**PENGARUH PENAMBAHAN *Lactobacillus plantarum* Dad-13 DAN *Saccharomyces boulardii* TERHADAP SIFAT FISIK, KIMIA, DAN TINGKAT KESUKAAN TAPAI UBI KAYU (*Manihot esculenta*) PROBIOTIK**

The Additional Effect Of *Lactobacillus Plantarum* Dad-13 And *Saccharomyces Boulardii* On Physical, Chemical Properties, And Preference Level Of Probiotic Cassava (*Manihot Esculenta*) *Tapai*

**Okavia Kasuci 1), Wisnu Adi Yulianto2), Agus Slamet 3)**

1)Mahasiswa Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Agroindustri

2,3)Dosen Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Agroindustri, Universitas Mercu Buana Yogyakarta,

Jl. Wates Km. 10 Yogyakarta 55244, Indonesia.

Email : okaviakasuci@gmail.com

**ABSTRAK**

Ubi kayu dapat diolah menjadi tapai. Secara umum tapai ubi kayu dibuat dengan penambahan ragi tapai. Makanan probiotik belakangan ini menjadi tren sebagai pangan fungsional, maka dari itu dalam penelitian ini ditambahkan *Lactobacillus plantarum* Dad-13 dan *Saccharomyces boulardii* agar menghasilkan tapai probiotik. Tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui pengaruh jenis penambahan inokulum dan varietas ubi kayu terhadap sifat kimia, fisik, jumlah probiotik, serta tingkat kesukaan tapai ubi kayu probiotik.

 Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap pola faktorial dengan perlakuan penambahan jenis inokulum dan varietas ubi kayu. Faktor pertama, jenis inokulum yang digunakan adalah NKL, *Saccharomyces boulardii* dan *Lactobacillus plantarum* Dad-13, sedangkan faktor kedua ialah varietas ubi kayu yang digunakan jenis kuning (mentega) dan putih (meni). Analisis yang dilakukan meliputi pH, kadar air, gula total dan kadar alkohol, warna, jumlah bakteri asam laktat (BAL) dan *yeast*. Uji aktivitas antioksidan serta tingkat kesukaan. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan *Analysis of Variance One Way* dan apabila ada perbedaan antar perlakuan dilanjutkan dengan uji *Duncan’s Multiple Range Test* dengan tingkat signifikan 0,05.

 Hasil penelitian menunjukkan jenis inokulum dan varietas ubi kayu berinteraksi terhadap pH, kadar air, gula total dan kadar alkohol), sifat fisik (warna), jumlah BAL dan *yeast*, aktivitas antioksidan serta tingkat kesukaan tapai ubi kayu probiotik yang dihasilkan. Tapai probiotik yang disukai panelis yaitu tapai ubi kayu kuning yang ditambah inokulum NKL dan kedua jenis probiotik mempunyai nilai pH 5,65, kadar air 57,88%, aktivitas antioksidan 90%RSA, gula total 14,99%, kadar alkohol 3,38%, warna *lightness* 54,97, *redness* 1,95, *yellowness* 20,28, jumlah BAL 6,3 x 108 CFU/g, dan jumlah *yeast* 6,3 x 107 CFU/g.

Kata kunci: *Saccharomyces boulardii,* *Lactobacillus plantarum* Dad-13, Varietas ubi kayu, tapai probiotik.

**ABSTRACT**

*Cassava can be processed into tapai. In general, cassava tapai is made with the addition of tapai yeast. Probiotic foods have recently become a trend as functional food, therefore in this study Lactobacillus plantarum Dad-13 and Saccharomyces boulardii were added to produce probiotic tapai. The purpose of the study was to determine the effect of the type of addition of inoculum and varieties of cassava on the chemical, physical, number of probiotics, and the level of preference of the probiotic cassava tapai.*

*This study used a completely randomized design with a factorial pattern with the addition of inoculum types and cassava varieties. The first factor is the type of inoculum used are the NKL, Saccharomyces boulardii, and Lactobacillus plantarum Dad-13, while the second factor is the cassava variety used types of yellow (butter) and white (meni). The analysis includes pH, water content, total sugar and alcohol content, color, number of lactic acid bacteria (LAB), and yeast. Test antioxidant activity and level of preference. The data obtained were analyzed using the Analysis of Variance One Way and if there were differences between treatments, it was continued with Duncan's Multiple Range Test with a significant level of 0.05.*

*The results showed that the type of inoculum and varieties of cassava affected on pH, ​​water content, total sugar and alcohol content, physical properties (color), the amount of LAB and yeast, antioxidant activity, and the level of preference of the probiotic tapai cassava produced. The probiotic tapai preferred by the panelists was the yellow cassava tapai added with NKL inoculum and both types of probiotics had a pH value of 5.65, water content 57.88%, antioxidant activity 90% RSA, total sugar 14.99%, alcohol content 3.38%, color lightness 54.97, redness 1.95, yellowness 20.28, total BAL 6.3 x 108 CFU/g, and total yeast 6.3 x 107 CFU/g.*

Keyword : *Saccharomyces boulardii,* *Lactobacillus plantarum* Dad-13, cassava variety, probiotic *tapai*

**PENDAHULUAN**

Ubi kayu (*Manihot esculenta*) dikenal juga sebagai ketela pohon atau singkong, merupakan tanaman tahunan tropika dan subtropika. Umbinya dimanfaatkan sebagai sumber pangan pokok karena mengandung karbohidrat tinggi atau kaya akan pati. Ubi kayu dapat diolah atau diawetkan menjadi berbagai macam produk baik pangan maupun non pangan (Amarullah dkk., 2016). Salah satu poroduk dari olahan ubi kayu adalah tapai. Tapai diperoleh dari proses fermentasi yaitu terjadi reaksi oksidasi senyawa organik dalam beras, ketan, dan ketela dengan ragi tape (*Saccharomyces cerevisiae*). Kandungan utama senyawa organik tersebut adalah karbohidrat (pati atau polisakarida) (Suaniti, 2015).

Tapai merupakan hasil fermentasi ubi kayu mengandung probiotik yang hidup dari mikroorganisme bakteri asam laktat. Probiotik adalah mikroorganisme hidup yang saat dikonsumsi dengan jumlah yang cukup tetap hidup sampai saluran pencernaan serta memberikan manfaat kesehatan bagi tubuh melalui keseimbangan mikrobiota (FAO, 2002 dalam Tari dkk., 2016). Agar probiotik benar-benar bermanfaat bagi kesehatan, kriteria berikut setidaknya harus dipenuhi: dapat tahan di dalam ekosistem intestin, ketika digunakan, dan selama penyimpanan, probiotik tetap hidup dan stabil. Jumlah minimal strain probiotik yang ada dalam produk makanan adalah sebesar 106 CFU/g atau jumlah strain probiotik yang harus dikonsumsi setiap hari sekitar 108 CFU/g, dengan tujuan untuk mengimbangi kemungkinan penurunan jumlah bakteri probiotik pada saat berada dalam jalur pencernaan (Yuniastuti,2015).

Penggunaan bakteri asam laktat (BAL) pada pengolahan pangan sudah dilakukan sejak dulu, untuk mencegah kebusukan pada makanan akibat bakteri patogen *Lactobacillus plantarum* lebih tahan pada keadaan asam sehingga sering digunakan ditahapan akhir proses fermentasi tipe asam laktat tidak menghasilkan gas karena sifatnya homofermentatif. Selain itu *Lactobacillus plantarum* menurut Jenie dan Rini (1995), dapat menghasilkan bateriosin yang bersifat sebagai zat antibiotik walaupun pada konsentrasi rendah. *Lactobacillus plantarum* mengubah senyawa komplek menjadi senyawa yang lebih sederhana. Probiotik ini juga dapat digunakan sebagai kultur *starter* untuk fermentasi susu (Wardani dkk., 2017).

*Saccharomyces boulardii* merupakan salah satu dari probiotik yang paling banyak digunakan dan umumnya digunakan untuk melawan mikroorganisme patogen usus dan oleh karena itu dapat memiliki manfaat khusus dalam meningkatkan kinerja inang (Rajkowska dkk., 2014). Lascano dkk. (2009) menyimpulkan bahwa ragi probiotik *Saccharomyces boulardii* memiliki potensi untuk meningkatkan kesehatan usus dengan mengurangi durasi dan keparahan diare.

Dari berbagai strain bakteri asam laktat (BAL) termasuk beberapa *Lactobacillus*, sejumlah *Bifidobacterium,* dan hanya 1 spesies *Saccharomyces boulardii* yang diakui sebagai mikroorganisme utama probiotik. Kelompok bakteri, terutama *Lactobacillus plantarum* Dad-13 yang diisolasi dari dadih telah menunjukkan potensinya sebagai probiotik, di antaranya mampu memberikan efek kesehatan preventif sebagai agen anti diare (Tari, dkk. 2016). Sementara itu, interaksi *Saccharomyces boulardii* dengan sistem kekebalan bawaan baru-baru ini telah terbukti sehingga membuka potensi terapeutik baru dari *yeast* dalam kasus penyakit yang berhubungan dengan infeksi usus, tetapi juga patologi lain yang terkait dengan disbiosis seperti penyakit inflamasi (McFarland, 2017). Menurut Nurjannah dkk., (2020), tolak ukur keberhasilan fermentasi ialah terbentuknya alkohol setelah 12 jam inkubasi.

Selain dari penambahan inokulum faktor terpenting dalam pembuatan tapai probiotik adalah jenis bahan baku yang digunakan. Ubi kayu atau singkong merupakan bahan pangan potensial masa depan dalam tatanan pengembangan agribisnis dan agroindustri. Sebagai bahan baku industri pangan salah satu bentuk pengolahannya adalah tapai (Asnawi dkk, 2013). Ubi kayu dalam pembuatan tapai bisa menggunakan varietas ubi kayu putih (meni) dan kuning (mentega) yang mempunyai masing-masing keunggulan.

Tujuan penelitian ini ialah untuk mengetahui pengaruh penambahan *Lactobacillus plantarum* Dad-13 dan *Saccharomyces boulardii* terhadap sifat kimia, fisik tapai ubi kayu probiotik yang dihasilkan serta menentukan jenis inokulum probiotik yang ditambahkan dan jenis ubi kayu yang dapat menghasilkan tapai probiotik yang disukai panelis. Penelitian ini diharapkan dapat membantu menyediakan pangan fungsional, khususnya makanan tradisional yang ada di Indonesia yang berpotensi tinggi untuk menyehatkan masyarakat melalui konsumsi tapai probiotik.

**METODE PENELITIAN**

**Bahan**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bahan utama, bahan tambahan dan bahan kimia untuk analisis kimia. Bahan utama yang digunakan adalah ubi kayu (*M. esculenta)*, ragi tapai *merk* NKL, yeast *Lactobacillus plantarum* Dad-13 dan *Saccharomyces boulardii* serta air bersih. Ubi kayu putih (meni) memiliki kulit dalam berwarna merah muda dengan daging berwarna putih dan ubi kayu kuning (mentega) memiliki kulit dalam berwarna kekuningan dengan daging berwarna kuning berkisar umur 9 bulan diperoleh dari pasar Telo Karangkajen, Brontokusuman, Kec. Mergangsan, Kota Yogyakarta, DI Yogyakarta yang kemudian dilakukan proses pengkupasan kulit, pencucian dan pemotongan. Ragi tapai merk NKL diperoleh dari Pasar Muntilan, Muntilan. Sementara itu bahan tambahan yang digunakan adalah air. Gula putih sebanyak 60 g untuk 1 kg ubi kayu diperoleh dari Indomart, Sedayu, Kab. Bantu, DI Yogyakarta. Sementara *Lactobacillus plantarum* Dad-13 diperoleh dari Pusat Kajian Pangan dan Gizi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta dan *Saccharomyces boulardii* dengan merk *Now Foods* diperoleh dari Tokopedia. Bahan yang digunakan untuk analisa jumlah *yeast* yaitu media *Potato dextrose agar* (PDA), jumlah BAL yaitu de Man Rogosa Sharpe agar (MRS Agar), bahan kimia yang digunakan untuk analisis: Aquades, gula total (HCl 30%, NaOH 45%, HCl 0,3 N, Nelson A (Na2 CO3 , KNaC4 H4 O6·4H2 O, NaHCO3 , Na2 SO4 ), Nelson B (CuSO4 .5H2O, H2 SO4 ), dan Arsenomolibdat), alkohol (Kristal K2CO3, H2SO4 pekat, Kristal K2CrO7, Etanol absolut), aktivitas antioksidan (DPPH 0,2 mMol).

