

# Analisis Kadar Asam Asetat Hasil Fermentasi Buah Kedondong (*Spondias dulcis* Parkinson) dengan Metode Titrasi Alkalimetri

Hervianti Nurfitria Nugrahani<sup>1\*</sup>, Ida Apriyani<sup>1</sup>, Saiful Bahri<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Fakultas Farmasi Institusi Sains dan Teknologi Nasional

\*E-mail hervianti@istn.ac.id

## ABSTRAK

Asam asetat didapatkan dari proses fermentasi bahan pangan seperti buah dan sayuran yang mengandung karbohidrat dalam jumlah besar. Buah kedondong (*Spondias dulcis* Parkinson) merupakan salah satu buah yang dapat difermentasi menghasilkan asam asetat. Penelitian ini bertujuan mengetahui kadar asam asetat dari hasil fermentasi buah kedondong. Fermentasi dilakukan secara anaerob pada pH 3-4,5, kemudian difermentasi kembali secara aerob menggunakan inokulum isolat BEN4 untuk mengubah alkohol menjadi asam asetat, yang ditandai dengan perubahan warna menjadi lebih pucat dan terbentuknya aroma asam yang menyengat. Analisis kadar asam asetat menggunakan metode titrasi alkalimetri menggunakan NaOH 0,1 N dan indikator fenolftalein yang dilakukan setiap empat hari sekali hingga asam asetat mencapai kondisi jenuh. Hasil pengukuran kadar asam asetat fermentasi buah kedondong yaitu sebesar 28,82-29,69%. Hasil ini menunjukkan bahwa asam asetat yang dihasilkan dari fermentasi buah kedondong dapat dimanfaatkan sebagai produksi cuka secara alami sesuai standar kadar asam asetat untuk cuka dapur yang ditetapkan oleh SNI 01-3711-1995.

**Kata Kunci:** Asam Asetat, Fermentasi, Kedondong (*Spondias dulcis* Parkinson)

## *Analysis of Acetic Acid Levels Fermented Kedondong Fruit (*Spondias Dulcis* Parkinson) with Alkalimetry Titration Method*

### ABSTRACT

Acetic acid can be obtained from the fermentation of plant like fruits and vegetables which contain large amount of carbohydrates. Kedondong fruit (*Spondias Dulcis* Parkinson) is one of substance that can be fermented to produce acetic acid. The aims of this study is to determine the level of acetic acid from fermented kedondong. Fermentation was carried out anaerobically at the pH 3-4.5, then it was fermented again using BEN4 isolate to convert alcohol into acetic acid, which can be identified by a pale colour change and a strong smell. Quantitative analysis of acetic acid using alkalimetric titration method with 0,1 N NaOH with phenolphthalein indicator was conducted every four days until acetic acid reached the saturated condition. The result was obtained 28.82-29.69% concentration of acetic acid. It is indicated that the acetic acid from fermented kedondong can be used as a natural vinegar product based on standard level of acetic acid for cuka dapur by SNI 01-3711-1995.

**Keywords:** Acetic acid, Fermentation, Kedondong (*Spondias dulcis* Parkinson)

## PENDAHULUAN

Asam asetat atau asam cuka merupakan senyawa organik yang mengandung gugus asam karboksilat yang dikenal sebagai pemberi rasa asam dan aroma pada makanan (Wusnah dkk., 2018). Asam asetat hasil fermentasi alami memiliki rasa lebih baik dibandingkan asam asetat produksi industri kimia, sehingga bisa digunakan sebagai bahan penyedap (memperbaiki rasa), dan pengawet alami (Juniawati, 2013). Hasil penelitian fermentasi cuka menggunakan substrat tanaman telah banyak dilakukan antara lain

fermentasi dari buah rambutan yang mampu menghasilkan asam asetat hingga kadar 29,28% (Pratiwi, 2015), fermentasi buah salak dengan kadar asam asetat 3,83% (Rahayu & Suparti, 2015), dan kulit singkong menggunakan bakteri *Acetobacter aceti* 10% dengan kadar asam asetat 2,58% (Rahmawati, 2015).

Buah kedondong diduga mampu menghasilkan asam asetat karena dalam 100 g daging buah kedondong memiliki kadar air sebesar 60-85 g dan gula sebanyak 8-10,5 g (Muntari, 2012). Buah kedondong memiliki bentuk yang bervariasi antara bulat, bulat telur, sampai bulat memanjang dengan ukuran kecil sampai besar

Daging buah relatif tebal, berwarna putih atau putih kehijau-hijauan, berstruktur agak keras, berserat halus sampai kasar, dan rasanya manis sampai asam (Depkes & Kessos RI, 2001).

