

PENGARUH WAKTU FERMENTASI DENGAN STARTER DAN MIKROAERASI TERHADAP KADAR DAN VOLUME ALKOHOL MENGGUNAKAN BAHAN DASAR MOLASE

THE EFFECT OF FERMENTATION TIME WITH STARTER AND MICROAERATION ON ALCOHOL CONTENT AND VOLUME USING MOLASES

Wahyudi Kurniawan, Tri Rachmanto, Nurchayati

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Jln. Majapahit No. 62, Mataram, Nusa Tenggara Barat, 83125, Indonesia

*Corresponding author

E-mail addresses: gagahgantang95@gmail.com

Received; Received in revised form; Accepted

ABSTRACT

Humans in living their daily lives are very dependent on the role of energy or fuel. Energy is very important in all sectors, both household and industry. Along with the times and the increasing population, the demand for energy is getting higher. Therefore, to reduce the use of energy from fossils, alternative energy is needed as an option in case of energy scarcity. Bioethanol is energy derived from vegetable materials obtained from the process of fermenting sugar from carbohydrate sources (starch) using the help of microorganisms. One of the raw materials that can be used for the manufacture of bioethanol is molasses. In this study, the production of bioethanol was carried out by varying the duration of fermentation using starter and micro-aeration. This research was conducted at the Renewable Energy (EBT) LAB, Faculty of Engineering, University of Mataram. There are three variations of fermentation time, namely 24 hours, 48 hours and 72 hours. The purpose of this study was to determine the level and volume of alcohol produced. The research results obtained showed that the duration of fermentation had a significant effect on the volume of alcohol but did not have a significant effect on the alcohol content. The best treatment was obtained at 72 hours of fermentation with an average alcohol volume of 928 ml. The lowest value was obtained at 24 hours of fermentation with an average alcohol volume of 670 ml.

Keywords: Bioethanol, distillation, fermentation, molasses, starter

1. Pendahuluan

Manusia dalam menjalani kehidupan sehari-hari sangat bergantung dari peran energi atau bahan bakar. Energi sangatlah penting disegala sektor baik itu rumah tangga maupun industri. Seiring dengan perkembangan zaman dan bertambahnya populasi penduduk menyebabkan kebutuhan energi semakin tinggi. Sementara itu Indonesia bahkan dunia masih sangat bergantung dengan energi fosil yang suatu saat akan habis. Oleh sebab itu untuk mengurangi penggunaan energi dari fosil, dibutuhkan energi alternatif sebagai salah satu pilihan apabila terjadi kelangkaan energi. salah satunya yaitu bioetanol. Bioetanol merupakan energi yang berasal dari bahan nabati yang didapat dari proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat (pati) menggunakan bantuan mikroorganisme. Salah satu bahan baku yang dapat dimanfaatkan untuk pembuatan bioetanol yaitu molase. Molase itu sendiri merupakan limbah pengolahan gula yang mengandung gula cukup tinggi sehingga molase sangat potensial dimanfaatkan sebagai media fermentasi (Hartina dkk, 2014). Mikroorganisme yang digunakan untuk fermentasi bioetanol berjenis *Saccharomyces cerevisiae* dikarenakan mampu menghasilkan kadar etanol yang tinggi, selain itu juga mikroba ini dapat tumbuh baik pada gula sederhana maupun disakarida

(Arindhani, 2015). Selain itu oksigen juga sangat diperlukan saat proses fermentasi maka dari itu harus diatur sebaik mungkin untuk memperbanyak pertumbuhan mikroba seperti pada penelitian yang dilakukan Emily dkk, 2009. Untuk pembuatan bioetanol dapat dilakukan dengan memvariasikan beberapa hal. Pada penelitian Satriawan (2021) yang memvariasikan waktu fermentasi yaitu 3 hari, 5 hari dan 7 hari menghasilkan kadar dan volume alkohol yang berbeda-beda. Fermentasi yang paling optimum untuk menghasilkan kadar dan volume alkohol tertinggi yaitu selama 3 hari. Sedangkan pada waktu fermentasi 5 hari dan 7 hari baik dari kadar maupun volume sudah menunjukkan penurunan. Dari penelitian Mboti (2021) yang memvariasikan volume starter sebesar (10,15,20) % didapatkan hasil bahwa semakin tinggi volume starter semakin tinggi pula kadar dan volume alkohol yang didapat dengan waktu fermentasi selama 3 hari (72 jam). Oleh karena itu timbul gagasan untuk meneliti dan menganalisa pembuatan bioetanol dari molase dengan memvariasikan waktu fermentasi yaitu 24 jam, 48 jam dan 72 jam dan memberikan mikroaerasi selama fermentasi dan starter. Diharapkan dengan memberikan starter dan juga mikroaerasi dapat mempersingkat waktu fermentasi dengan hasil yang maksimal.

