *Jurnal Bioteknologi*, 1 (2): 48-53.
- Setiawati dan Budi. 2006. Kedelai hitam sebagai bahan baku kecap tinjauan varietas dan lama fermentasi terhadap mutu kecap. *Jurnal Ilmu Pertanian*, 2 (2): 1-10.
- Utami, R., Widowati, E., dan Purwandari, Y.W. 2015. Karakteristik kaldu nabati kedelai hitam kacang gude dan biji saga melalui fermentasi koji moromi. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 8 (1): 30-36.
- Van der Sluis, C., 2000. Effect of Threonine, Cystathionine and The Branched-Chain Amino Acids on The Metabolism of *Zygosaccharomyces rouxii*. *Journal Enzyme Microbial Technology*, 26: 293-301.
- Wulandari, A.G. 2008. “Pengaruh Lama Fermentasi Moromi Terhadap Kualitas Filtrat sebagai Bahan Baku Kecap”. Skripsi. Institute Pertanian Bogor, Bogor.
- Zheng, X., W. Xia, W., Wang, J., Jiang, Q., Xu, Y., dan Wang, H. 2014. Technological properties of *lacto-bacillus plantarum* strains isolated from chinese traditional low salt fermented whole fish. *Journal Food Control*, 40: 351-35.