Pembuatan cuka didasarkan pada dua prinsip, yaitu fermentasi alkohol dan asetat. Proses fermentasi tahap awal untuk menghasilkan alkohol, dibutuhkan mikroorganisme yaitu khamir, untuk merombak gula menjadi alkohol dan karbondioksida dan lamanya fermentasi tergantung pada jenis khamir, kadar gula awal dan kadar alkohol akhir yang diinginkan. Kadar alkohol mempengaruhi jalannya proses selanjutnya fermentasi asam asetat (Buckle dkk., 2010). Tahap ini dapat bekerja secara optimal jika pada pH 3,5-6,0 dan pada suhu yang efisien 28-35°C (Zubaidah, 2015). Selain khamir, bakteri asam asetat juga berperan penting dalam proses fermentasi. Bakteri asam asetat merupakan golongan bakteri dengan karakteristik umum mempunyai kemampuan mengoksidasi alkohol dan gula dan menjadi asam asetat secara luas sudah digunakan dalam industri komersial seperti produk asam asetat, glukonat dan sorbose (Jojima dkk., 2004). Studi yang dilakukan oleh Asiah (2019) pada fermentasi buah rambutan diperoleh kadar asam asetat sebesar 29,28% dan 5 isolat bakteri yang berpotensi menghasilkan asam organik seperti asam asetat, yaitu BEN1, BEN2, BEN3, BEN4, dan BEN5. Dari kelima isolat tersebut diperoleh isolat terpilih, yaitu BEN4 sebagai isolat dengan aktivitas asam asetat terbaik.

Berdasarkan data tersebut dan belum adanya studi mengenai pembuatan cuka dari buah kedondong (*Spondias dulcis* Parkinson), penelitian ini dilakukan sebagai penelitian lanjutan untuk mengetahui kadar asam asetat yang terkandung dalam buah kedondong melalui penambahan khamir *Saccharomyces cerevisiae* dan isolat bakteri terpilih BEN4 yang diperoleh dari penelitian sebelumnya.

## METODOLOGI PENELITIAN

**Bahan dan alat.** Bahan yang digunakan antara lain khamir *Saccharomyces cerevisiae*, amonium sulfat (( $\text{HN}_4$ ) $_2$ SO $_4$ ), NaOH (Merck), indikator phenoftalein (Merck), Media BPW (*Buffered Pepton Agar*), Glukose monohidrat (Merck), CaCO $_3$ , sukrosa, alkohol 70%, aquadest. Seperangkat alat titrasi, alat-alat gelas (Pyrex), botol untuk fermentasi, selang aerator, sambungan selang T, jarum ose, cawan petri, kaca objek, mikroskop (Leica), tabung reaksi (Hach), cawan petri, jarum ose, blender, autoklaf, LAF (*Laminar Air Flow*), inkubator, oven, *hot plate*, pH meter

**Pembuatan media Buffer Pepton Water (BPW).** BPW seberat 20 g dilarutkan dalam 1.000 mL aquadest, media dihomogenkan menggunakan *hot plate* dan diaduk hingga mendidih dan terlarut, kemudian disterilisasi dengan autoklaf suhu 121°C, 15 menit (Yunita dkk., 2015). Isolat BEN4 hasil penelitian sebelumnya yang berpotensi sebagai pengganti *Acetobacter aceti* untuk fermentasi dibiakkan pada 150 ml media cair BPW (*Buffered Peptone Water*) yang sudah disterilisasi sebelumnya.

**Fermentasi buah kedondong.** Bahan uji berupa buah kedondong (*Spondias dulcis* Parkinson) seberat 1 kg yang diperoleh dari Pasar Induk, Jalan Raya Bogor, Kramat Jati, Jakarta Timur. Buah kedondong yang telah dikupas dan dibuang bijinya, dicuci bersih, lalu diblender dan disaring untuk diambil sarinya. Sari buah kedondong diencerkan dengan aquadest hingga volume 1 L, kemudian ditambahkan sukrosa 150 g, ammonium sulfat 0,33 g dan isolat bakteri BEN4 10% v/v dengan pH larutan dipertahankan 3 – 4,5. Larutan direbus pada suhu 75°C selama 15 menit kemudian didinginkan hingga suhu 30°C. Larutan dimasukkan ke dalam botol yang telah disterilisasi dengan menambahkan starter yang telah berisi khamir *Saccharomyces cerevisiae*. Botol ditutup rapat dengan tutup botol yang berisi selang yang dihubungkan ke botol lain yang berisi aquadest untuk jalan keluarnya CO $_2$ . Fermentasi pembentukan alkohol ini dilakukan selama 14 hari (Kwartiningsih & Nuning, 2015).