2. Bahan dan Metode

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah molase, ragi roti yang mengandung *Saccharomyces Cerevisiae*, dan pupuk ZA (amonium sulfat). Segangkan alat yang digunakan selama penelitian ini diantaranya continous reflux still destillation, termometer, alkoholmeter, refractometer, spectro alkohol, timbangan digital, jerigen fermentor, gelas ukur, pipet, tangki pemanas (heater), pH meter, aerator, filter, keran aerator, dan bom kalorimeter.

Proses pengenceran molase dilakukan dikarenakan limbah molase dari pabrik tidak bisa langsung diolah menjadi alkohol karena terlalu kental. *Brix* sebelum proses pencairan bisa mencapai 50% bahkan lebih. Pada penelitian ini *brix* yang digunakan yaitu 16%, yang artinya terdapat 4,8 kg gula dalam 30 liter molase. Untuk mendapatkan nilai *brix* tersebut, perbandingan molase dengan air berkisar antara 1:4 dalam satuan massa..

Pada tahapan ini, molase yang telah diencerkan akan dipanaskan pada tangki pemanas dengan suhu $\pm 85^{\circ}\text{C}$ kemudian pemanas akan dimatikan, kemudian molase akan dibiarkan dingin tanpa membuka tutup tangki pemanas agar tidak kontak langsung dengan udara luar.

Pada proses ini dilakukan pendinginan pada cairan molase yang sudah dipanaskan sebelumnya. Pendinginan dilakukan selama 48 jam atau 2 hari. Proses pendinginan dilakukan dengan cara membiarkan cairan molase dingin dengan sendirinya di dalam heater yang sudah dimatikan, hingga mencapai suhu ruangan sekitar $28-32^{\circ}\text{C}$. Proses ini bertujuan untuk mendapatkan suhu optimal bagi ragi *saccharomyces cerevisiae* untuk berkembang, serta berfungsi untuk mengendapkan kotoran/lumpur yang masih terdapat di cairan molase.

Starter dibuat dengan volume 20 % yang diambil dari bahan baku molase 30 liter setiap sampelnya. *Brix* awal yang digunakan dalam pembuatan *starter* adalah *brix* 16%. Kemudian volume *starter* yang telah diambil ditambahkan dengan ragi dan pupuk Za (*Ammonium sulfate*) dengan jumlah 450 gram masing-masing. Bahan-bahan tersebut kemudian diaduk hingga merata sampai semua campuran benar-benar tercampur dan *starter* tersebut dibiarkan dalam keadaan aerob dengan diberikan aerasi selama 6 jam.