**Alat**

Alat yang digunakan untuk pembuatan tapai ubi kayu adalah timbangan digital, penggaris, baskom, panci perebus, panci, sendok, kompor, nampan, talenan, pisau, daun pisang, dan cup plastik untuk tempat tapai. Peralatan analisa fisik, kimia, mikroorganisme, sensoris meliputi gelas ukur (*Pyrex* *Iwaki*), labu ukur (*Pyrex Iwaki*), botol timbang (*Pyrex* *Iwaki*), *micro* pipet (*Acura 825 autoclavable*), neraca analitik (*Ohaus*), porselen, penjepit, mortar, desikator, spatula, nampan, colorimeter (NH300), spektrofotometri UV–Vis (Shimadzu UV mini 1240), inkubator, desikator, *waterbath*, cawan *Conway,* *vortex* (*Maxi Mix II type 37600*), tabung reaksi, erlanmeyer (*Pyrex*), pipet tetes, cawan petri, *beaker glass*, tabung reaksi (*pyrex Iwaki*), corong, pipet ukur, rak tabung, kertas saring, penjepit, kompor gas, nampan, wadah plastik, sendok, mangkuk, dan lemari pendingin.

**Waktu dan Tempat**

Tempat pelaksanaan penelitian dilakukan di labolatorium Pengolahan Hasil Pertanian Fakultas Agroindustri Universitas Mercu Buana Yogyakarta. Penelitian dilaksanakan pada 13 Oktober – 24 Desember 2021.

**Cara Penelitian**

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap antara lain:

1. NKL

Menghaluskan 4 butir NKL dan disaring. Kemudian ditambahkan tepung beras sangrai sebanyak 15 g.

1. Lactobacillus plantarum dad-13

Menghaluskan 4 kapsul agar mendapatkan berat 1 g. Kemudian ditambahkan dengan tepung beras sangrai sebanyak 99 g. Perkiraan jumlah sel awal memiliki 108 CFU dalam 1 g starter yang digunakan.

1. Saccharomyces boulardii

Menghaluskan kapsul hingga mendapatkan berat 2,8 g. Kemudian ditambahkan dengan tepung beras sangrai sebanyak 27,2 g. Perkiraan jumlah sel awal memiliki 1,78 x 108 CFU dalam 1 g starter yang digunakan.

1. Gula putih

Menggunakan gula putih sebanyak 60 g untuk 1 kg ubi kayu. Sedangkan pada saat proses pembuatan tapai ubi kayu probiotik untuk 250 g memakai 15 g gula putih.

1. Pembuatan tapai ubi kayu probiotik

**Analisis yang Dilakukan**

1. Analisis Fisik

 Warna metode Colorimeter

2. Analisis Kimia

1. Analisis Derajat Keasaman
2. Analisis Kadar Air metode Gravimetri (Sudarmadji, 1997)
3. Analisis Kadar Gula total (Sudarmadji, 1997)
4. Analisis Kadar Alkohol dengan uji kuantitatif (Sudarmadji, 1996).

3. Uji Tingkat Kesukaan metode hedonik

1. Jumlah yeast (Fardiaz, 1993).
2. Jumlah sel bakteri asam laktat (BAL)

4. Aktivitas Antioksidan (Pujimulyani, 2005)

5. Uji Organoleptik

**Rancangan Percobaan**

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak lengkap pola faktorial dengan masing - masing dua faktor perlakuan dan dua kali ulangan. Dengan faktor perlakuan dalam penelitian ini adalah penambahan jenis inokulum dan varietas ubi kayu. Data yang diperoleh akan dihitung menggunakan metode statistik ANOVA, apabila ada perbedaan nyata antar perlakuan dilakukan dengan uji beda nyata *Duncan’s Multiple Range Test* (DMRT) pada tingkat kepercayaan α = 5%.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Uji Warna**

Pengukuran warna secara objektif dilakukan dengan menggunakan alat *colorimeter*. Warna merupakan suatu sifat bahan yang berasal dari penyebaran spektrum sinar, begitu juga dengan kilap dari bahan yang dipengaruhi oleh sinar pantul.

**Uji warna nilai L\* (*lightness*)**

Nilai *Lightness* merupakan parameter kecerahan, nilai *L\** mendekati 0 maka warna akan semakin gelap begitupun sebaliknya, jika nilai *L\** menjauhi angka 0 maka warna suatu bahan pangan akan semakin cerah. Hasil uji statistik *L\** tapai ubi kayu varietas kuning dan putih dengan penambahan jenis inokulum NKL, NKL dengan *Saccharomyces boulardii*, NKL dengan *Lactobacillus plantarum* Dad-13, dan NKL dengan kombinasi keduanya disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1. Nilai *Lightness* (*L\**) tapai ubi kayu probiotik**

|  |  |
| --- | --- |
| **Jenis Inokulum** | **Jenis Ubi Kayu** |
| **Kuning** | **Putih** |
| NKL | 51,16 ± 0,70a | 56,28 ± 4,98ab |
| NKL dengan *Saccharomyces boulardii* | 53,25 ± 0,30a | 55,34 ± 1,42ab |
| NKL dengan *Lactobacillus plantarum* Dad-13 | 55,09 ± 0,65ab | 58,76 ± 7,10b |
| NKL dengan *Saccharomyces boulardii* dan *Lactobacillus plantarum* Dad-13 | 54,97 ± 0,75ab | 58,91 ± 1,00b |

Keterangan :

\*Notasi huruf yang berbeda menunjukan adanya perbedaan nyata (P<0,05)

\*Nilai merupakan rerata dari dua ulangan analisa dan dua percobaan

Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan adanya interaksi antara varietas ubi kayu dengan penambahan jenis inokulum terhadap nilai *lightness* tapai ubi kayu probiotik. Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai *lightness* tertinggi adalah tapai ubi kayu putih penambahan jenis inokulum NKL dengan *S. boulardii* dan *L. plantarum* Dad-13 serta tapai ubi kayu putih penambahan NKL dengan *L. plantarum* Dad-13. Sedangakan nilai *lightness* terendah pada tapai ubi kayu kuning dengan penambahan jenis inokulum NKL dan tapai ubi kayu kuning penambahan jenis inokulum NKL dengan *S.boulardii*.

Warna tapai ubi kayu ditentukan dari warna daging ubi kayu yang digunakan dalam pembuatannya. Winarno, (2002) dalam Indarto, (2021) menyatakan bahwa warna daging ubi kayu dibedakan menjadi dua macam, yaitu ubi kayu putih dan ubi kayu kuning. Hastuti, dkk., (2015) dalam penelitiannya menyatakan bahwa morfologi semua isolate *L. plantarum* adalah koloni berbentuk bulat, cembung, berwarna putih, gram positif dan katalase negatif.

Perubahan warna *lightness* disebabkan karena adanya reaksi *maillard* pada saat proses pengukusan dalam pembuatan tapai ubi kayu. Reaksi *maillard* merupakan reaksi antara gugus karbonil dan gugus amina primer. Gugus amina primer berasal dari asam amino atau protein, sementara gugus karbonil dalam makanan banyak berasal dari gula-gula pereduksi (Heath dan Reineccius, 1986).

**Uji warna nilai a\* (*redness*)**

Herawati (2011), melaporkan bahwa nilai *hue* atau nilai *redness* merupakan parameter nilai kromatik yang menyatakan bahwa warna kromatik campuran merah-hijau dengan nilai +a\* (positif) dari angka 0 sampai 100 untuk warna merah dan nilai –a\* (negatif) dari angka 0 sampai -80 untuk warna hijau. Nilai warna *redness* pada tapai ubi kayu kuning dan putih dengan penambahan jenis inokulum NKL, NKL dengan *Saccharomyces boulardii*, NKL dengan *Lactobacillus plantarum* Dad-13, dan NKL dengan kombinasi keduanya disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2. Nilai *Redness* (*a\**) tapai ubi kayu probiotik**

|  |  |
| --- | --- |
| **Jenis Inokulum** | **Jenis Ubi Kayu** |
| **Kuning** | **Putih** |
| NKL | 1,88 ± 0,13b | 0,62 ± 2,25a |
| NKL dengan *Saccharomyces boulardii* | 2,02 ± 0,19b | 1,09 ± 0,77b |
| NKL dengan *Lactobacillus plantarum* Dad-13 | 1,82 ± 0,04b | 1,23 ± 0,44b |
| NKL dengan *Saccharomyces boulardii* dan *Lactobacillus plantarum* Dad-13 | 1,95 ± 0,12b | 0,68 ± 0,45b |

Keterangan :

\*Notasi huruf yang berbeda menunjukan adanya perbedaan nyata (P<0,05)

\*Nilai merupakan rerata dari dua ulangan analisa dan dua percobaan

Berdasarkan pada Tabel 2 menunjukkan bahwa warna *redness* tapai ubi kayu tidak ada interaksi antara varietas ubi kayu dan penambahan jenis inokulum sehingga tidak berpengaruh nyata (P<0,05) pada warna *redness* tapai ubi kayu. Menurut Wariyah (2012) dalam Indarto (2021) menyatakan semakin tinggi nilai merah (*red*) maka bahan akan semakin tampak lebih gelap. Pembentukan warna merah (*red*) disebabkan karena adanya proses reaksi *maillard* yang terjadi pada saat pengukusan ubi kayu, yaitu adanya reaksi antara karbohidrat dengan asam amino. Gugus karboksil akan bereaksi dengan gugus amino atau peptide sehingga terbentuk glikosilamin selama pemanasan. Selanjutnya komponen-komponen ini mengalami polimerisasi membentuk komponen berwarna gelap “*melanoid*” yang menyebabkan perubahan warna pada produk sehingga produk akan menjadi kecoklatan (Fenema, 1996 dalam Indarto, 2021).

**Uji warna nilai b\* (*yellowness*)**

Warna *yellowness* atau kekuningan (*b\**) pada tapai ubi kayu verietas kuning dan putih dengan penambahan jenis inokulum NKL, NKL dengan *Saccharomyces boulardii*, NKL dengan *Lactobacillus plantarum* Dad-13, dan NKL dengan kombinasi keduanya disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 3. Nilai *Yellowness* (*b\**) tapai ubi kayu probiotik**

|  |  |
| --- | --- |
| **Jenis Inokulum** | **Jenis Ubi Kayu** |
| **Kuning** | **Putih** |
| NKL | 16,34 ± 2,51b | 9,26 ± 0,34a |
| NKL dengan *Saccharomyces boulardii* | 18,62 ± 0,71c | 10,40 ± 1,26a |
| NKL dengan *Lactobacillus plantarum* Dad-13 | 20,53 ± 1,22d | 10,88 ± 0,32a |
| NKL dengan *Saccharomyces boulardii* dan *Lactobacillus plantarum* Dad-13 | 20,28 ± 0,72cd | 9,43 ± 0,62a |

 Keterangan :

\*Notasi huruf yang berbeda menunjukan adanya perbedaan nyata (P<0,05)

\*Nilai merupakan rerata dari dua ulangan analisa dan dua percobaan

Berdasarkan hasil analisis dalam Tabel 3 menunjukkan bahwa varietas ubi kayu dan penambahan jenis inokulum pada pembuatan tapai ubi kayu probiotik berbeda nyata terhadap nilai *yellowness* tapai ubi kayu probiotik yang dihasilkan. Dari uji statistik yang dilakukan untuk nilai *yellowness* tapai ubi kayu probiotik diketahui bahwa adanya interaksi antara varietas ubi kayu dan penambahan inokulum, nilai *yellowness* tertinggi terdapat pada tapai ubi kayu kuning penambahan NKL dengan *L. plantarum* Dad-13 sebesar 20,53%. Namun pada tapai ubi kayu putih dengan penambahan jenis inokulum NKL, NKL dengan *S. boulardii*, NKL dengan *L. plantarum* Dad-13 dan NKL dengan penambahan inokulum keduanya tidak berbeda nyata (P<0,05) terhadap nilai *yellowness* tapai ubi kayu probiotik.

Berdasarkan hasil penelitian Hartati, dkk., (2014) menyatakan bahwa jenis ubi kayu yang mengandung beta karoten yaitu ubi kayu Mentega, Menti, dan Adira 1, beta karoten dimanfaatkan untuk berbagai fungsi metabolisme pada manusia. Beta karoten merupakan provitamin A yang dapat diubah menjadi vitamin A didalam tubuh, berfungsi mencegah penyakit mata karena kekurangan vitamin A (Krisno dan Agustin, 2012 dalam Indarto, 2021). Ubi kayu dengan daging kuning diindikasikan sebagai sumber provitamin A.