Hasil dari fermentasi pertama kemudian difermentasi kembali menggunakan inokulum isolat BEN4 yang ditutup dengan kertas saring. Fermentasi kedua ini berlangsung secara aerob, mengubah alkohol menjadi asam asetat. Setiap 4 hari sekali hingga hari ke-14, larutan fermentasi diuji secara organoleptis, diukur pH, kadar alkohol serta diukur kadar asam asetat secara kuantitatif dengan metode titrasi alkalimetri dari hari ke-14 hingga hari ke-33 sampai diperoleh kadar asam asetat optimum yaitu lebih besar dari 4 g/100 mL (Febriani dkk., 2018).

**Analisis kadar asam asetat.** Kadar asam asetat dalam medium fermentasi dengan bakteri isolat BEN4 diamati setiap 4 hari untuk mendapatkan kadar asam asetat yang maksimum dan memenuhi syarat kadar asam asetat minimum 4% untuk cuka menurut SNI 01-3711 (BSN, 1995). Penentuan kadar asam asetat melalui uji kuantitatif menggunakan metode titrasi alkalimetri yaitu dengan larutan titer NaOH yang telah dibakukan dengan indikator fenolftalein 1% sebanyak 3 tetes hingga terbentuk warna merah muda. Titrasi dilakukan replikasi tiga kali dan diperoleh volume NaOH 0,1 N yang digunakan sehingga bisa diketahui kadar asam asetat yang terkandung (Susiloningsih & Ningsih, 2013). Kadar asam asetat diperoleh dari hasil perhitungan menggunakan rumus berikut:

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

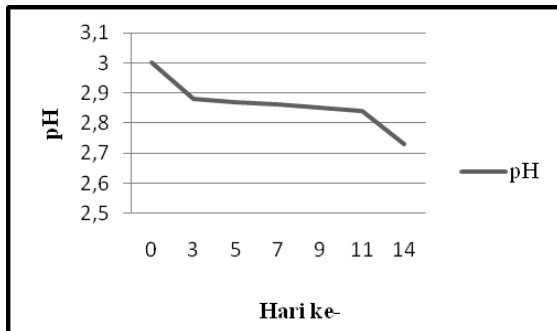
$$\text{Persentase asam asetat} = N \times BM \times Fp \times 100 \%$$

|        |                           |
|--------|---------------------------|
| V $_1$ | : volume CH $_3$ COOH     |
| M $_1$ | : molaritas CH $_3$ COOH  |
| V $_2$ | : volume NaOH             |
| M $_2$ | : molaritas NaOH          |
| N      | : normalitas CH $_3$ COOH |
| BM     | : berat molekul           |
| Fp     | : faktor pengenceran      |

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Uji pH Fermentasi

Pengukuran pH dilakukan pada hari ke-0, hari ke-3, hari ke-5, hari ke-7, hari ke-9, hari ke-11, hari ke-14 dengan menggunakan pH meter untuk mengetahui perubahan nilai pH pada fermentasi.



Gambar 1. Grafik pengukuran pH

Berdasarkan Gambar 1 terjadi penurunan pH pada hari ke-3 hingga hari ke-14. Hasil pengukuran pH fermentasi buah kedondong pada hari ke-0 adalah 3, lalu menurun pada hari ke-3, 5, 7, 9, 11, dan 14 berturut-turut menjadi 2,88; 2,87; 2,86; 2,85; 2,84 dan 2,73. Hal ini disebabkan adanya perubahan gula menjadi alkohol oleh *Saccharomyces cerevisiae* yang kemudian terdegradasi oleh mikroorganisme menjadi asam asetat dan asam-asam organik lainnya yang terbentuk selama proses fermentasi (Wusnah dkk., 2018). *Saccharomyces cerevisiae* berkembang pesat pada lingkungan yang hangat dan asam, yaitu antara suhu 20-30°C dan pH 4,5-6,5. Ragi fermentasi memberikan suasana asam pada area pertumbuhan melalui sekresi pasangan proton selama

proses transport nutrisi, sekresi langsung asam organik, serta eliminasi agen buffer (Walker & Stewart, 2016). Studi pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* pada berbagai kondisi, terbukti bahwa pada pH 4 memberikan kondisi terbaik untuk sel ragi tumbuh dan berkembang biak. Pertumbuhan yang baik ini kemungkinan disebabkan adanya metabolit etanol dari sel ragi, asam menetralkan produksi etanol sehingga sel ragi terus berkembang. Sebaliknya, saat keasaman diturunkan siklus pertumbuhan ikut menurun (Salari & Salari, 2017).