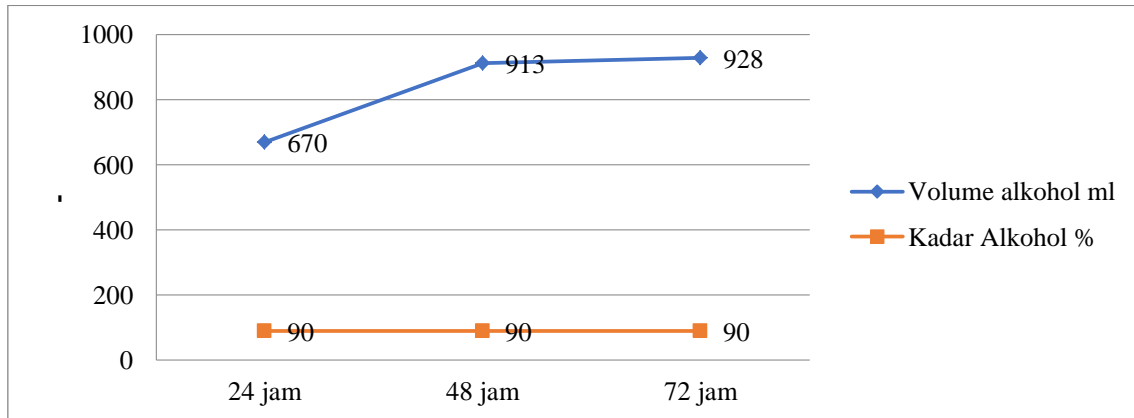
Molase yang telah ditambahkan pupuk dan ragi akan difermentasi selama 24 jam, 48 jam dan 72 jam pada temperatur ruangan berkisar antara $20-33^{\circ}\text{C}$ dengan bantuan udara yang disebut fermentasi aerob. Fermentasi aerob sendiri merupakan proses metabolisme di mana sel memetabolisme gula melalui fermentasi dengan adanya oksigen dan terjadi melalui represi metabolisme pernapasan normal.. Hasil dari pembuatan *starter* kemudian dicampurkan dengan sisa molase awal untuk dilakukannya proses fermentasi. Adapun tujuan dari proses fermentasi ini untuk mengubah gula menjadi bioetanol dengan bantuan ragi. Fermentasi dilakukan dengan menggunakan metode mikroaerasi yaitu penambahan udara dengan menggunakan aerator dengan kecepatan aliran udara 1,5 lpm selama. Selama fermentasi berlangsung, derajat keasaman (pH) dan *brix* akan diukur penurunannya. *Brix* akan diukur 4 jam sekali, sedangkan pH akan diukur pada jam ke-0, 24, 48 dan 72.

Pada proses ini, larutan molase yang sudah difermentasi akan dilakukan proses distilasi menggunakan alat *Continuous reflux destillation* dengan temperatur $78\pm 1^{\circ}\text{C}$ karena titik didih etanol

sebesar 78,32°C. Proses ini bertujuan untuk memisahkan kadar air dengan etanol yang dihasilkan dari fermentasi larutan molase. Setelah proses distilasi selesai, akan diukur volume dan kadar bioetanol yang didapatkan.

3. Hasil dan Pembahasan

Pengembangan terkait sumber energi terbarukan sebagai bentuk upaya pengurangan penggunaan bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbarui dapat dilakukan dengan mengkonversi biomassa menjadi alkohol melalui fermentasi yang kemudian didistilasikan.



Gambar 4.4 Kadar dan volume bioetanol rata-rata

Berdasarkan gambar 4.4 diketahui bahwa volume alkohol yang dihasilkan dengan waktu fermentasi yang beragam menghasilkan volume alkohol yang beragam dengan kadar alkohol yang sama yaitu 90%. Volume tertinggi alkohol diperoleh dari fermentasi selama 72 jam yaitu sebanyak 928 ml, volume alkohol selama 48 jam fermentasi sebanyak 913 ml dan volume alkohol terendah diperoleh dari 24 jam fermentasi yaitu sebanyak 670 ml. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin lama fermentasi berlangsung maka alkohol yang dihasilkan semakin banyak. Hal ini sesuai dengan penelitian Hanum, dkk (2013) yaitu pada fermentasi 48 jam menghasilkan etanol sebanyak 3,7 mL sedangkan pada fermentasi 24 jam hanya menghasilkan etanol sebesar 2,8 mL.