**Sifat Kimia**

Sifat kimia yang diuji pada tapai ubi kayu terdiri dari derajat keasaman (pH), kadar air, gula total, dan kadar alkohol.

**1. Derajat Keasaman (pH)**

Hasil analisis derajat keasaman (pH) tapai varietas ubi kayu mentega (kuning) dan putih serta penambahan probiotik NKL, NKL dengan *S. boulardii*, NKL dengan *L. plantarum* Dad-13, dan NKL dengan penambahan keduanya disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4. Derajat keasaman (pH) tapai ubi kayu dari berbagai penambahan inokulum**

|  |  |
| --- | --- |
| **Jenis Inokulum** | **Jenis Ubi Kayu** |
| **Kuning** | **Putih** |
| NKL | 6,55 ± 0,16e | 6,22 ± 0,02d |
| NKL dengan *Saccharomyces boulardii* | 5,83 ± 0,25c | 5,54 ± 0,06ab |
| NKL dengan *Lactobacillus plantarum* Dad-13 | 6,10 ± 0,24d | 5,49 ± 0,03ab |
| NKL dengan *Saccharomyces boulardii* dan *Lactobacillus plantarum* Dad-13 | 5,65 ± 0,12bc | 5,37 ± 0,12a |

Keterangan

\*Notasi huruf yang berbeda menunjukan adanya perbedaan nyata (P<0,05)

\*Nilai merupakan rerata dari dua ulangan analisa dan dua percobaan

Berdasarkan hasil uji statistika pada Tabel 4 tapai yang diberikan penambahan jenis inokulum dan varietas ubi kayu menunjukkan berbeda nyata terhadap nilai pH yang dihasilkan. Hasil pengamatan terhadap nilai pH (Tabel 4) menunjukkan bahwa angka tapai ubi kayu mentega (kuning) dengan penambahan NKL, NKL dengan *S. boulardii*, NKL dengan *L. plantarum* Dad-13, serta penambahan keduanya memiliki angka berturut-turut 6,55± 0,16; 5,83 ± 0,25; 6,10 ± 0,24; dan 5,65 ± 0,12. Sedangkan tapai ubi kayu putih dengan penambahan NKL, NKL dengan *S. boulardii*, NKL dengan *L. plantarum* Dad-13, serta penambahan keduanya memiliki angka berturut-turut 6,22±0,02; 5,54±0,06; 5,49±0,03; dan 5,37±0,12. Nilai pH tersebut masih berada dalam kisaran nilai pH untuk produk-produk fermentasi tapai.

Perbedaan ini disebabkan karena kondisi proses metabolisme masing-masing strain bakteri asam laktat tidak sama. Menurut Ulyatu dkk. (2015) menyatakan bahwa peningkatan populasi sel mengakibatkan tingkat metabolisme yang tinggi, menyebabkan akumulasi asam laktat yang dihasilkan. Seiring dengan akumulasi asam laktat, terjadi penurunan pH susu wijen dari 6,1 menjadi 4,5 selama fermentasi 18 jam. Ini berarti bahwa *L. plantarum* Dad-13 dapat memanfaatkan nutrisi dalam susu wijen untuk pertumbuhan serta aktivitas metabolisme yang mengakibatkan produksi asam dan penurunan pH.

Selama pertumbuhannya di dalam proses fermentasi, BAL akan menggunakan sumber gula (laktosa) dan menghidrolisisnya (Purwandhani dkk., 2017). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang telah dilakukan, tapai ubi kayu mentega (kuning) dan putih yang diberi penambahan NKL dan *L. plantarum* Dad-13 memiliki nilai pH 6,10 dan 5,49. Tapai ubi kayu mentega dengan penambahan *L. plantarum* Dad-13 mengalami penurunan. Sedangkan tidak berbeda nyata dengan tapai ubi kayu putih penambahan NKL. Namun pada tapai ubi kayu putih penambahan *L. plantarum* Dad-13 mengalami penurunan.

Hasil metabolisme gula laktosa oleh BAL berupa energi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan sel BAL juga menghasilkan asam organik terutama asam laktat sehingga dengan meningkatnya populasi bakteri asam laktat selama fermentasi dari jam ke-0 sampai dengan jam ke-18, dapat menyebabkan terjadinya akumulasi asam laktat. Akumulasi asam laktat ini menyebabkan peningkatan keasaman yang mengakibatkan penurunan pH selama fermentasi (Purwandhani, dkk., 2017). Menurut Kuswanto dan Sudarmadji (1987), degradasi terhadap pati oleh bakteri, jamur dan khamir akan menghasilkan asam organik, sehingga mengakibatkan derajat keasaman (pH) menurun.

*S. boulardii* berkerabat dekat secara taksonomi *S. cerevisiae* (Lukaszewicz, 2012). *S. boulardii* berbeda secara fisiologis dan metabolik karena suhu pertumbuhan optimumnya adalah 37°C, dan tahan terhadap pH rendah serta toleran terhadap asam empedu. Sedangkan galur lainnya *S. cerevisiae* lebih menyukai suhu yang lebih dingin (30–33°C) dan tidak bertahan dengan baik dalam rentang pH asam (Pennacchia dkk., 2008). *Saccharomyces cerevisiae* yang terkandung dalam ragi tapai dapat tumbuh pada pH 6,5. Hal ini sesuai dengan pendapat Roukas (1994) dalam Oktaviana, dkk. (2015) menyatakan bahwa kisaran pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* adalah pada pH 3,5-6,5 dan *Saccharomyces cerevisiae* tidak dapat tumbuh pada kondisi basa. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang telah dilakukan, tapai ubi kayu mentega (kuning) dan putih dengan penambahan NKL memiliki nilai pH 6,55 dan 6,22. Setelah ditambahkan dengan *S. boulardii,* tapai ubi kayu mentega (kuning) dan putih dengan penambahan NKL dan *S. boulardii* pada Tabel 4 mengalami penurunan pH yaitu 5,83 dan 5,54. Tapai ubi kayu yang telah ditambahkan *S. boulardii* dan *L. plantarum* Dad-13 menunjukkan penurunan pH.

Elevri dan Putra (2006) dalam Oktaviana, dkk. (2015) melaporkan bahwa produk etanol oleh *Saccharomyces cerevisiae* paling maksimal dapat dicapai pada pH 4,5, dan Camacho (2003) dalam Oktaviana, dkk. (2015) mengatakan bahwa *Saccharomyces cerevisiae* tumbuh baik pada suhu 30oC dan pH 4,8. Menurut Graff, dkk. (2008) melaporkan bahwa ada sebuah studi tentang perbandingan antara *S. boulardii* dan *S.cerevisiae* menunjukkan jika viabilitas yang pertama tetap terjaga hingga pH 2 sedangkan yang terakhir menurun secara signifikan pada pH 6, 3, dan 2. Edwards-Ing dkk., (2007) dalam Graff, dkk. (2008), menyatakan bahwa tidak ada strain ragi yang menunjukkan kelangsungan hidup pada pH 1.

**2. Kadar Air**

Hasil analisis kadar air tapai varietas ubi kayu mentega (kuning) dan putih serta penambahan probiotik NKL, NKL dengan *S. boulardii*, NKL dengan *L. plantarum* Dad-13, dan NKL dengan penambahan keduanya disajikan pada Tabel 5.

**Tabel 5. Kadar air (%bb) tapai ubi kayu dari berbagai penambahan inokulum**

|  |  |
| --- | --- |
| **Jenis Inokulum** | **Jenis Ubi Kayu** |
| **Kuning** | **Putih** |
| NKL | 52,50 ± 0,51a | 54,63 ± 2,80abc |
| NKL dengan *Saccharomyces boulardii* | 52,92 ± 0,53ab | 53,61 ± 2,48abc |
| NKL dengan *Lactobacillus plantarum* Dad-13 | 54,69 ± 4,58abc | 57,34 ± 3,18bc |
| NKL dengan *Saccharomyces boulardii* dan *Lactobacillus plantarum* Dad-13 | 57,88 ± 3,48c | 56,40 ± 1,79abc |

Keterangan

\*Notasi huruf yang berbeda menunjukan adanya perbedaan nyata (P<0,05)

\*Nilai merupakan rerata dari dua ulangan analisa dan dua percobaan

Berdasarkan hasil uji statistika dalam Tabel 5, bahwa varietas ubi kayu yang berbeda serta penambahan probiotik yang digunakan ada beda nyata terhadap kadar air. Tapai ubi kayu kuning penambahan inokulum NKL dengan *S. boulardii* dan *L. plantarum* Dad-13, serta penambahan inokulum NKL dengan *L. plantarum* Dad-13 berbeda nyata dengan tapai ubi kayu kuning penambahan inokulum NKL dan NKL dengan *S. boulardii*. Namun pada tapai ubi kayu putih dengan penambahan jenis inokulum yang digunakan tidak berbeda nyata.

Kandungan air tapai ubi kayu varietas mentega (kuning) dengan penambahan NKL, NKL dengan *S. boulardii* , NKL dengan *L. plantarum* Dad-13, serta NKL dengan penambahan keduanya memiliki angka berturut-turut yaitu 52,50 ± 0,51%bb; 52,92 ± 0,53%bb; 54,69 ± 4,58%bb; dan 57,88 ± 3,48%bb. Kandungan air tapai ubi kayu putih dengan penambahan ragi NKL, NKL dengan *S. boulardii* , NKL dengan *L. plantarum* Dad-13, serta NKL dengan penambahan keduanya memiliki angka berturut-turut yaitu 54,63 ± 2,80%bb; 53,61 ± 2,48%bb; 57,34 ± 3,18%bb; dan 56,40 ± 1,79%bb. Perbedaan kadar air dipengaruhi dari varietas ubi kayu, air yang terdapat pada ubi kayu kuning 60 g dan ubi kayu putih 62,5 g (Balitkabi, 2016). Kadar air dalam komposisi gizi tapai ubi kayu ialah 56,1 g (Anonymous, 1992).

Pada Tabel 5 tapai ubi kayu penambahan inokulum NKL, NKL dengan *S. boulardii* mempunyai kadar air yang rendah. Namun terjadi kenaikan kadar air pada tapai ubi kayu penambahan inokulum NKL dengan *L. plantarum* Dad-13 dan penambahan inokulum keduanya. Kandungan air dipengaruhi oleh banyak sedikitnya gula, selain gula yang akan di pecah menjadi air, energi dan karbondioksida dalam jalur glikolisis aerob karena masih tersedianya oksigen. Menurut Hidayat dkk., (2006), faktor pertumbuhan mikroba salah satunya adalah kompetisi, hal ini terjadi karena adanya kebutuhan nutrisi yang sama dalam satu ruang lingkup. Hasil dari aktivitas mikroba disini adalah pemecahan gula menjadi karbondioksida dan air. Kadar air merupakan parameter penting untuk stabilitas kultur kering. Umumnya, mikroorganisme bertahan lebih baik pada aktivitas air rendah (Utami, dkk., 2016).

Kadar air ubi kayu menurut Koswara (2013) dalam Indarto (2021) memiliki kandungan air yang tinggi yaitu antara 40 – 70%. Hasil penelitian dari Badan Ketahanan Pangan Daerah Jawa Barat (2014) menunjukkan bahwa kadar air dan kadar glukosa pada tapai ketan sebesar 56,10 g dan 42,50 g dari 100 g bahan (Sahratullah, dkk., 2017). Data kadar air tapai ubi kayu dari Badan Ketahanan Pangan Daerah Provinsi Jawa Barat (2014) dijadikan sebagai standar mutu produk tapai ubi kayu. Berdasarkan standar mutu tersebut, rata-rata kadar air tapai ubi kayu hasil penelitian termasuk dalam kategori bermutu tinggi karena kadar airnya lebih rendah dari 56,10%.

Selama fermentasi Asnawi, dkk., (2013) menyatakan bahwa, semakin tinggi suhu yang digunakan maka reaksi enzimatis akan berlangsung lebih cepat, sehingga pati yang terpecah menjadi alkohol, asam asetat dan air semakin banyak pula. Hal ini sesuai dengan Winarno dan Fardiaz (1982), yang menyatakan bahwa, suhu mempengaruhi aktifitas enzim, makin tinggi suhu maka aktifitas enzim makin cepat. Apabila suhu terlalu tinggi maka enzim mengalami denaturasi. Fermentasi adalah proses produksi energi dalam sel dalam keadaan anaerobik maupun aerobik. Fermentasi ini melibatkan mikroorganisme *Saccharomyces cereviceae*, *Saccharomyces* bersifat fermentatif kuat. Namun, dengan adanya oksigen, *Saccharomyces cereviceae* juga dapat melakukan respirasi yaitu mengoksidasi gula menjadi karbondioksida dan air yang keduanya terjadi di jalur glikolisis (Abdillah, dkk., 2014).

