

## Rancangan Pengolahan Limbah Tongkol Jagung Menjadi Bioetanol di Kecamatan Wuluhan Kabupaten Jember

Andika Prastika\*<sup>1</sup>, Qurrota A'yun<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Teknik Kimia, Universitas Jember, Jember

<sup>3</sup>Fisika, Universitas Jember, Jember

e-mail: \*<sup>1</sup>andika.prastika123@gmail.com, <sup>2</sup>ayun.qurrota1410@gmail.com

### Abstrak

Permasalahan energi dan lingkungan menjadi tantangan serius dan membutuhkan kesadaran nyata dari seluruh pihak. Pengembangan energi baru terbarukan menjadi salah satu kunci akselerasi transisi dalam rangka menjaga ketahanan energi yang lebih ramah lingkungan. Bioetanol merupakan salah satu energi baru terbarukan yang memiliki banyak keunggulan dan dapat dibuat dari bahan baku limbah biomassa. Limbah biomassa yang potensial untuk dimanfaatkan adalah tongkol jagung. Kecamatan Wuluhan Kabupaten Jember merupakan salah satu daerah yang memiliki produksi jagung sebesar 54.497 ton/tahun, namun limbah tongkol jagung yang melimpah belum dimanfaatkan dan diolah secara baik. Pembuatan rancangan pengolahan limbah tongkol jagung ini menggunakan metode pendekatan data dan studi literatur yang sesuai dengan kondisi nyata. Pembuatan rancangan pengolahan limbah tongkol jagung menjadi bioetanol di Kecamatan Wuluhan Kabupaten Jember memberikan dampak positif pada masyarakat dan pihak terkait mengenai wawasan dan langkah nyata pengolahan limbah. Pembuatan konsep juga menjadi upaya mendukung gerakan ketahanan energi yang ramah lingkungan.

**Kata kunci:** Bioetanol, energi, tongkol jagung

### Abstract

*Energy and environmental issues are serious challenges and require real awareness from all parties. The development of new and renewable energy is one of the keys to accelerating the transition in order to maintain energy security that is more environmentally friendly. Bioethanol is a new renewable energy that has many advantages and can be made from biomass waste raw materials. Potential biomass waste to be utilized is corn cobs. Wuluhan District, Jember Regency is one area that has a corn production of 54,497 tons/year, but the abundant corncob waste has not been utilized and processed properly. The design of this corncob waste treatment uses data approach methods and literature studies that are in accordance with real conditions. The design of processing corncob waste into bioethanol in Wuluhan District, Jember Regency has a positive impact on the community and related parties regarding insights and concrete steps in waste treatment. Concept creation is also an effort to support the environmentally friendly energy security movement.*

**Keywords:** Bioethanol, corn cobs, energy

### PENDAHULUAN

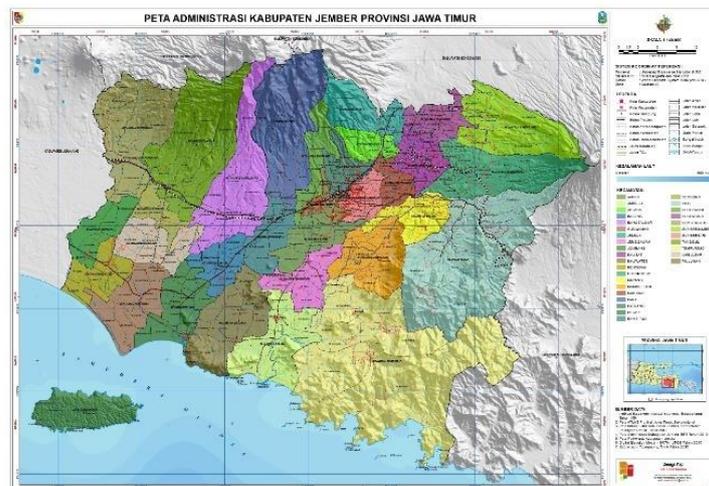
Dinamika antara pertumbuhan penduduk, pertumbuhan ekonomi, kekurangan energi dan sumber daya alam semakin menonjol [1]. Pencemaran lingkungan telah menjadi ancaman serius bagi pengembangan masyarakat yang berkelanjutan [2]. Sumber daya fosil (batubara, minyak, gas alam) telah menjadi kekuatan pendorong utama untuk pembangunan sosial saat ini [3]. Lebih dari 80% energi primer diperoleh dari sumber