### Uji Organoleptis

Hasil penelitian menunjukkan adanya perubahan warna dari semula berwarna kuning menjadi kuning pucat pada akhir proses fermentasi selama 14 hari (Gambar 2). Pada perubahan warna dari kuning menjadi kuning pucat ini, diduga karena adanya fermentasi gula dan karena lamanya waktu fermentasi, hal ini terjadi akibat adanya kemampuan konsorsium mikroba melakukan pendegradasian warna. Pendegradasian warna terjadi karena mikroba yang memanfaatkan *Total Soluble Solid* sebagai energi sehingga lama kelamaan pelarut dalam media akan habis dan cairan menjadi bening atau tidak berwarna. Hal ini sesuai dengan pernyataan oleh Rahmawati (2015) bahwa konsentrasi bakteri penghasil asam asetat mempengaruhi kualitas warna, semakin tinggi konsentrasi bakteri penghasil asam asetat ditambahkan menghasilkan warna yang lebih menguning. Perbedaan warna yang timbul selama proses fermentasi dapat terlihat jelas atau tidak terlihat terlalu jelas jika warna mengalami perubahan karena penilaian terhadap warna dilakukan dengan penilaian perspektif (Corona dkk., 2015).



Hari ke-0

Hari ke-14

Gambar 2. Fermentasi Buah Kedondong

Warna dipengaruhi dari banyaknya glukosa yang terdapat pada media. Media yang digunakan adalah sari buah daging kedondong yang ditambahkan cairan gula, cairan gula terbuat dari gula ditambahkan air kemudian dipanaskan sampai mendidih sehingga mengalami karamelisasi dan berpengaruh terhadap

warna (Alamsyah & Loebis, 2015). Munculnya gas CO<sub>2</sub> pada botol aquadest terjadi akibat proses fermentasi pembentukan alkohol dengan *Saccharomyces cerevisiae*. Berikut ini detail hasil uji organoleptis (Tabel 1).

**Tabel 1.** Hasil Uji Organoleptis Fermentasi Asam Asetat Buah Kedondong berdasarkan SNI 01-3711-1995

| No. | Kriteria Uji | Hasil Penelitian             | SNI cuka makan         |                        |
|-----|--------------|------------------------------|------------------------|------------------------|
|     |              |                              | Cuka Dapur             | Cuka Meja              |
| 1.  | Warna        | Keruh, berwarna kuning pucat | Jernih, tidak berwarna | Jernih, tidak berwarna |
| 2.  | Bentuk       | Cairan encer                 | Cairan encer           | Cairan encer           |
| 3.  | Bau          | Khas asam asetat             | Khas asam asetat       | Khas asam asetat       |

Berdasarkan standar SNI cuka makan, hasil larutan fermentasi memenuhi kriteria bentuk dan bau, tetapi untuk warna larutan fermentasi belum didapatkan hasil yang jernih, sehingga mungkin dalam proses penyaringan diperlukan filter dengan ukuran pori yang lebih kecil dan dilakukan sentrifugasi.

### Uji Kadar Asam Asetat

Kadar asam asetat dianalisis menggunakan metode titrasi alkalimetri. Pengukuran kadar asam asetat dari fermentasi daging buah kedondong dilakukan 4 hari sekali dari hari ke-14 sampai hari ke-33 (**Tabel 2**).