**3. Gula Total**

Hasil analisis gula total tapai varietas ubi kayu mentega (kuning) dan putih serta penambahan probiotik NKL, NKL dengan Saccharomyces boulardii, NKL dengan Lactobacillus plantarum Dad-13, dan NKL dengan penambahan keduanya disajikan pada Tabel 6.

**Tabel 6. Gula total (%) tapai ubi kayu dari berbagai penambahan inokulum**

|  |  |
| --- | --- |
| **Jenis Inokulum** | **Jenis Ubi Kayu** |
| **Kuning** | **Putih** |
| NKL | 32,38±0,60e | 27,98±1,99d |
| NKL dengan *Saccharomyces boulardii* | 25,48±0,56c | 23,56±2,94c |
| NKL dengan *Lactobacillus plantarum* Dad-13 | 28,33±0,63d | 24,81±0,28c |
| NKL dengan *Saccharomyces boulardii* dan *Lactobacillus plantarum* Dad-13 | 14,99±1,53b | 11,48±0,97a |

Keterangan

\*Notasi huruf yang berbeda menunjukan adanya perbedaan nyata (P<0,05)

\*Nilai merupakan rerata dari dua ulangan analisa dan dua percobaan

Berdasarkan data yang disajikan dalam Tabel 6 di atas, dapat dilihat bahwa adanya interaksi nyata terhadap varietas ubi kayu dengan penambahan jenis inokulum yang digunakan. Tapai ubi kayu kuning dengan penambahan inokulum NKL memiliki kadar gula total tertinggi. Sedangkan pada tapai ubi kayu putih penambahan inokulum NKL dengan *S. boulardii* dan *L. plantarum* Dad-13 memiliki kadar gula total terendah. Hal ini dikarenakan penurunan total gula dari bahan baku hingga menjadi tapai kemungkinan dipengaruhi oleh kehadiran khamir. Selama fermentasi, khamir dapat mengubah gula menjadi alkohol dan komponen *flavor* lainnya sehingga terjadi penurunan jumlah total gula (Gultom, 2017). Semakin lama fermentasi, rata-rata total gula pada tapai cenderung menurun (Dede dkk., 2018). Dalam proses fermentasi, bakteri asam laktat merupakan bakteri penghasil sejumlah besar asam laktat sebagai hasil akhir metabolisme gula (Buckle dkk., 1987 dalam Dede dkk., 2018). Gula pada tapai akan digunakan oleh bakteri sebagai sumber makanan sehingga semakin tinggi total BAL, maka total gula akan berkurang karena telah dipecah menjadi asam laktat.

Dari Tabel 6 terlihat bahwa kadar gula total dari tapai ubi kayu dengan penambahan jenis inokulum mengalami penurunan. Bila kadar gula total tapai ubi kayu varietas mentega (kuning) dan putih dengan penambahan jenis inokulum NKL dijadikan sebagai kontrol, tapai ubi kayu dengan penambahan jenis inokulum NKL dan *S. boulardii* berbeda nyata dengan kontrol. Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa *S. boulardii* tidak dapat menggunakan galaktosa sebagai sumber karbon, meskipun menyimpan semua serapan galaktosa dan gen fermentasi (Pais dkk., 2020). Beberapa penelitian telah mengusulkan bahwa ia mampu mengasimilasi, tetapi tidak memfermentasi galaktosa, mungkin karena kebutuhan energi.

Sedangkan tapai ubi kayu putih penambahan jenis inokulum NKL dengan *L. plantarum* Dad-13 berbeda nyata dengan kontrol tapai ubi kayu kuning. Namun pada tapai ubi kayu kuning penambahan jenis inokulum NKL dengan *L. plantarum* Dad-13 tidak berbeda nyata pada kontrol tapai ubi kayu putih. Hal ini dikarenakan dalam kandungan varietas ubi kayu berbeda-beda. Ulyatu, dkk., (2015) dalam penelitiannya menyatakan bahwa konsentrasi glukosa meningkat dan kemudian menurun selama fermentasi. Itu berkorelasi dengan pertumbuhan *L. plantarum* Dad-13. *Lactobacillus plantarum* Dad-13 mensintesis glukosidase untuk menghidrolisis sesaminol triglukosida menghasilkan sesaminol aglikon dan glukosa (Ulyatu, dkk., 2015).

Tapai ubi kayu varietas keduanya serta penambahan jenis inokulum NKL dengan *S. boulardii*  dan *L. plantarum* Dad-13 berbeda nyata terhadap kontrol. Ninsix, (2013) menyatakan bahwa semakin banyak persentase ragi tapai NKL yang ditambahkan pada pengolahan tapai ubi kayu jumlah mikroorganisme yang terdapat lebih banyak, sehingga mikroba perombak yang terdapat didalam tapai lebih banyak, tentunya enzim invertase yang dihasilkan semakin banyak, sehingga glukosa yang dirombak menjadi etanol dan akibatnya kadar gula reduksi menurun.

Nuraida dan Owens, 2014. dalam Gultom, (2017) menyatakan bahwa kapang memiliki peran dalam pembentukan gula pereduksi dengan menghidrolisis pati menjadi maltosa dan glukosa. Sehingga, kandungan total gula dan gula pereduksi pada tapai ubi kayu dan tapai ketan dapat dipengaruhi oleh kehadiran kapang dan khamir (Gultom, 2017). Tapai ketan pada umumnya memiliki nilai total gula dan gula pereduksi yang lebih tinggi dibandingkan dengan tapai ubi kayu (Gultom, 2017). Namun, peningkatan sel-sel yang layak membutuhkan lebih banyak sumber glukosa untuk pertumbuhannya, kemudian konsentrasi glukosa menurun setelah fermentasi 12 jam (Ulyatu, dkk., 2015). Artinya, konsentrasi glukosa bergantung pada kecepatan hidrolisis dalam fermentasi tapai ubi kayu mentega (kuning) dan putih serta penggunaan sumber glukosa untuk pertumbuhannya *L. plantarum* Dad-13 dan *S. boulardii*.

Sahratullah dkk., (2017) dalam penelitiannya menyatakan bahwa kadar glukosa tapai ubi kayu lama waktu fermentasi 3 hari dengan penambahan konsentrasi ragi 0,5%, 1%, 1,5% memiliki angka berturut-turut yaitu 41,14%, 41,71% dan 43,92%. Hal ini berbeda dengan hasil penelitian yang telah dilakukan karena pada saat penambahan inokulum dan berat dari ubi kayu yang digunakan berbeda. Pada penelitian ini penggunaan inokulum NKL ialah 1,2 g untuk 100 g bahan, sedangkan untuk penambahan inokulum *S. boulardii* dan *L. plantarum* Dad-13 ialah 1 g untuk 100 g bahan. Dalam Tabel 6 masing-masing varietas tapai ubi kayu dengan penambahan jenis inokulum mengalami penurunan kadar gula total.

**4. Kadar Alkohol**

Hasil analisis kuantitatif didapatkan rata-rata kadar alkohol tapai varietas ubi kayu mentega (kuning) dan putih serta penambahan probiotik NKL, NKL dengan *S. boulardii*, NKL dengan *L. plantarum* Dad-13, dan NKL dengan penambahan keduanya disajikan pada Tabel 7**.**

**Tabel 7. Kadar alkohol (%) tapai ubi kayu dari berbagai penambahan inokulum**

|  |  |
| --- | --- |
| **Jenis Inokulum** | **Jenis Ubi Kayu** |
| **Kuning** | **Putih** |
| NKL | 2,17±0,17a | 2,06±0,13a |
| NKL dengan *Saccharomyces boulardii* | 2,68±0,25b  | 2,30±0,11a |
| NKL dengan *Lactobacillus plantarum* Dad-13 | 2,65±0,24b | 2,67±0,18b |
| NKL dengan *Saccharomyces boulardii* dan *Lactobacillus plantarum* Dad-13 | 3,38±0,30c | 2,29±0,09a |

Keterangan

\*Notasi huruf yang berbeda menunjukan adanya perbedaan nyata (P<0,05)

\*Nilai merupakan rerata dari dua ulangan analisa dan dua percobaan

Berdasarkan hasil penelitian (Tabel 7) menunjukkan bahwa tapai dengan jenis ubi kayu dan penambahan jenis inokulum berbeda nyata terhadap kadar alkohol yang dihasilkan. Tapai ubi kayu kuning dengan penambahan jenis inokulum NKL berbeda nyata dengan tapai ubi kayu penambahan jenis inokulum NKL dengan *S. boulardii* dan *L. plantarum* Dad-13. Namun pada tapai ubi kayu kuning penambahan jenis inokulum NKL dengan *S. boulardii* tidak berbeda nyata terhadap tapai ubi kayu kuning penambahan jenis inokulum NKL dengan *L. plantarum* Dad-13. Sedangkan tapai ubi kayu putih penambahan jenis inokulum NKL dan *L. plantarum* Dad-13 berbeda nyata dengan tapai ubi kayu putih penambahan jenis inokulum NKL dengan *Saccharomyces boulardii* dan *Lactobacillus plantarum* Dad-13. Namun tapai ubi kayu putih penambahan jenis inokulum NKL, NKL dengan *S. boulardii*, dan NKL dengan penambahan keduanya tidak berbeda nyata.

Hal ini menunjukkan bahwa ada pengaruh dari penambahan inokulum yang digunakan pada saat proses fermentasi terhadap kadar alkohol dalam tapai. Dari hasil perhitungan kadar alkohol pada tapai ubi kayu mentega (kuning) terlihat bahwa kadar alkohol tertinggi diperoleh dari penambahan NKL dengan *S. boulardii* dan *L. plantarum* Dad-13 sebesar 3,38%, kemudian diikuti penambahan NKL dengan *S. boulardii* sebesar 2,68%, penambahan NKL dengan *L. plantarum* Dad-13 sebesar 2,65%, dan yang terendah adalah tapai ubi kayu mentega (kuning) dengan penambahan NKL sebesar 2,17%. Adapun kadar alkohol pada tapai ubi kayu putih dimana kadar alkohol tertinggi diperoleh dari penambahan NKL dengan *L. plantarum* Dad-13 sebesar 2,67%, kemudian untuk penambahan NKL, NKL dengan *S. boulardii,* NKL dengan *S. boulardii* dan *L. plantarum* Dad-13 tidak berbeda nyata. Khamir inilah yang berperan aktif dalam proses fermentasi dengan merombak glukosa menjadi alkohol.

Pada Tabel 7 tapai ubi kayu kuning dengan penambahan jenis inokulum keduanya memiliki kadar alkohol tertinggi. Menurut Widiyaningrum (2009), tinggi rendahnya alkohol yang dihasilkan setelah proses fermentasi berhubungan dengan adanya jumlah khamir yang ada, terjadinya pertumbuhan khamir berhubungan dengan aktifitas enzim *amilase* yang mengubah pati menjadi *maltosa*, dan dengan enzim *maltase*, *maltosa* akan dihidrolisis menjadi *glukosa*. Dengan adanya enzim-enzim ini *Saccharomyces cerevisiae* memiliki kemampuan untuk mengkonversi baik gula dari kelompok *monosakarida* maupun dari kelompok *disakarida*. Jika gula yang tersedia dalam substrat merupakan gula *disakarida* maka enzim *invertase* akan bekerja menghidrolisis *disakarida* menjadi *monosakarida*. Setelah itu, enzim *zymase* akan mengubah *monosakarida* tersebut menjadi alkohol dan CO2. Balitkabi (2016) menunjukkan bahwa karbohidrat dalam ubi kayu kuning sebesar 37,90 g dan ubi kayu putih sebesar 34,7 g. Dimana kandungan karbohidrat inilah yang diperlukan oleh khamir *Saccharomyces cerevisiae* dalam menghasilkan alkohol. Menurut Desrosier (1989) “*dalam*” Simbolon (2008), semakin banyak jumlah *glukosa* yang terdapat di dalam suatu bahan, maka semakin tinggi jumlah alkohol yang dihasilkan dari perombakan *glukosa* oleh jumlah khamir (*Saccharomyces cereviceae*) yang tinggi dalam tapai yang dibuat.