daya fosil [4]. Namun, sumber daya petrokimia adalah sumber daya yang tidak dapat diperbarui. Dengan pertumbuhan penduduk dan perkembangan industri, permintaan energi yang besar mempercepat eksploitasi dan konsumsi skala besar berbagai sumber daya, secara bertahap semakin melemahkan dan menurunkan sumber daya tak terbarukan, hal ini menjadi problematika bersama dan harus segera dituntaskan penyelesaiannya. Bioetanol menjadi pilihan alternatif yang dapat berperan sebagai sumber energi terbarukan menggantikan energi fosil.

Bioetanol adalah alkohol yang dibuat melalui proses fermentasi, yang dapat dihasilkan dari tanaman gula atau pati seperti jagung, tebu, sereal, dan lain-lain [5]. Bioetanol memiliki sejumlah keunggulan dibandingkan bahan bakar konvensional, diantaranya yaitu bersifat *biodegradable* dan jauh lebih tidak beracun dibandingkan dengan bahan bakar fosil [6]. Bioetanol dapat digunakan sebagai bahan bakar kendaraan dalam bentuk murni, dan dapat digunakan sebagai aditif bensin untuk meningkatkan oktan dan mengurangi emisi kendaraan [7].

Jagung (*Zea mays L.*) merupakan biji-bijian yang pertama kali dibudidayakan oleh masyarakat adat di Meksiko selatan sekitar 10.000 tahun lalu [8]. Jagung adalah tanaman sereal penting ketiga di negara-negara Asia. Di Indonesia, jagung merupakan tanaman pangan kedua setelah padi [9]. Hampir seluruh bagian tanaman jagung dapat dimanfaatkan untuk berbagai macam keperluan, dan salah satu bagian yang potensial dimanfaatkan adalah tongkol jagung. Tongkol jagung merupakan limbah tanaman jagung yang saat ini kurang dioptimalkan pemanfaatannya. Tongkol jagung memiliki kandungan selulosa 41,3%, hemiselulosa 49,6% dan lignin 14,2% [10].

Kecamatan Wuluhan merupakan daerah yang terletak di bagian selatan dari Kabupaten Jember Provinsi Jawa Timur. Daerah ini memiliki luas wilayah sebesar 88,99 km<sup>2</sup> dengan total populasi penduduk 120.494 jiwa dan tersebar di seluruh wilayah desa yang meliputi Desa Ampel, Dukuh Dempok, Glundengan, Kesilir, Lojejer, Tamansari, dan Tanjungrejo. Penduduk Kecamatan Wuluhan mayoritas memiliki profesi sebagai petani dan nelayan [11]



Gambar 1. Peta Wilayah Kabupaten Jember

Kecamatan Wuluhan memiliki potensi produksi jagung yang cukup besar dengan rincian luas lahan tanaman jagung 7.946 ha, produktifitas sebesar 68,59 kw/ha, dan total produksi menyentuh angka 54.497 ton [11]. Produksi jagung dalam jumlah tinggi berkorelasi pada melimpahnya jumlah limbah tongkol jagung yang dihasilkan. Limbah tongkol jagung di wilayah Kecamatan Wuluhan belum terolah secara maksimal dan mayoritas dilakukan pembakaran, hal ini dapat berdampak pada masalah lingkungan karena menyebabkan polusi dan berpotensi membahayakan kesehatan manusia. Rendemen (biji jagung) yang dihasilkan dalam setiap masa panen berkisar 65%, dan sisanya sebesar 35% adalah limbah yang meliputi tongkol jagung, batang, dan daun jagung [12].



Gambar 2. Tongkol jagung

## METODE

### 1. Waktu dan Tempat

Pembuatan konsep pengolahan limbah bioetanol memetakan potensi wilayah Kecamatan Wuluhan Kabupaten Jember. Pembuatan konsep pengolahan limbah tongkol jagung dilakukan di Kecamatan Wuluhan Kabupaten Jember. Kegiatan pembuatan konsep dimulai pada Januari Tahun 2022 hingga berakhir pada Maret 2022.