**Tabel 2.** Hasil Pengukuran Kadar Asam Asetat Fermentasi Buah Kedondong

| Hari ke- | Titration ke- | Kadar   |
|----------|---------------|---------|
| 17       | 1             | 28,82 % |
| 21       | 2             | 29,33%  |
| 25       | 3             | 29,45%  |
| 29       | 4             | 29,57%  |
| 33       | 5             | 29,69%  |

Pada hari ke-33 kadar asam asetat mengalami kenaikan hingga sebesar 29,69%, ini menunjukkan semakin lama proses fermentasi aerob semakin meningkat kadar asam asetat yang dihasilkan. Kenaikan kadar asam asetat disebabkan kemampuan *Saccharomyces cerevisiae* dalam menghasilkan alkohol lebih optimum pada kondisi anaerob dibandingkan aerob. Kenaikan kadar asam asetat juga diduga karena bakteri BEN4 yang berperan dalam pembentukan asam asetat berada pada fase logaritmik. Fase logaritmik adalah fase pertumbuhan tercepat yang dialami oleh mikroorganisme karena ketersediaan nutrisi yang lebih banyak dibandingkan dengan keberadaan sel mikroba. Kurva pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* menunjukkan fase lag selama 2 jam. Fase log memiliki slope paling tajam dan bertahan hingga 7 jam, pada akhir fase log, jumlah sel ragi mencapai maksimum yaitu sebesar  $1,2 \times 10^9$ . Analisis menggunakan spektrofotometri UV-Vis pada 600 nm menunjukkan absorbsi maksimum, sekitar 1 pada akhir fase log (Salari & Salari, 2017).

Menurut Taslim dkk. (2017), lama fermentasi yang memberikan kadar alkohol yang paling baik adalah 72 jam, sejalan dengan hasil kadar alkohol terbaik yang dibuktikan dalam penelitiannya diperoleh pada waktu 72 jam yaitu sebesar 14,043%. Sementara pada penelitian ini

tidak didapati kadar alkohol pada hari pertama dan hari ke-14, hal ini mungkin disebabkan tidak dilakukan pengamatan setiap hari sehingga tidak diketahui alkohol tertinggi yang mungkin ada pada hari ke-3. Selain itu, diduga pada hari ke-14 khamir telah mengalami fase perlambatan pertumbuhan, karena adanya pengaruh dari gas yang dihasilkan, dan berkurangnya nutrisi dalam larutan fermentasi, sehingga hasil yang didapatkan adalah 0%. Selain pH dan suhu, pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* dipengaruhi oleh nutrisi, mikroorganisme membutuhkan suplai makanan yang menjadi sumber energi yang menyediakan unsur – unsur kimia dasar untuk pertumbuhan sel. Karbon dan sumber energi untuk hampir semua mikroorganisme yang berhubungan dengan bahan pangan dapat diperoleh dari jenis gula karbohidrat (Buckle dkk., 2010). Hal ini sesuai dengan persentase kadar asetat dari buah kedondong yang diperoleh dari hasil fermentasi lebih besar dibandingkan penelitian sebelumnya karena kandungan sukrosa yang cukup besar pada buah kedondong.

Perhitungan kadar asam asetat dilakukan seiring bertambahnya waktu fermentasi hingga asam asetat mencapai kondisi jenuh dimana kadar asam asetat dalam sampel sudah tidak mengalami penambahan dan didapatkan data kadar asam asetat sebesar 28,82% - 29,69%. Kadar asam asetat tersebut sudah memenuhi standar kadar asam asetat yang ditetapkan oleh SNI 01-3711-1995 untuk produksi cuka meja (4-12,5%) dan cuka dapur (minimal 12,5%), sehingga cuka yang dihasilkan dari fermentasi daging buah kedondong termasuk ke dalam kategori cuka dapur (BSN, 1995).

## KESIMPULAN

Fermentasi daging buah kedondong (*Spondias dulcis* Parkinson) dapat menghasilkan asam asetat dengan bantuan *Saccharomyces cerevisiae* dan isolat bakteri BEN4. Hasil menunjukkan kadar asam asetat tertinggi pada hari ke-33, yaitu sebesar 29,69%. Fermentasi sari buah kedondong memenuhi standar SNI untuk menjadi bahan alternatif produksi cuka dapur.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, R. & Loebis, E.H. (2015). Pembuatan Nata dari Bahan Baku Air dengan Perlakuan Konsentrasi Nutrisi dan Mikroba. *Warta IHP*, 32(1), 75 – 85.
- Asiah, S.N. (2019). Penentuan Kadar Asam Asetat dan