Hasil penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Hasanah (2008) melaporkan bahwa, kadar etanol tapai ubi kayu dengan lama fermentasi 24 jam, 48 jam, 72 jam, 96 jam, dan 120 jam menghasilkan rata-rata kadar etanol secara berturut-turut sebesar 0,844%; 2,182%; 4,904%; 6,334%; dan 11,811%. Hasil analisis kadar etanol tapai ubi kayu menunjukkan kenaikan seiring dengan lamanya waktu fermentasi

**Jumlah Probotik**

Hasil analisis jumlah bakteri asam laktat (BAL) dan *Yeast* tapai varietas ubi kayu mentega (kuning) dan putih serta penambahan probiotik NKL, NKL dengan *S. boulardii* , NKL dengan *L. plantarum* Dad-13, dan NKL dengan penambahan keduanya disajikan pada Tabel 8.

**Tabel 8. Jumlah BAL dan *Yeast* tapai ubi kayu dari berbagai penambahan inokulum (CFU/g)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Jenis Inokulum** | **Jumlah BAL** | **Jumlah *yeast*** |
| **Jenis Ubi Kayu** |
| **Kuning** | **Putih** | **Kuning** | **Putih** |
| NKL | 2,1 x 106 | 2,3 x 106 | 2,8 x 105 | 2,7 x 105 |
| NKL dengan *Saccharomyces boulardii* | 5,4 x 106 | 3,8 x 106 | 3,9 x 107 | 5,0 x 107 |
| NKL dengan *Lactobacillus plantarum* Dad-13 | 4,6 x 108 | 4,7 x 108 | 5,6 x 107 | 6,1 x 107 |
| NKL dengan *Saccharomyces boulardii* dan *Lactobacillus plantarum* Dad-13 | 6,3 x 108 | 6,6 x 108 | 6,3 x 107 | 6,9 x 107 |

Berdasarkan hasil penelitian (Tabel 8) menunjukkan bahwa bakteri asam laktat hadir dalam jumlah yang cukup tinggi dengan jumlah tertinggi terdapat pada tapai ubi kayu putih sebesar 6,6 x 108 CFU/g. Kemudian diikuti tapai ubi kayu mentega (kuning) sebesar 6,3 x 108 CFU/g dengan penambahan probiotik yang sama, yaitu NKL dengan *Saccharomyces boulardii* dan *Lactobacillus Plantarum* Dad-13.

Hasil analisis menunjukkan jumlah bakteri asam laktat pada tapai ubi kayu putih dan tapai ubi kayu mentega (kuning) berbeda nyata dengan tapai ubi kayu berbagai penambahan jenis probiotik yang digunakan (p<0.05). Bakteri asam laktat pada tapai ubi kayu mentega (kuning) dengan penambahan ragi NKL, ragi NKL dengan *S. boulardii* , dan ragi NKL dengan *L. plantarum* Dad-13 memiliki angka berturut-turut yaitu 2,1 x 106 CFU/g, 5,4 x 106 CFU/g dan 4,6 x 108 CFU/g. Sedangkan bakteri asam laktat tapai ubi kayu putih dengan penambahan ragi NKL, ragi NKL dengan *S. boulardii* , dan ragi NKL dengan *L. plantarum* Dad-13 memiliki angka berturut-turut yaitu 2,3 x 106 CFU/g, 3,8 x 106 CFU/g dan 4,7 x 108 CFU/g. Hasil yang diperoleh sesuai dengan penelitian terdahulu Nuraida dan Owens (2014) dalam Hasanah (2018) yang menyatakan bahwa BAL yang terdapat pada tapai fermentasi berkisar antara 106-107 CFU/g. Bakteri asam laktat hadir pada tapai ubi kayu dengan jumlah yang mengalami peningkatan dibandingkan dengan jumlah bakteri asam laktat pada ragi NKL. Purwandhani, dkk., (2016) yang melaporkan bahwa penambahan jumlah sel pada fermentasi susu skim dengan inokulum beberapa BAL, termasuk *L. plantarum* sp terjadi sebanyak 2–3 log *cycle*. Hal ini sesuai dengan hasil dalam Tabel 8 yang menunjukkan bahwa terjadinya kenaikan jumlah sel sebanyak 2 log *cycle*. Menurut Ardhana dan Fleet (1989) menyatakan bahwa, BAL tapai ketan yaitu sebesar 106-107 CFU/g, dan pada tapai ubi kayu sebesar 107 CFU/g (Barus dan Wijaya 2011).

Pada Tabel 8 hasil dari tapai ubi kayu kuning dan putih dengan penambahan jenis inokulum NKL sebesar 2,1 x 106 CFU/g dan 2,3 x 106 CFU/g. Hal ini sesuai dengan Sujaya dkk. (2008) dalam Nuraida (2015), mereka menunjukkan bahwa jumlah bakteri asam laktat dalam ragi 'NKL' adalah 2,4 x 105 CFU/g, sedangkan Siebenhandl dkk., (2001) dalam Nursiwi (2018), menunjukkan bahwa jumlah cetakan adalah 1,80 x 105 CFU/g dan ragi 6.05 x 106 CFU/g. BAL memfermentasi karbohidrat menjadi hampir seluruhnya asam laktat (homofermentasi) atau menjadi campuran asam laktat, karbon dioksida dan asam asetat dan/atau etanol (heterofermentasi). Senyawa lain, seperti *diacetyl*, asetaldehida dan hidrogen peroksida, juga diproduksi. Senyawa ini berkontribusi pada rasa dan tekstur makanan fermentasi dan juga dapat berkontribusi pada penghambatan mikroba yang tidak diinginkan (Nuraida, 2015). Terbentuknya asam laktat dan asam organik oleh bakteri asam laktat mengakibatkan terjadinya penurunan pH. BAL dapat memproduksi inhibitor lain selain asam organik yang dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen dan pembusuk, seperti bakteriosin, H2O2, dan diasetil (Rahayu, 1996 dalam Gultom, 2017).

Pada tapai ubi kayu jenis bakteri asam laktat dominan yang dilaporkan hadir adalah *Lactobacillus plantarum* (Barus dan Wijaya 2011). Hasil penelitian menunjukkan tapai ubi kayu mentega (kuning) dan putih yang diberi penambahan NKL dengan *L. plantarum* Dad-13 memiliki hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan tapai ubi kayu mentega (kuning) dan putih yang diberi penambahan NKL dengan *S. boulardii*. Peningkatan jumlah *Lactobacillus* selama fermentasi menunjukkan bahwa *Lactobacillus plantarum* Dad-13 yang diberi suplemen memiliki kemampuan untuk tumbuh bersama mikroba lain dari ragi. Ragi tapai mengandung ragi, jamur berfilamen, dan bakteri (Nursiwi, dkk., 2018). *S. boulardii* efektif dalam mengurangi risiko terjadinya efek samping sebesar 56% dan mencegah perkembangan AAD (*antibiotic-associated diarrhoea*) sebesar 49% (Szajewska dkk., 2015).

Dapat dilihat pada Tabel 8 tapai ubi kayu kuning dan putih dengan penambahan jenis inokulum NKL dengan *L. plantarum* Dad-13 adalah 4,6 x 108 CFU/g dan 4,7 x108 CFU/g. Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Purwandhani, dkk., (2016) menunjukkan bahwa pada awal fermentasi, jumlah sel *L. plantarum* Dad-13 adalah 9,3 × 107 CFU/mL, kemudian pada fermentasi jam ke-6 jumlah sel *L. plantarum* Dad-13, meningkat menjadi 1,6 × 108 CFU/ ml. Menurut Madigan dkk., (1997) dalam Purwandhani, dkk*.*, (2016) waktu yang diperlukan oleh bakteri untuk mencapai siklus pertumbuhan sangat bervariasi tergantung beberapa faktor, diantaranya adalah faktor nutrisi yang tersedia dan faktor genetik.

Adapun jumlah *yeast* ditunjukkan pada Tabel 8 hadir dalam jumlah yang cukup tinggi dengan jumlah tertinggi terdapat pada tapai ubi kayu putih sebesar 6,9 log 107 CFU/g. Kemudian diikuti tapai ubi kayu mentega (kuning) sebesar 6,3 log 107 CFU/g dengan penambahan probiotik yang sama, yaitu NKL dengan *Saccharomyces boulardii* dan *Lactobacillus Plantarum* Dad-13. Gultom, (2017) menyatakan bahwa khamir yang umum terdapat pada tapai ketan yaitu *Hypopichia burtonii* (*Endomycopsis burtonii*), *Saccharomycopsis fibuligera* (*Endomycopsis fibuligera*), dan *Candida beverwijkiae* (*Candida pellicullosa*) (Nuraida dan Krusong 2014), dan *Saccharomyces cereviciae* berjumlah 105 CFU/g. Khamir dominan dengan jumlah 107 CFU/g yang terdapat pada tapai ubi kayu menurut Barus dan Wijaya (2011) adalah *Saccharomyces cereviceae* dan *Pichia jadini*.

Jumlah *yeast* pada tapai ubi kayu mentega (kuning) dengan penambahan ragi NKL, ragi NKL dengan *S. boulardii* , dan ragi NKL dengan *L. plantarum* Dad-13 memiliki angka berturut-turut yaitu 2,8 x 105 CFU/g, 3,9 x 107 CFU/g dan 5,6 x 107 CFU/g. Sedangkan jumlah *yeast* tapai ubi kayu putih dengan penambahan ragi NKL, ragi NKL dengan *S. boulardii* , dan ragi NKL dengan *L. plantarum* Dad-13 memiliki angka berturut-turut yaitu 2,7 x 105 CFU/g, 5,0 x 107 CFU/g dan 6,1 x 107 CFU/g. Penambahan probiotik pada pembuatan tapai ubi kayu mengalami peningkatan jumlah sel 2 log *cycle*.

Hasil penelitian terdahulu Pereira dkk., (2013) melaporkan bahwa pada fermentasi susu skim menggunakan *L. plantarum* pada suhu 37 °C selama 10 jam terjadi peningkatan jumlah sel 2 log cycle, yaitu dari populasi awal 108 CFU/mL setelah fermentasi selama 10 jam menjadi 1010 CFU/mL. Dalam penelitian Lin dan Young (2000) menyatakan bahwa, selama fermentasi terjadi pertambahan jumlah sel. Pereira dkk. 2013, dan Sanna dkk. (2005) dalam Purwandhani, dkk., (2016) yang menyatakan bahwa penambahan jumlah sel pada fermentasi susu skim dengan inokulan beberapa BAL, termasuk *L. plantarum* sp terjadi sebanyak 2–3 log *cycle*.

Dapat dilihat pada Tabel 8 tapai ubi kayu kuning dan putih penambahan jenis inokulum NKL dengan *S. boulardii* dalam uji jumlah BAL tidak terjadi penigkatan jumlah sel, namun pada uji jumlah *yeast* terjadi peningkatan jumlah sel sebanyak 2 log *cycle*. Hal ini bisa terjadi karena adanya sinergisme mikrobia yang ada pada ragi NKL dengan penambahan inokulum *S. boulardii*.

**Aktivitas Antioksidan**

Hasil analisis aktivitas antioksidan tapai varietas ubi kayu mentega (kuning) dan putih serta penambahan probiotik NKL, NKL dengan *S. boulardii*, NKL dengan *L. plantarum* Dad-13, dan NKL dengan penambahan keduanya disajikan pada Tabel 9.

**Tabel 9. Aktivitas antioksidan (%RSA) tapai ubi kayu dari berbagai penambahan probiotik**

|  |  |
| --- | --- |
| **Jenis Inokulum** | **Jenis Ubi Kayu** |
| **Kuning** | **Putih** |
| NKL | 81% ± 0,04cde | 68%±0,05ab |
| NKL dengan *Saccharomyces boulardii* | 70%±0,09abc | 62%±0,04a |
| NKL dengan *Lactobacillus plantarum* Dad-13 | 83%±0,07de | 76%±0,16bcd |
| NKL dengan *Saccharomyces boulardii* dan *Lactobacillus plantarum* Dad-13 | 90%±0,02e | 92%±0,01e |

Keterangan

\*Notasi huruf yang berbeda menunjukan adanya perbedaan nyata (P<0,05)

\*Nilai merupakan rerata dari dua ulangan analisa dan dua percobaan

Berdasarkan hasil uji statistika dalam Tabel 9, menunjukkan bahwa adanya interaksi antara varietas ubi kayu yang berbeda serta penambahan jenis inokulum yang digunakan terhadap aktivitas antioksidan. Aktivitas antioksidan tertinggi terdapat pada tapai ubi kayu putih dengan penambahan jenis inokulum NKL dengan *L. plantarum* Dad-13 dan *S. boulardii* sebesar 92%. Sedangkan pada tapi ubi kayu kuning dengan penambahan jenis inokulum yang sama menghasilkan aktivitas antioksidan sebesar 90%.