### 2. Alat

Alat yang digunakan dalam konsep pembuatan bioetanol dari limbah tongkol jagung yaitu alat disitilasi, ayakan, rak tabung, neraca analitik, tabung reaksi, *corn mixer*, labu takar, gelas ukur, *beaker glass*, indikator universal, alkohol meter, *oven*, *autoclave*, kapas, penangas air, *tissue*, erlenmeyer, batang pengaduk, aluminium foil, *reagen bottle*, pipet, alat titrasi, sendok, dan kertas saring.

### 3. Bahan

Bahan yang digunakan dalam konsep pembuatan bioetanol dari limbah tongkol jagung yaitu tongkol jagung, Alkohol Standar, Asam Sulfat (0,1 M, 0,3 M, dan 0,5 M), 0,9 gram  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , 0,48 gram  $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ , Mikroba *Saccharomyces*

*cerevisiae*, Akuades, *Potato Dextrose Broth* (PDB), Natrium Hidroksida, Asam Sulfat 25%, Kalium Iodida 10%, reagen *luff school*, Natrium Tiosulfat 0,1 N, dan Indikator Amilum, *Potato Dextrose Agar* (PDA).

#### 4. Metode

##### **Pengumpulan Data dan Informasi**

Pengumpulan data dan informasi yang valid menjadi indikator penting dalam pembuatan rancangan pengolahan tongkol jagung menjadi bioetanol. Pengumpulan data dan informasi yang digunakan dalam pembuatan konsep pengolahan limbah tongkol jagung ini mengacu pada data badan pusat statistik dan dinas-dinas terkait. Data dan informasi yang digunakan juga bersumber dari literatur ilmiah bereputasi.

##### **Pengolahan Data dan Informasi**

Pengolahan data dan informasi dilakukan dengan mengomparasikan kondisi nyata di lingkungan masyarakat tentang pemanfaatan tongkol jagung yang kurang efisien dan memiliki potensi sebagai bioetanol menjadi alternatif penyelesaian masalah. Adapun tahapan proses analisis data dalam karya tulis ini yaitu:

1. Pengumpulan data (*data collection*)
2. Reduksi data (*data reduction*)
3. Penyajian data (*data display*)
4. Kesimpulan (*conclusion*)

Data dari literatur yang diperoleh akan dianalisis secara komprehensif dengan mengumpulkan literatur dan kemudian menyusunnya. Penjabaran data dilakukan dengan mengolah kata berdasarkan literatur yang diperoleh dan dijabarkan ke dalam bentuk karya tulis. Ada 3 alur penyajian secara umum, yaitu data direduksi, kemudian disajikan, dan yang terakhir adalah penarikan kesimpulan.

#### 5. Kerangka Pemikiran

Berdasarkan hasil studi literatur mengenai pola produksi jagung dan limbah tongkol jagung di Kecamatan Wuluhan Kabupaten Jember yang tinggi merupakan bagian penting dalam mendukung proses pengolahan limbah tongkol jagung. Kabupaten Jember dikenal sebagai daerah yang memiliki kekayaan alam yang melimpah. Salah satu kekayaan alam yang belum dioptimalkan pengolahannya adalah tingginya produksi limbah tongkol jagung yang potensial untuk dijadikan sebagai bahan bakar terbarukan. Dari sudut pandang tersebut diperlukan suatu inovasi pengolahan limbah yang dapat mengoptimalkan serta menjadi solusi ketahanan energi terhadap pemanfaatan tongkol jagung di Kecamatan Wuluhan Kabupaten Jember.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Geografi dan Iklim Kecamatan Wuluhan Kabupaten Jember

#### 1.1 Luas Daerah Menurut Desa

Tabel 1 Kondisi Luas Wilayah Seluruh Desa di Kecamatan Wuluhan

No.	Desa	Luas (km <sup>2</sup> )	Presentase terhadap Luas Kecamatan (%)
1.	Lojejer	14,44	16,23
2.	Ampel	16,61	18,67
3.	Tanjungrejo	10,83	12,17
4.	Kesilir	12,03	13,52
5.	Dukuh Dempok	12,62	14,18
6.	Tamansari	10,34	11,62
7.	Glundengan	12,12	13,62
<b>Kecamatan Wuluhan</b>		<b>88,99</b>	<b>100</b>