- Isolasi Bakteri Hasil Fermentasi Buah Rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) secara Alami. *Skripsi*. Fakultas Farmasi. Institut Sains dan Teknologi Nasional. Jakarta. 40.
- Badan Standar Nasional. (1995). SNI 01-3711-1995. *SNI Untuk Cuka Makan*. Jakarta.
- Buckle, K.A., Edwards, R.A., Fleet, G.H., & Wootton, M. (2010). *Ilmu Pangan*. Terjemahan Purnomo H, Adiono. Jakarta: UI Press. 165 – 172.
- Febriani, Dwi, R., & Zidni. (2018). Pembuatan Cuka Alami Buah Salak dan Pisang Kepok beserta Kulitnya teknik Fermentasi. *Skripsi*. Semarang: Program Sarjana Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang. 73- 78.
- Corona, O., W. Randazzo., A. Miceli., R. Guarcello., N. Francesce., H. Erten., G. Moschetti., & L. Settani. (2016). Characterization of kefir-like beverages produced from vegetable juices. *Food Science and Technology*, 66, 572 – 581.
- Depkes & Kessos RI. (2001). *Inventaris Tanaman Obat Indonesia (I) Jilid 2*. Jakarta: Departemen Kesehatan RI. 195-196.
- Jojima, Y., Mihara, Y., Suzuki, S., Yokozeki, K., Yamanaka, S., & Fudou, R. (2004). *Saccaribacter floricola* Gen. Nov., Sp. Nov., A Novel Osmophilic Acetic Acid Bacterium Isolate from Pollen. *International journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 54(6), 2263 – 2267.
- Juniawati. (2013). Vinegar: Pengawet Alami Daging Segar. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 35(4), 187–196.
- Kwartiningsih, E. & Ln. Nuning, S.M. (2015). Fermentasi Sari Buah Nanas menjadi Vinegar. *Jurnal Ekuilibrium*, 4(1), 8 – 12.
- Muntari. (2012). Aktivitas Antibakteri Etanol Kulit Batang Kedondong (*Spondias pinnata*) Terhadap *Streptococcus mutans* dan *Shigella sonnei*. *Skripsi*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta. 3 – 4.
- Pratiwi, B.A. (2015). Isolasi Dan Skrining Fitokimia Bakteri Endofit dari Daun Rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) yang Berpotensi sebagai Antibakteri. *Skripsi*. Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Program Studi Farmasi, Jakarta. 16 – 26.
- Rahayu, F.I., & Suparti. (2015). Pemanfaatan Salak (*Salacca zalacca*) sebagai Bahan Alternatif Pembuatan Cuka Buah dengan Penambahan Konsentrasi *Acetobacter aceti* yang Berbeda. *Skripsi*. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Universitas Muhammadiyah Surakarta. 13 – 15.
- Rahmawati, R. (2015). Pemanfaatan Kulit Singkong (*Manihot utilissima*) sebagai Bahan Alternatif Pembuatan Cuka Dapur dengan Penambahan Konsentrasi *Acetobacter Aceti* yang Berbeda. *Skripsi*. Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta. 5 – 17.
- Salari, R., & Salari R., (2017). Investigation of the Best *Saccharomyces cerevisiae* Growth Condition. *Electronic Physician*, 9(1), 3952-3597.
- Susiloningsih, E. & Indah, P.R. (2013). Eksplanasi Materi Acara Praktikum Asam Basa dengan Produk Media Transvisi untuk Pembelajaran Kimia. *Skripsi*. Universitas Negeri Semarang, 1138 – 1145.
- Taslim, M., Meggy, M., & Muhammad, R. (2017). Pengaruh pH dan Lama Fermentasi terhadap Produksi Etanol dari *Sargasum crassifolium*. *Biologi Sel*, 6, 13-25.
- Wusnah, Meriatna, & Rina, L. (2018). Pembuatan Asam Asetat dari Air Cucian Kopi Robusta dan Arabika dengan Proses Fermentasi. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 7(1), 61 – 72.
- Walker, G.M. & Stewart, G.G. (2016). Review *Saccharomyces cerevisiae* in the Production of Fermented Beverages. *Beverages*, 2, 30.
- Yunita, M., Yusuf, H., Rini, Y. (2015). Analisis Kuantitatif Mikrobiologi Pada Makanan Penerbangan (Aerofood ACS) Garuda Indonesia Berdasarkan TPC (Total Plate Count) Dengan Metode Pour Plate. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 3(3), 237 – 248.
- Zubaidah, E. (2015). Pengaruh Pemberian Cuka Apel dan Cuka Salak terhadap Kadar Glukosa Darah Tikus Wistar yang Diberi Diet Tinggi Gula. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 12(3), 163-169.