Aktivitas antioksidan tapai ubi kayu varietas mentega (kuning) dengan penambahan NKL, NKL dengan *S. boulardii*, dan NKL dengan *L. plantarum* Dad-13 memiliki angka berturut-turut yaitu 81% ± 0,04; 70%±0,09; dan 83%±0,07. Sedangkan aktivitas antioksidan tapai ubi kayu putih dengan penambahan NKL, NKL dengan *S. boulardii*, dan NKL dengan *L. plantarum* Dad-13 memiliki angka berturut-turut yaitu 68%±0,05; 62%±0,04; dan 76%±0,16. Ni’matusyukriyah dan Swasono (2020) melaporkan bahwa hasil rata-rata kadar aktivitas antioksidan tapai ubi kayu kuning sampel kontrol N0 (0%) menyatakan bahwa sampel tersebut mempunyai kadar aktivitas antioksidan yang sedang, yakni berkisar antara 82,04%-82,28% karena ubi kayu kuning memiliki kandungan flavonoid yaitu β-karoten 10 μg/100 g (Ni’matusyukriyah dan Swasono, 2020). Ni’matusyukriyah dan Swasono (2020) melaporkan bahwa β-karoten termasuk kelompok karotenoid yang merupakan pigmen warna kuning, merah dan oranye pada tumbuhan. Karotenoid dapat berfungsi sebagai prekursor vitamin A dan antioksidan.

Berdasarkan hasil statistik pada Tabel 9 tapai ubi kayu kuning dan putih penambahan jenis inokulum NKL dijadikan sebagai kontrol, hasil dari tapai ubi kayu kuning dan putih penambahan jenis inokulum NKL dengan *L. plantarum* Dad-13 dan *S. boulardii* mengalami kenaikan dalam aktivitas antioksidannya. Hardy dkk., (2013) dalam Sabooni dkk*.,* (2020) juga melaporkan dalam penelitiannya bahwa penggunaan probiotik meningkatkan fungsi dan aktivitas antioksidan. Hasil penelitian terdahulu Ulyatu dkk., (2015) menyatakan bahwa enzim beta-glukosidase yang dihasilkan oleh *L. plantarum* Dad-13 tampaknya menghidrolisis ikatan -1,2-glikosida antara molekul glukosa dan lignan dalam fermentasi susu wijen. Lignan bentuk bebas lebih reaktif sehingga menunjukkan aktivitas yang lebih tinggi dalam mereduksi fosfotungstat dan fosfomolibdenum dalam reagen Folin-Ciocalteu, meningkatkan kandungan total fenolik pada fermentasi susu wijen. Peningkatan aktivitas penangkapan radikal selama fermentasi diikuti dengan peningkatan kandungan total fenol.

Dari hasil perhitungan jumlah BAL pada Tabel 8, tapai ubi kayu kuning dan putih penambahan jenis inokulum NKL dengan *L. plantarum* Dad-13 dan *S. boulardii* bakteri asam laktat hadir dalam jumlah cukup tinggi, tidak heran bila menghasilkan aktivitas antioksidan yang tinggi pula. Bahkan, probiotik memainkan peran merangsang dalam produksi antioksidan dan pemecahan radikal bebas melalui produksi asam butirat dan hidrogen (Martarelli dkk., 2011 dalam Sabooni dkk*.,* 2020). Martins dkk., (2007) dalam Sabooni dkk*.,* (2020) menyatakan bahwa genus *Saccharomyces* mencakup dua spesies terkenal, *Saccharomyces cerevisiae*, dan *Saccharomyces boulardii*. *Saccharomyces cerevisiae* adalah ragi dan fermentor karbohidrat yang paling terkenal, yang dapat efektif dalam sistem kekebalan tubuh dengan menerapkan berbagai mekanisme. Hasil penelitian yang dilakukan Rajkowska dkk., (2014) dalam Sabooni dkk*., (*2020) menyebutkan bahwa *Saccharomyces boulardii* juga merupakan salah satu dari probiotik yang paling banyak digunakan dan umumnya digunakan untuk melawan mikroorganisme patogen usus dan oleh karena itu dapat memiliki manfaat khusus dalam meningkatkan kinerja inang. Lascano dkk. (2009) dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa ragi probiotik *Saccharomyces boulardii* memiliki potensi untuk meningkatkan kesehatan usus dengan mengurangi durasi dan keparahan diare.

**Tingkat Kesukaan**

Uji kesukaan merupakan respon dari panelis yang berupa penilaian terhadap produk yang disukai. Uji kesukaan dilakukan untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis terhadap tapai varietas ubi kayu yang telah difermentasi selama 3 hari dengan penambahan jenis inokulum NKL, NKL dengan *S. boulardii* , NKL dengan *L. plantarum* Dad-13, dan NKL dengan penambahan keduanya disajikan pada Tabel 10.

**Tabel 10. Uji kesukaan tapai ubi kayu dari berbagai penambahan inokulum.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Jenis Ubi Kayu** | **Jenis Inokulum** | **Parameter Sensoris** |
| **Warna** | **Aroma** | **Rasa** | **Tekstur** | **Keseluruhan** |
| Kuning | NKL | 4,17±0,87c | 3,83±0,83bc | 3,93±1,01bcd | 3,97±0,85bcd | 4,13±0,90bc |
| NKL + *L. plantarum* Dad-13 | 3,77±0,86bc | 3,13±0,94a | 3,23±0,86a | 3,67±0,84abc | 3,50±0,82a |
| NKL + S. *boulardii* | 3,53±0,90ab | 3,60±0,86b | 3,30±0,95a | 3,40±0,86a | 3,47±0,86a |
| NKL + *L. plantarum* Dad-13 + S. *boulardii* | 4,00±0,59c | 4,13±0,57c | 4,37±0,56d | 4,20±0,61d | 4,37±0,49c |
| Putih | NKL | 3,40±0,77ab | 3,40±0,86ab | 3,53±0,78ab | 3,43±0,86a | 3,47±0,82a |
| NKL + *L. plantarum* Dad-13 | 3,30±0,75a | 3,40±0,77ab | 3,37±0,76a | 3,53±0,82ab | 3,47±0,73a |
| NKL + S. *boulardii* | 3,47±0,68ab | 3,47 ± 0,86ab | 3,87±1,01bc | 3,67±1,03abc | 3,77±0,77ab |
| NKL + *L. plantarum* Dad-13 + S. *boulardii* | 3,83±0,70bc | 4,20±0,61c | 4,10±0,55cd | 4,03±0,67cd | 4,13±0,63bc |

Keterangan

\*Notasi huruf yang berbeda menunjukan adanya perbedaan nyata (P<0,05)

\*Semakin kecil nilai semakin tidak disukai panelis (skor 1 : tidak suka, skor 2 : agak suka, skor 3 : netral, skor 4 : suka dan skor 5 : sangat suka).

1. Warna

Warna merupakan atribut kualitas yang paling penting bersama-sama dengan tekstur dan rasa. Warna berperan dalam menentukan tingkat penerimaan suatu makanan (Fennema, 1985 dalam Indarto, 2021). Berdasarkan Tabel 10 diketahui bahwa pada parameter warna tapai ubi kayu mentega (kuning) penambahan NKL, NKL+*L. plantarum* Dad-13, dan NKL+*L. plantarum* Dad-13+ *S. boulardii* tidak berbeda nyata dengan tapai ubi kayu putih penambahan NKL+*L. plantarum* Dad-13+ *S. boulardii*. Hal ini bisa dibandingkan dengan uji warna yang telah dilakukan menggunakan *colorimeter* yang dapat diihat pada Tabel 6 bahwa tapai ubi kayu mentega (kuning) penambahan NKL, NKL+*L. plantarum* Dad-13, dan NKL+*L. plantarum* Dad-13+ *S. boulardii* dalam parameter *Lightness* dan *yellowness* tidak berbeda nyata dengan tapai ubi kayu putih penambahan NKL+*L. plantarum* Dad-13+ *S. boulardii.* Hal ini mungkin secara visual panelis menganggap warna dari tapai ubi kayu varietas Mentega (kuning) dan Putih memiliki warna yang sama. Sedangkan hasil analisis kimia yang dapat mempengaruhi parameter warna pada penambahan yang disukai panelis yakni: tapai ubi kayu kuning memiliki kadar gula total 32,38%, 28,33%, dan 14,99%, kadar alkohol 2,17%, 2,65%, dan 3,38%, derajat keasaman (pH) tapai ubi kayu 6,55, 6,10, dan 5,65. Sedangkan tapai ubi kayu putih memiliki kadar gula total 11,48%, kadar alkohol 2,29%, dan derajat keasaman 5,37.

Berdasarkan warna daging ubi kayu dibedakan menjadi dua macam yaitu ubi kayu kuning dan ubi kayu putih (Winarno, 2002 dalam Indarto, 2021). Wariyah, dkk., (2019) dalam Indarto, (2021) menyatakan warna growol ditentukan dari warna daging dari ubi kayu yang digunakan dalam pembuatannya. Berdasarkan penelitian Hartati, dkk., (2014) bahwa jenis ubi kayu Mentega mengandung beta karoten, Beta karoten merupakan provitamin A yang dapat diubah menjadi vitamin A didalam tubuh. Ubi kayu dengan daging kuning diindikasikan sebagai sumber provitamin A yang dapat diubah menjadi vitamin A didalam tubuh, berfungsi mencegah penyakit mata karena kekurangan vitamin A (Krisno dan Agustin, 2012).

1. Aroma

Hasil dari uji organoleptik terhadap aroma tapai ubi kayu skor kesukaan panelis antara 5 (sangat suka) sampai dengan 1 (sangat tidak suka). Berdasarkan Tabel 8 diketahui bahwa varietas ubi kayu mentega (kuning) dengan variasi penambahan NKL, *S. boulardii* dan *L. plantarum* Dad-13 tidak berbeda nyata dengan ubi kayu putih pada penambahan yang sama ditingkat kesukaan aroma tapai ubi kayu yang dihasilkan. Nirmalasari dan Liani (2018) menyatakan bahwa asam dan alkohol yang terbentuk pada proses fermentasi dapat bereaksi membentuk ester yaitu senyawa pembentuk aroma. Aroma yang timbul dari lama waktu fermentasi terhadap tapai ubi kayu tidak begitu terasa. Ini disebabkan karena adanya aktifitas dari mikroorganisme yang ada pada ragi dapat mengesterifikasi alkohol dan asam menghasilkan aroma tapai yang khas.

Tapai memiliki aroma yang khas yaitu alkoholik dan masam karena fermentasi. Nirmalasari dan Liani (2018) menyatakan dalam hasil penelitiannya bahwa semakin tinggi dosis ragi yang diberikan maka akan semakin tinggi kadar alkohol yang dihasilkan. Ini disebabkan karena pemberian dosis ragi yang semakin banyak berarti memiliki khamir yang semakin banyak juga. Khamir inilah yang berperan dalam proses fermentasi dengan merombak glukosa menjadi alkohol. Tinggi rendahnya alkohol yang dihasilkan setelah proses fermentasi berhubungan dengan adanya jumlah khamir yang terkandung didalamnya. Berlian, dkk. 2016 dalam Nirmalasari dan Liani (2018) menyatakan bahwa terjadinya pertumbuhan khamir berhubungan dengan aktifitas enzim amilase yang mengubah pati menjadi maltosa, dan dengan enzim maltase, maltosa akan dihidrolisis menjadi glukosa. Khamir dalam NKL yang pertama bekerja untuk memecah pati hingga menjadi glukosa, ketika sudah menjadi glukosa ini *L. plantarum* Dad-13 dan *S. boulardii* bekerja.

Dapat dilihat pada Tabel 10 parameter aroma tapai ubi kayu kuning penambahan jenis inokulum NKL, serta NKL dengan *L. plantarum* Dad-13 dan *S. boulardii* memiliki nilai sebesar 3,83 dan 4,13. Tapai ubi kayu putih penambahan jenis inokulum NKL dengan *L. plantarum* Dad-13 dan *S. boulardii* memiliki nilai sebesar 4,20. Aroma yang dihasilkan oleh tapai ubi kayu dengan penambahan *Lactobacillus plantarum* Dad-13 dan *Saccaromycess boulardii* secara terpisah maupun bersamaan memiliki aroma yang lebih wangi dan cenderung tajam dibandingkan dengan tape ubi kayu kontrol. Hasil hidrolisis glukosa dan oksidasi alkohol yang membentuk senyawa-senyawa aroma yang bersifat *volatile* (Rahayu, 2013). Aroma pada tape ubi kayu berasal dari tingginya dan menguapnya *volatile* yang berasal dari alkohol dan kadar asam yang tinggi. Shibasaki (2008) dalam Masyita (2018), melaporkan bahwa pembentukan aroma berasal dari asam organik, asam suksinat oleh khamir, bakteri *Lactobacillus* bereaksi dengan asam lemak dan menghasilkan ester.