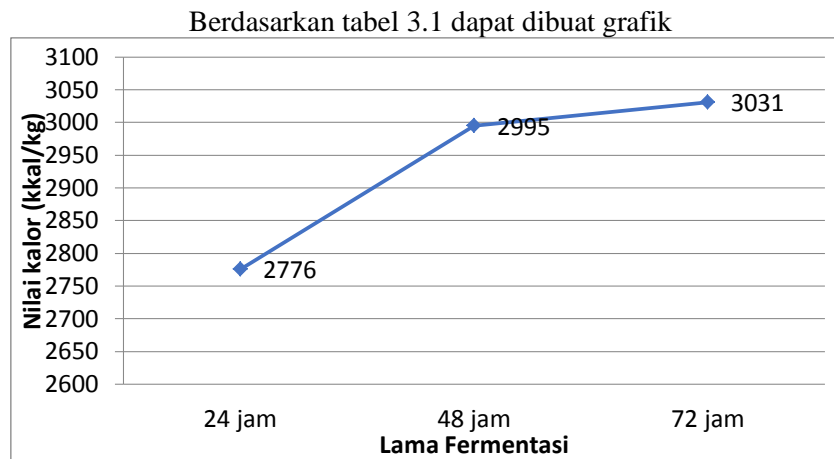
Meningkatnya volume alkohol yang dihasilkan disebabkan oleh *Saccaromyces cereviceae* yang memecah gula menjadi senyawa alkohol. Semakin lama proses fermentasi maka semakin banyak jumlah gula yang diurai oleh mikroorganisme tersebut menjadi alkohol. Tetapi dalam kurun waktu tertentu jumlah volume alkohol yang dihasilkan akan mengalami penurunan akibat mikroorganisme akan mengalami fase kematian sehingga aktivitas untuk mengubah gula menjadi alkohol akan semakin menurun. Selain itu, bioethanol yang dihasilkan juga dalam kurun waktu tertentu dapat diubah menjadi asam asetat oleh bakteri sehingga volume bioethanol yang dihasilkan dapat mengalami penurunan.

Pengujian Bomb Calorimeter

Nilai kalor (*heating value*) merupakan salah satu sifat dasar yang penting dari bahan bakar yang dianggap sebagai energy dalam bentuk kalor yang ditransfer ketika produk dari pembakaran sempurna suatu sampel bahan bakar didinginkan sampai temperature mula-mula dari bahan bakar. Bomb calorimeter adalah alat yang digunakan untuk mengukur jumlah atau nilai kalor yang dibebaskan pada pembakaran sempurna suatu senyawa, bahan makanan, dan bahan bakar. Dalam penelitian ini perlu untuk diketahui bahwa pengujian bom kalorimeter menggunakan hasil yang terbaik dari masing-masing perlakuan yaitu sampel ke-2 pada fermentasi 24 jam, sampel ke-3 pada fermentasi 48 jam dan sampel ke-2 pada fermentasi 72 jam.

Tabel 3.1 Hubungan nilai kalor dengan lama waktu fermentasi

Lama fermentasi (jam)	24	48	72
Nilai kalor (kkal/kg)	2776	2995	3031



Gambar 3.1 Grafik hubungan nilai kalor dengan waktu fermentasi

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa nilai kalor pada sampel ke-2 fermentasi 24 jam menghasilkan kalor sebesar 2776 cal/gr, sampel ke-3 pada fermentasi 48 jam menghasilkan kalor sebesar 2995 cal/gr, dan sampel ke-2 pada fermentasi 3031 cal/gr. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin lama waktu fermentasi semakin tinggi nilai kalor yang dihasilkan, meskipun kadar alkoholnya sama. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Sutanto, dkk (2013) yang menghasilkan nilai kalor tertinggi pada lama fermentasi 9 hari dengan kalor sebesar 29679,47 J/gr dan yang paling rendah diperoleh pada lama fermentasi 5 hari dengan kalor sebesar 13258,48 J/gr. Semakin lama waktu fermentasi maka semakin tinggi nilai kalor yang dihasilkan karena semakin lama fermentasi berlangsung maka alkohol yang dihasilkan juga semakin tinggi (Sutanto, dkk., 2013).

Tabel 3.2 Tabel ANOVA pengaruh lama fermentasi terhadap volume alkohol

Source of Variation	SS	df	MS	F_{Hitung}	F_{Tabel}
Between Groups	1327563	3	442520.8	120.7177	6.591382
Within Groups	14663	4	3665.75		
Total	1342226	7			

Berdasarkan tabel 3.2 ANOVA dengan tingkat signifikansi (α) = 0,05 diperoleh F_{hitung} (120.7177) > F_{tabel} (6.591382) dimana H_0 ditolak, sehingga lama fermentasi memberikan pengaruh yang signifikan terhadap volume alkohol.

Tabel 3.2 Tabel ANOVA pengaruh lama fermentasi terhadap kadar alkohol

Source of Variation	SS	df	MS	F_{Hitung}	F_{Tabel}
Between Groups	0.333333	2	0.166667	0.5	9.552094
Within Groups	1	3	0.333333		
Total	1.333333	5			

Berdasarkan tabel 4.8 ANOVA dengan tingkat signifikansi (α) = 0,05 diperoleh F_{hitung} (0,5) < F_{tabel} (9.552094) dimana H_0 diterima, sehingga lama fermentasi tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kadar alkohol.

4. kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Waktu fermentasi dengan starter dan microaerasi berpengaruh besar terhadap volume bioetanol yang dihasilkan namun tidak berpengaruh signifikan terhadap kadar bioetanol.

2. Waktu fermentasi optimal apabila dilakukan starter dan microaerasi selama fermentasi adalah 3 hari dengan volume bioetanol paling tinggi diperoleh 1050 ml pada sampel ke-2 dengan nilai kalor 3031,0 kkal/kg

DAFTAR PUSTAKA

- 1) Agus, Mikha widiyanto. 2013. *Statistika Terapan. Konsep dan Aplikasi dalam Penelitian Bidang Pendidikan, Psikologi dan Ilmu Sosial Lainnya*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo
- 2) Akbar, A., 2021 skripsi analisa pengaruh variasi massa ragi roti dan laju mikroaerasi terhadap hasil akhir kadar dan volume bioetanol pada molase. Universitas Mataram
- 3) Arif, B., Diyono, W, 2016. Analisis Rancangan Faktorial Tiga Faktor Untuk Optimalisasi Produksi Bioetanol Dari Molase Tebu. Bogor. Vol 25, No. 1
- 4) Arindhani, S., 2015. Skripsi. Produksi Bioetanol Menggunakan Ragi Roti Instan Dengan dan Tanpa Pemberian Aerasi Pada Media Molase. Universitas Jember.
- 5) Azizah, N., 2012. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Bioetanol, pH, Dan Produksi Gas Pada Proses Fermentasi Bioetanol Dari Whey Dengan Substitusi Kulit Nanas. Research Note. Jurnal Teknologi Aplikasi Pangan.
- 6) Bustaman, S. 2008. *Kebijakan Pengembangan Bahan Bakar Nabati (Bioetanol)*. Maluku. Jurnal Ekonomi Dan Pembangunan 17: 89-106
- 7) Emily, L.W.T., Nandong, J., Samyudia, Y., 2009. Experimental Investigation On The Impact Of Aeration Rate And Stirrer Speed On Micro-Aerobic Batch Fermentation, *Journal Of Applied Sciences*, Vol. 9, No.19, p 3126-3130.
- 8) Fajrin, J., Pathurahman, Pratama, L.G., 2016. Aplikasi Metode Analysis Of Variance (Anova) Untuk Mengkaji Pengaruh Penambahan Silica Fume Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik Mortar, *Jurnal Rekayasa Sipil*, Vol. 12, No. 1, p 11-23.
- 9) Fitrianti, D. (2021). Uji efektifitas jumlah ragi dan lama waktu fermentasi oleh *saccharomyces cerevisiae* terhadap ampas tebu sebagai biobioetanol (Doctoral dissertation, UIN Sunan Ampel Surabaya).
- 10) Ghozali, Imam. 2009. "Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program SPSS ". Semarang : UNDIP.
- 11) Hanum, F., Pohan, N., Rambe, M., Primadony, R., & Ulyana, M. (2013). *Pengaruh massa ragi dan waktu fermentasi terhadap bioetanol dari biji durian*. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2(4), 49-54.
- 12) Fitri H., Akyunul J., Anik M., 2014. Fermentasi Tetes Tebu Dari Pabrik Gula Pagotan Madiun Menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae* Untuk Menghasilkan Bioetanol Dengan Variasi pH dan Lama Fermentasi. *Jurusan Kimia, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang*. Vol 3 No. 1
- 13) Jayus, J., Noorvita V., dan Nurhayati., 2016. Produksi Bioetanol Oleh *Saccharomyces Cerevisiae* FNCC 3210 Pada Media Molase Dengan Kecepatan Agitasi Dan Aerasi Yang Berbeda. *Universitas Jember*. Vol. 10, No. 2
- 14) Juwita R., 2012, *Studi Produksi Bioetanol dari Tetes Tebu (Saccharum Officinarum L) Selama Proses Fermentasi*, Skripsi Program Studi Keteknikan Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin Makassar.
- 15) Kiswondo, S., 2011. Penggunaan Abu Sekam Dan Pupuk Za Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Tomat (*Lycopersicum Esculentum* Mill.), *Jurnal EMBRYO*, Vol. 8, No.1, P 9-17.
- 16) Komala, R., & Aziz, S. (2019). Pengaruh Proses Aerasi terhadap Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit di PTPN VII Secara Aerobik. *Jurnal Redoks*, 4(2), 7- 16.
- 17) Lim, J. W., Chiam, J. A., & Wang, J. Y. (2014). Microbial community structure reveals how microaeration improves fermentation during anaerobic co-digestion of brown water and food waste. *Bioresource technology*, 171, 132-138.
- 18) Mboti.K.V., 2021 skripsi pemanfaatan molase dalam pembuatan bioetanol dengan variasi volume starter dengan menggunakan mikroaerasi pada proses fermentasi. Universitas Mataram.