Sumber: Badan Pusat Statistik Kabupaten Jember

#### 1.2 Kondisi Curah Hujan dan Rata-rata Curah Hujan

Tabel 2 Kondisi Curah Hujan

No.	Desa	Stasiun Pengukur	Curah Hujan (mm <sup>2</sup> )	Jumlah Hari Hujan	Rata-rata Curah Hujan (mm)
1.	Lojejer	Lojejer	666	52	56
2.	Ampel	Ampel	640	44	53
3.	Tanjungrejo	Tanjungrejo	765	56	64
4.	Kesilir	Kesilir	548	49	46
6.	Tamansari	Tamansari	892	54	74
7.	Glundengan	Glundengan	954	60	80
<b>Kecamatan Wuluhan</b>			<b>4465</b>	<b>315</b>	<b>373</b>

Sumber: Dinas Pekerjaan Umum dan Sumber Daya Air Kabupaten Jember

### 2. Luas Panen Rata-rata Produksi dan Total Produksi Jagung Menurut Kecamatan di Kabupaten Jember

Tabel 3 Data Produksi Jagung Kecamatan Wuluhan

No	Kecamatan	Luas Panen (ha)	Produktifitas (kw/ha)	Produksi (ton)
1	Ajung	1.633	53,78	8.783
2	Ambulu	5.044	63,46	32.009
3	Arjasa	306	52,76	1.612
4	Balung	2.973	67,00	19.921
5	Bangsalsari	1.607	43,27	6.951
6	Gemukmas	7.458	75,08	55.993

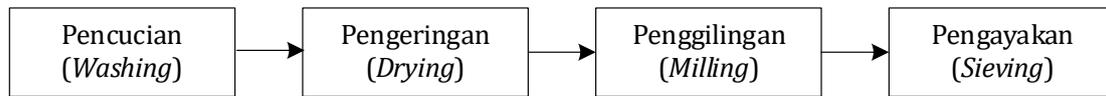
7	Jelbuk	1.036	61,08	6.327
8	Jenggawah	3.512	55,14	19.365
9	Jombang	711	62,60	4.449
10	Kalisat	929	50,85	4.723
11	Kaliwates	219	49,71	1.088
12	Kencong	3.286	7,40	22.624
13	Ledokombo	526	55,66	2.928
14	Mayang	1.435	40,07	5.752
15	Mumbulsari	694	43,72	3.033
16	Pakusari	252	66,34	1.675
17	Panti	1.343	72,46	9.731
18	Patrang	1.032	51,99	5.365
19	Puger	6.840	60,25	41.211
20	Rambipuji	1.444	80,03	11.555
21	Semboro	277	53,21	1.472
22	Silo	2.685	65,36	17.550
23	Sukorambi	384	59,30	2.278
24	Sukowono	94	50,77	478
25	Sumberbaru	788	47,77	3.766
26	Sumberjambe	691	47,00	3.246
27	Sumbersari	339	53,09	1.801
28	Tanggul	626	54,20	3.391
29	Tempurejo	7.924	61,01	48.349
30	Umbulsari	1.645	56,21	9.246
31	Wuluhan	7.946	68,59	54.497
<b>Kabupaten Jember</b>		<b>65.679</b>	<b>55,78</b>	<b>411.169</b>