1. Rasa

Rasa merupakan atribut mutu yang dapat dinilai dengan indera pengecap atau perasa. Rasa suatu bahan makanan sangat penting dalam mempengaruhi derajat penerimaan panelis. Menurut Karel dan Lund (2003) dalam Indarto (2021) rasa dipengaruhi oleh senyawan kimia, suhu, konsentrasi dan interaksi komponen rasa yang lain.

Berdasarkan hasil analisis tingkat kesukaan Tabel 10 diketahui bahwa tapai ubi kayu mentega (kuning) penambahan jenis inokulum NKL tidak berbeda nyata terhadap tapai ubi kayu mentega (kuning) penambahan jenis inokulum NKL dengan *L. plantarum* dad-13 dan *S. boulardii* yang lebih disukai panelis. Sedangkan hasil analisis kimia yang dapat mempengaruhi parameter rasa pada sampel tersebut memiliki nilai, yakni: kadar gula total 32,38% dan 14,99%, kadar alkohol 2,17 dan 3,38, serta kadar keasaman (pH) 6,55 dan 5,65 yang menghasilkan rasa tapai yang manis sedikit asam dan alkoholik. Tapai ubi kayu putih penambahan NKL dengan *S. boulardii* tidak berbeda nyata terhadap tapai ubi kayu putih penambahan jenis inokulum NKL dengan *L. plantarum* Dad-13 dan *S. boulardii.* Sedangkan hasil analisis kimia yang dapat mempengaruhi parameter rasa pada sampel tersebut memiliki nilai, yakni: kadar gula total 24,81% dan 11,48%, kadar alkohol 2,67 dan 2,29, serta kadar keasaman (pH) 5,49 dan 5,37 yang menghasilkan rasa tapai yang manis sedikit asam dan alkoholik. Ubi kayu putih memiliki rasa yang manis dan ubi kayu mentega (kuning) juga memiliki rasa yang manis. Kandungan pati yang berbeda dapat menghasilkan rasa manis yang berbeda (Indarto, 2021).

Rasa manis yang dihasilkan dari tapai ubi kayu disebabkan karena adanya aktifitas dari mikroorganisme yang terdapat pada ragi. Pada proses fermentasi tapai terjadi reaksi antara air dengan pati yang disebut dengan hidrolisis. Proses ini berlangsung lama sehingga membutuhkan katalisator berupa enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme terdapat dalam ragi yang digunakan (Nirmalasari dan Liani, 2018). Dalam proses fermentasi akan terjadi proses perombakan karbohidrat menjadi glukosa dan fruktosa, serta senyawa lainnya yang akan menghasilkan rasa manis. Nirmalasari dan Liani (2018) menyatakan bahwa bakteri asam asetat seperti *Acetobacter aceti* melakukan metabolism yang bersifat aerobik yang berperan dalam mengoksidasi alkohol dan karbohidrat lainnya menjadi asam asetat. Asam yang dihasilkan dengan cara tersebut akan menurunkan nilai pH lingkungan pertumbuhannya dan menimbulkan rasa asam. Semakin lama fermentasi maka produksi asam semakin tinggi di dalam tapai yang dihasilkan sehingga membuat rasa tapai semakin asam.

Rasa yang dihasilkan oleh tapai setelah terjadinya proses fermentasi ditentukan oleh bahan, formula yang digunakan dan perlakuan atau cara pembuatannya. Santoso (2010) menyatakan dalam proses fermentasi terjadi proses degradasi komponen pati menjadi dekstrin dan gula, selanjutnya diubah menjadi alkohol atau asam sehingga menghasilkan makanan fermentasi berasa manis, alkoholik dan sedikit asam atau manis.

Barus dan Wijaya (2011) dalam Hasanah, dkk., (2018) menyatakan bahwa penggunaan *S. cerevisiae* untuk ragi tapai ubi kayu yang dikombinasikan dengan bakteri seperti *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus plantarum*, dan *Pseudomonas* *f* ragi menyebabkan perbedaan intensitas rasa manis, aroma alkohol, dan tekstur pada tapai ubi kayu yang dihasilkan. Kombinasi rasa asam dari asam laktat, rasa manis dari degradasi gula, dan alkohol karena *S. cerevisiae* Ragi yang mengubah gula sangat menentukan rasa tapai sehingga memiliki kekhasan ciri. Nuraida dan Owens (2014) juga menyatakan bahwa kultur yang digunakan pada ragi tapai menghasilkan karakteristik sensoris seperti rasa dan aroma tapai yang berbeda. Produksi glukosa, asam laktat, dan etanol memberikan sedikit rasa alkohol dan rasa asam-manis. Hasil ini sesuai dengan yang dihasilkan oleh Barus dan Wijaya (2011) yang menyatakan bahwa panelis lebih menyukai tapai ubi kayu yang memiliki rasa manis yang lembut dan aroma alkohol. Hasanah, dkk., (2014) menyatakan bahwa perbedaan preferensi tersebut dapat disebabkan oleh perbedaan kebiasaan makan dan preferensi rasa dasar panelis.

1. Tekstur

Berdasarkan Tabel 10 diketahui bahwa tapai ubi kayu mentega (kuning) penambahan NKL, NKL dengan *L. plantarum* Dad-13 dan NKL dengan kedua jenis inokulum tidak berbeda nyata dengan tapai ubi kayu putih penambahan NKL dengan *S. boulardii* dan NKL dengan kedua jenis inokulum pada tingkat kesukaan tekstur tapai ubi kayu yang dihasilkan. Sedangkan hasil analisis kimia yang dapat mempengaruhi parameter tekstur pada masing-masing penambahan yakni: tapai ubi kayu kuning memiliki kadar gula total 32,38%, 28,33%, dan 14,99%, kadar alkohol 2,17%, 2,65%, dan 3,38%, derajat keasaman (pH) tapai ubi kayu 6,55, 6,10, dan 5,65 yang menghasilkan tekstur yang agak lunak. Sedangkan tapai ubi kayu putih memiliki kadar gula total 24,81% dan 11,48%, kadar alkohol 2,67% dan 2,29%, serta derajat keasaman (pH) 5,49 dan 5,37 yang menghasilkan tekstur yang agak lunak.

Sulastri (2013) menyatakan lama pengukusan ubi kayu mempengaruhi tekstur tapai. Tekstur tapai yang sangat disukai didaerah Jawa Tengah adalah tapai yang agak lembek (lunak) karena ubi kayu sebelum dibuat tapai dikukus terlebih dahulu hingga matang, sedangkan didaerah Jawa Barat lebih disukai yang kering agak keras biasa disebut *peuyem* karena ubi kayu dimasak setengah matang. Dalam proses fermentasi semakin lama fermentasi yang dilakukan maka mikroorganisme yang berkembang akan semakin banyak sehingga yang mendegradasi pati menjadi dekstrin dan gula juga semakin banyak, mengakibatkan tapai semakin lembek bahkan berair (Sulastri. 2013).

Jumlah ragi yang diberikan juga dapat mempengaruhi apabila ragi yang diberikan terlalu banyak maka dapat membuat tapai tersebut sangat lunak (Kanino, 2019). Mikroorganisme fermentatif akan mengubah pati pada ubi kayu menjadi alkohol dan gula sederhana. Perombakan pati menjadi gula sederhana menyebabkan tekstur tapai ubi kayu menjadi lunak sehingga lebih mdah dicerna (Nurjannah dan Nurhikmah, 2020).

1. Keseluruhan

Parameter ini digunakan untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis secara keseluruhan terhadap produk yang melibatkan beberapa parameter. Pengujian tingkat kesukaan secara keseluruhan digunakan untuk mengetahui respon panelis secara keseluruhan terhadap tapai ubi kayu yang dibuat dengan berbagai varietas ubi kayu dan variasi penambahan probiotik.

Berdasarkan Tabel 10 hasil uji ANOVA yang telah dilakukan diketahui bahwa secara keseluruhan dari parameter kesukaan seperti aroma, rasa, tekstur, dan warna pada tapai ubi kayu mentega (kuning) penambahan NKL, dan NKL dengan *L. plantarum* dad-13 dan *S. boulardii* tidak berbeda nyata dengan tapai ubi kayu putih penambahan NKL dengan *L. plantarum* Dad-13 dan *S. boulardii* yang lebih disukai panelis. Dari data Tabel 10 diketahui bahwa tapai dari ketiganya tersebut merupakan tapai yang sangat disuakai panelis. Setiap penelis memiliki penilaian yang berbeda antara panelis satu dengan panelis lainnya terhadap suatu produk. Menurut Kartika, dkk., (1988) dalam Indarto, (2021) setiap orang memiliki pendapat yang berbeda dalam menilai suatu produk.

Berdasarkan Tabel 10 secara keseluruhan tapai ubi kayu kuning dengan penambahan jenis inokulum NKL dalam parameter aroma, rasa, tekstur, dan warna sangat disukai panelis. Dapat dilihat pada Tabel 8 dan Tabel 9 dari hasil jumlah BAL 2,1 x 106 dan jumlah *yeast* 2,8 x 105 memiliki aktivitas antioksidan sebesar 81%. Tapai ubi kayu kuning penambahan jenis inokulum NKL dengan *L. plantarum* Dad-13 dan *S. boulardii* secara keseluruhan dalam parameter aroma, rasa, tekstur, dan warna sangat disukai panelis. Dari hasil perhitungan jumlah BAL 6,3 x 108 dan jumlah *yeast* 6,3 x 107 memiliki aktivitas antioksidan sebesar 90%. Sedangkan pada tapai ubi kayu putih penambahan jenis inokulum NKL dengan *L. plantarum* Dad-13 dan *S. boulardii* secara keseluruhan dalam parameter aroma, rasa, tekstur, dan warna sangat disukai panelis. Dari hasil perhitungan jumlah BAL 6,6 x 108 dan jumlah *yeast* 6,9 x 107 memiliki aktivitas antioksidan sebesar 92%.

Untuk menentukan satu jenis tapai ubi kayu yang secara keseluruhan disukai oleh panelis dapat dibantu dari hasil jumlah sel probiotik dan aktivitas antioksidan yang ada pada ketiga sampel tersebut. Hal ini dapat disimpulkan bahwa tapai ubi kayu kuning penambahan NKL dengan *L. plantarum* Dad-13 dan *S. boulardii,* yang secara keseluruhan sangat disukai panelis dan memiliki jumlah sel probiotik serta aktivitas antioksidan yang cukup tinggi.

**KESIMPULAN**

* 1. **Kesimpulan Umum**

 Penambahan jenis inokulum probiotik pada varietas ubi kayu dapat menghasilkan tapai ubi kayu probiotik yang disukai panelis.

1. **Kesimpulan Khusus**
	1. Penambahan jenis inokulum dan varietas ubi kayu berinteraksi terhadap warna, pH, kadar air, gula total, kadar alkohol, aktivitas antioksidan, dan tingkat kesukaan dari tapai ubi kayu probiotik.
	2. Tapai ubi kayu probiotik yang paling disukai panelis ialah tapai ubi kayu kuning yang dibuat dengan inokulum NKL ditambah *Lactobacillus plantarum* Dad-13 dan *Saccharomyces boulardii*. Tapai tersebut mempunyai nilai pH 5,65, kadar air 57,88%, gula total 14,99%, kadar alkohol 3,38%, warna *lightness* 54,97, *redness* 1,95, *yellowness* 20,28, jumlah BAL 6,3 x 108 CFU/g, jumlah *yeast* 6,3 x 107 CFU/g, dan aktivitas antioksidan (RSA) 90%.

**Ucapan Terima Kasih**

Terima kasih saya sampaikan kepada Universitas Mercu Buana Yogyakarta yang telah memberikan dana penelitian payung tahun anggaran 2021, sehingga penelitian ini terlaksana dengan lancar.

**DAFTAR PUSTAKA**

Abdillah, J., N. Widyawati, dan Suprihati. 2014. Pengaruh Dosis Ragi Dan Penambahan Gula Terhadap Kualitas Gizi Dan Organoleptik Tape Biji Gandum. Agric Vol.26, No. 1 & No.2. 75 – 84

Amarullah, Indradewa, Yudono dan Sunarminto. 2016. Dalam: *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. Evaluasi Kualitas dan Hasil Tiga Varietas Ubi Kayu*.

Anonim. 1992. *Daftar Komposisi Bahan Makanan*. Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI. Jakarta.