- 19) N. Azizah, A. N. Al- Baarri, S. Mulyani, 2012, *Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Bioetanol, pH, dan Produksi Gas pada Proses Fermentasi Bioetanol dari Whey dengan Substitusi Kulit Nanas*, Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan Volume. 1 Nomor. 2.
- 20) Noorulil A, Bayu dan Ratna Adil. (2010). Rancang Bangun Model Mekanik Alat untuk Mengukur Kadar Keasaman Susu Cair Sari Buah dan Soft Drink. Jurnal Teknik Elektronika Politeknik Elektronika Negeri Surabaya.
- 21) Rinanda, R. (2019). Skripsi Pembuatan Bioetanol Dari Nira Batang Sorgum Dengan Memvariasikan Starter Pada Proses Fermentasi Menggunakan Turbo Yeast. Universitas Mataram.
- 22) Rochani, A., Yuniningsih, S., & Ma'sum, Z. (2016). Pengaruh konsentrasi gula larutan molases terhadap kadar etanol pada proses fermentasi. Reka Buana. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Teknik Kimia, 1(1), 43-48.
- 23) Satriawan, S., 2021 skripsi pemanfaatan molase menjadi bioetanol dengan memvariasikan brix dan waktu fermentasi sebagai bahan baku desinfektan dan *hand sanitizer* untuk mencegah penyebaran covid-19. Universitas Mataram.
- 24) Selmi R., 2018. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Bioetanol, Warna, Rasa dan Aroma Tuak Ubi Jalar Ungu. Skripsi. Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.
- 25) Setiawati, D. R., Sinaga, A. R., & Dewi, T. K. (2013). Proses pembuatan bioetanol dari kulit pisang kepok. Jurnal Teknik Kimia, 19(1).
- 26) Sutanto, R., Jaya, H. and Mulyanto, A., 2013. *Analisa Pengaruh Lama Fermentasi Dan Temperatur Distilasi Terhadap Sifat Fisik (Specific gravity Dan Nilai Kalor) Bioetanol Berbahan Baku Nanas (Ananas Comosus)*. Dinamika Teknik Mesin, 3(2).
- 27) Tannady, H., Munardi, W.E., 2015. *Pengamatan Waktu Pelayanan Operator Pintu Tol Dengan Uji Hipotesis Analysis Of Variance (Anova) (Studi Kasus: Gerbang Tol Ancol Timur, Jakarta Utara)*, Journal Of Industrial Engineering & Management Systems, Vol.8, No.1, p 26-54.
- 28) Wusnah, Bahri, S., Hartono, D., 2016. *Proses Pembuatan Bioetanol Dari Kulit Pisang Kepok (Musa Acuminata B.C.) Secara Fermentasi*, Jurnal Teknologi Kimia Unimal Vol 5, No.1, p 57-65.
- 29) Wijana, M., 2017, *Diktat Metode Penelitian*, Universitas Mataram.
- 30) Widiyanto (2013), *Statistika Terapan : Konsep dan Aplikasi dalam Penelitian Bidang Pendidikan, Psikologi dan Ilmu Sosial Lainnya*, PT Alex Media Komputindo, Jakarta
- 31) Winarno, F.G., 1984, " Pengantar Teknologi Pangan", PT Gramedia, Jakarta
- 32) Wiratmaja, I.G., 2010. Pengujian Karakteristik Fisika Biogasoline Sebagai Bahan Bakar Alternatif Pengganti Bensin Murni. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, 4(2), pp.145-154