Ardana, M.M. and Fleet, G.H. 1989. *The microbial ecology of tape ketan fermentation*. *International Journal of Food Microbiology* 9: 157-165.

Asnawi, M., Sumarlan, S.H. dan Hermanto, M.B. 2013. *Karakteristik Tape Ubi Kayu (Manihot utilissima) melalui Proses Pematangan dengan Penggunaan Pengontrol Suhu*. Jurnal Bioproses Komoditas Tropis, 1(2):56-66.

Balitkabi, 2016. *Pedoman Budi Daya Ubi Kayu di Indonesia*. Litbang Pertanian. Jakarta.

Barus, T., dan Wijaya, L.N. (2011). *Mikrobiota dominan dan perannya dalam cita rasa “Tape” Singkong*. Journal of Biota. 16(2): 354-361.

Buckle, KA, RA Edwards, GH Fleet dan M Wotton. 1987. *Ilmu Pangan*. Terjemahan: H. Purnomo Adiono. Universitas Indonesia Press. Jakarta.

Dede, Emilya Grasiana., Komang Ayu Nocianitri, Luh Putu Trisna Darmayanti. 2018. Pengaruh Waktu Penambahan *Lactobacillus rhamnosus* SKG 34 terhadap Karakteristik Tape Ketan Probiotik Selama Penyimpanan. Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian *AGROTECHNO Volume* 3, Nomor 1. Universitas Udayana. Bali.

Fardiaz, S. 1993. *Analisis Mikrobiologi Pangan*. Raja Grafindo Persada. Jakarta.

Fennema, O.R., 1985. *Principles of Food Science. Marcell Dekker Inc. New York*.

Graff, S., J.C. Chaumeil, P. Boy, R. Lai-Kuen, and C. Charrueau. 2008. *Influence of pH conditions on the viability of Saccharomyces boulardii yeast*. J. Gen. *Appl*. *Microbiol*., 54. 221-227. *Universite Paris Descartes. France*.

Gultom, G.M. 2017. Komposisi Mikroorganisme dan Kimia Tape Singkong dan Tape Ketan Yang Diproduksi di Daerah Bogor. [Skripsi]. Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan. Institut Pertanian Bogor.

Hartati, N.S., Fitriani, H., Fathoni, A., Rahman, N., Wahyuni dan Sudarmonowati, E. 2014. Budidaya Ubi Kayu Tinggi Beta Karoten dan 63 Prospek Pemanfaatannya. Seminar Nasional Hasil Penelitian Unggulan Bidang Pangan Nabati. LIPI. Cibinong.

Hasanah, H. 2008. *Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol Tape Ketan Hitam (Oryza sativa L var forma glutinosa) dan Tape Singkong (Manihot utilissima Pohl)*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Malang. Malang.

Hastuti, S., Prof. Dr. Ir. E. S. Rahayu, MS., Dr. Ir. Jaka Widada, MP. 2015. Identifikasi dan Deteksi Molekuler *Lactobacillus plantarum* Dad 13 pada Feses Orang Dewasa Sehat yang Mengkonsumsi Susu Fermentasi. Tesis. S2 Ilmu dan Teknologi Pangan. Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Yogyakarta.

Heath, H.B. dan Reineccius, G. 1986. *Flavor Chemistry and Technology*. AVI Book Publ,, New York.

Herawati, H. 2011. Potensi Pengembangan Produk Pati Tahan Cerna Sebagai Pangan Fungsional, Jurnal Litbang Pertanian. 30(1):31-39.

Hidayat. N., M. C. Padaga., S. Suhartini. 2006. *Mikrobiologi Industri*. C.V Andi Offset : Yogyakarta.

Indarto, Tri. 2021. Sifat Kimia, Fisik Dan Tingkat Kesukaan *Cooked-Dried* Growol Yang Dibuat Dengan Berbagai Varietas Ubi Kayu Dan Variasi Cara Pendinginan. Fakultas Agroindustri. Universitas Mercu Buana Yogyakarta. Yogyakarta

Jenie, S.L., dan Rini, S. E. 1995. *Aktivitas Antimikroba dari Beberapa Spesies Lactobacillus terhadap Mikroba Patogen dan Perusak Makanan.* Buletin Teknologi dan Industri Pangan. 7(2): 46-51.

Kanino, D. 2019. Pengaruh Konsentrasi Ragi Pada Pembuatan Tape Ketan. Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin.

Krisno, M.A., dan Agustin, V.V. 2012. *Ubi Jalar Jingga atau Merah (Ipomea trifida) Sumber Beta Karoten Mempengaruhi Fungsi Mata*. [http://aguskrisnoblog.Woodpress.com/2012/06/28/ubi-jalar-jingga-atau-merah-ipomea-trifida-sumber-beta-karoten-mempengaruhi-fungsi-mata/. Diakses 9 Juni 2021).i](http://aguskrisnoblog.Woodpress.com/2012/06/28/ubi-jalar-jingga-atau-merah-ipomea-trifida-sumber-beta-karoten-mempengaruhi-fungsi-mata/.%20Diakses%209%20Juni%202021%29.i)

Kuswanto, K.R. dan S. Sudarmadji. 1987. Proses-Proses Mikrobiologi Pangan. PAU pangan dan Gizi UGM. Yogyakarta

Lascano, G. J., G. I. Zanton, M. F. Suarez-Mena and A. J. Heinrichs. 2009. *Effect of limit feeding highand low-concentrate diets with Saccharomyces cerevisiae on digestibility and on dairy heifer growth and firstlactation performance. J. Dairy Sci*. 92

Łukaszewicz, M. 2012. *Saccharomyces cerevisiae var. boulardii –Probiotic Yeast*. <http://dx.doi.org/10.5772/50105>.

Masyita, R. 2018. Pengaruh Konsentrasi Glukosa dan Lama Waktu Fermentasi terhadap Sifat Fisik Dan Kimia Yoghurt. Fakultas Pertanian. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Medan.

McFarland L. V. (2017). *Chapter 18 – Common Organism and Probiotics: Saccharomyces boulardii. In The Microbiota in Gastrointestinal Pathophysiology.* Cambridge, MA: Academic Press, 145–164.

Ni’matusyukriyah dan Swasono, M. A. H.. 2020. Pengaruh fortifikasi ekstrak kulit buah naga super merah (*Hylocereus costaricensis*) terhadap kandungan antioksidan tape singkong kuning (*Manihot utilissima Pohl*). Jurnal Teknologi Pangan. *Volume* 11 No. 1. Halaman 52-65. 1 Prog Studi Ilmu Teknologi Pangan. Fakultas Pertanian. Universitas Yudharta Pasuruan. Jawa Timur.

Ninsix, R. S.Tp.,MP. 2013. *Pengaruh Konsentrasi Ragi Merk Nkl Terhadap Mutu Tape Yang Dihasilkan*. Vol. 2, No. 2. Teknologi Pangan Faperta UNISI. Indragiri Hilir. Riau

Nirmalasari, Ridha. dan Liani, I. E. 2018. *Pengaruh Dosis Pemberian Ragi Terhadap Hasil Fermentasi Tape Singkong Manihot utilissima*. Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan 9 (18). Institut Agama Islam Negeri (IAIN) Palangka Raya. Kalimantan Tengah.

Nuraida, L. 2015. *A review: Health promoting lactic acid bacteria in traditional Indonesian fermented foods. Food Science and Human Wellness* 4. 47-55. http://doi. org/10.1016/j.fshw.2015.06.001.

Nuraida, L., dan Owens, J.D. (2014). *Sweet, Sour, Alcoholic Solid Substrate Fungal Fermentations*. Indigenous Fermented Foods of Southeast Asia. 137 (2): 5666.

Nurjannah dan Nurhikmah. 2020. *Pengaruh Konsentrasi Ragi dan Lama Fermentasi Terhadap Mutu Tape Singkong (Manihot esculenta Crantz).* Jurnal Borneo Saintek. Vol. 3. No. 2.

Nurjannah dan Nurhikmah. 2020. Pengaruh Konsentrasi Ragi Dan Lama Fermentasi Terhadap Mutu Tape Singkong (*Manihot Esculenta Crantz*). Jurnal Borneo Saintek *Volume* 3 Nomor 2. Halaman 73-78. Fakultas Pertanian, Universitas Borneo Tarakan.

Nursiwi, A., Nurmadhani, B. S., Supriyanto, Rahayu, E. S. 2018. *Development of the Traditional Tape Ketan into Probiotic Drink with the Supplementation of Lactic Acid Bacteria. Indonesian Food and Nutrition Progress. Vol. 15. Issue* 1. DOI: http://doi.org/10.22146/ifnp.33387

Oktaviana, A. Y., Suherman, D., dan Sulistyowati, E. 2015. Pengaruh Ragi Tape terhadap pH, Bakteri Asam Laktat dan Laktosa *Yogurt*. Jurnal Sain Peternakan Indonesia Vol. 10 No 1. Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu. Bengkulu.

Pais P., Vanda A., Melike Y., and Miguel C. T. 2020. *A Review : Saccharomyces boulardii: What Makes It Tick as Successful Probiotic?. J. Fungi*, 6, 78; doi:10.3390/jof6020078

Pennacchia C, Blaiotta G, Pepe O, Villani F. 2008. *Isolation of Saccharomyces cerevisiae strains from different food matrices and their preliminary selection for a potential use as probiotics. J Appl Microbiol*;105(6):1919–28.

Pereira, A.H., Costa, G.A.N., Miglioranza, L., FurlanetoMaia, L. dan Flavia, O.A. (2013). *Microbiological, physical, chemical and sensory characteristics of milk fermented with Lactobacillus plantarum*. *Acta Scientiarum. Health Sciences*. Maringa 35(1): 125–131.

Purwandhani, S. N., Utami, T., Millati, R., Rahayu, E. S. 2017. Potensi *Lactobacillus plantarum* yang Diisolasi dari Dadih dalam Meningkatkan Kadar Folat Susu Fermentasi. *Agritech*, Vol. 37, No. 4,. Hal. 395-401.

Purwandhani, S.N. (2016). Biosintesa folat oleh bakteri asam laktat. *Agrotech* 1(1): 11–18.

Rajkowska, K., A. Kunicka-Styczynska and A. Rygala. 2014. *Probiotic activity of Saccharomyces cerevisiae var. boulardii against human pathogens*. Food Technol. Biotechnol. 50 (2):230-236.

Sahratullah, Jekti, D. S. D., Zulkifli, L. 2017. *Pengaruh Konsentrasi Ragi Dan Lama Fermentasi Terhadap Kadar Air, Glukosa dan Organoleptik Pada Tape Singkong*. *Volume* 17 (1). Jurnal Biologi Tropis. Prog Studi Magister Pendidikan IPA Program Pasca Sarjana Universitas Mataram. Nusa Tenggara Barat.

Szajewska H, Horvath A, Kołodziej M. *Systematic review with meta-analysis: Saccharomyces boulardii supplementation and eradication of Helicobacter pylori infection. Aliment Pharmacol Ther* 2015;41(12):1237–45.

Tari, A. I. N., Handayani, C. B., dan Sudarmi. 2016. Potensi Probiotik Indigenus *Lactobacillus Plantarum* Dad 13 Pada *Yogurt* Dengan Suplementasi Ekstrak Ubi Jalar Ungu Untuk Penurun Diare Dan Radikal Bebas. *Agritech, Vol.* 36, No. 1. Universitas Veteran Bangun Nusantara. Sukoharjo.

Ulyatu, F., Pudji, H., Tyas, U. and Umar, S. 2015. *The changes of sesaminol triglucoside and antioxidant properties during fermentation of sesame milk by Lactobacillus plantarum Dad 13. International Food Research Journal* 22(5): 1945-1952.

Wardani, E. K., Zulaekah, S., dan Purwani, E. 2017. Pengaruh Penambahan Sari Buah Nanas (*Ananas Comosus*) terhadap Jumlah Bakteri Asam Laktat (Bal) dan Nilai Ph Soyghurt. Jurnal Kesehatan, ISSN 1979-7621, Vol. 10 (1).

Widiyaningrum,C. 2009. Pengaruh bahan penutup terhadap kadar alkohol pada proses fermentasi ubi kayu (*manihot esculenta crantz*) dan ubi jalar (*Ipomea batatas L. Sin*). Skripsi. Fakultas sains dan teknologi. Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga. Yogyakarta.

Winarno, FG, Fardiaz, S., Fardiaz, D.1980. Pengantar Teknologi Pangan Jakarta : Gedia Media Pustaka.

Yuniastuti A. 2015. *Buku Monograf Probiotik (Dalam Perspektif Kesehatan)*. UNNES Press. Semarang.