Sumber: Dinas Tanaman Pangan, Hortikultura dan Perkebunan Kabupaten Jember

### 3. Prosedur Pembuatan Bioetanol dari Limbah Tongkol Jagung

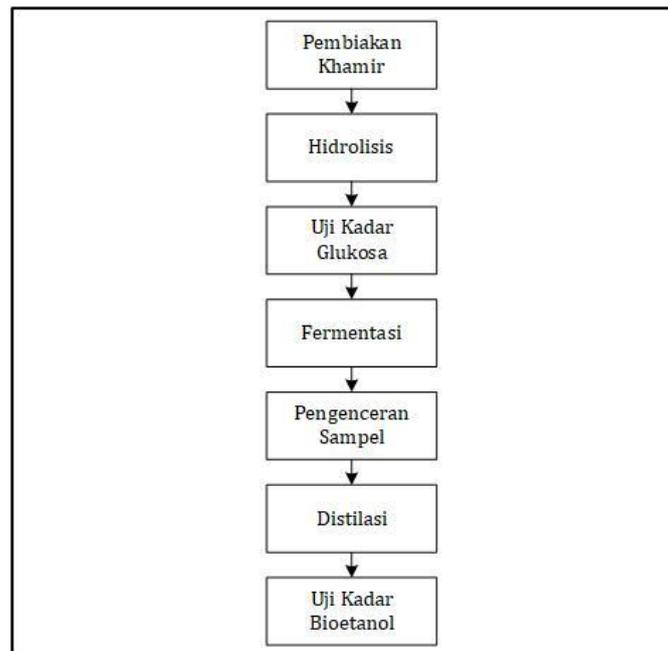
#### 3.1 Tahap Pra Pembuatan Bioetanol

Tahapan pra pembuatan bioetanol dari tongkol jagung terdiri dari 4 (empat) yang meliputi proses pencucian (*washing*), pengeringan (*drying*), penggilingan (*milling*) dan penghancuran (*sieving*). Proses pencucian memiliki tujuan untuk menghilangkan partikel-partikel seperti tanah dan kotoran lainnya yang terdapat pada tongkol jagung. Proses pengeringan pada tongkol jagung menggunakan bantuan sinar matahari hingga tongkol jagung benar-benar kering, tahapan pengeringan memiliki tujuan untuk memudahkan proses penggilingan serat tongkol jagung, dikarenakan apabila dalam kondisi lembab tongkol jagung sulit dihancurkan. Proses berikutnya adalah penggilingan untuk memudahkan proses pengayakan. Tahapan terakhir pra pembuatan bioetanol adalah pengayakan yang berguna untuk mereduksi ukuran tongkol jagung hingga ukuran  $\pm 40$  mesh.



Gambar 3. Tahapan Pra Pembuatan Bioetanol

### 3.2 Tahap Pembuatan Bioetanol



Gambar 4 Tahapan Pembuatan Bioetanol dari Limbah Tongkol Jagung

#### 1. Pemiakan Khamir dengan Media Cair

Pemiakan memiliki definisi sebagai proses perbanyak organisme melalui penyediaan kondisi lingkungan yang sesuai dan memadai [13]. Langkah-langkah pemiakan khamir dengan media cair diawali dengan mengambil 100 mL dan dituangkan ke dalam *beaker glass*. PDB (*Potato Dextrose Broth*) sebagai media pertumbuhan mikroba sebanyak 2,4 gram dipanaskan dan diaduk hingga mendidih lalu diangkat. Kemudian agar tidak terjadi kontak dengan bakteri lain, sampel dimasukkan kedalam labu erlenmeyer yang ditutup dengan kapas dan aluminium foil. Proses sterilisasi menggunakan *autoclave* dengan kondisi temperatur 121 °C. Sampel tersebut diangkat dan disimpan didalam lemari *Laminar Air Flow* hingga kondisi PDB (*Potato Dextrose Broth*) menjadi dingin. Sampel khamir murni dimasukkan kedalam erlenmeyer yang berisi PDB (*Potato Dextrose Broth*) yang kemudian didiamkan di *shaker inkubator* selama 2 hari agar pertumbuhan bakteri tidak mengendap dan merata.

#### 2. Pemiakan Khamir dengan Media Agar

Pemiakan khamir dengan media agar diawali dengan memasukkan 30 mL akuades ke dalam *beaker glass* yang kemudian ditambahkan PDA (*Potato*

*Dextrose Agar*) sebanyak 1,08 gram. Sampel dipanaskan dan diaduk hingga mendidih lalu diangkat. Sampel PDA (*Potato Dextrose Agar*) yang telah mendidih dimasukkan ke dalam 5 (lima) tabung reaksi sebanyak 6 mL untuk setiap tabung dengan ditutup kapas dan aluminium foil dalam posisi miring hingga menjadi padat. Sampel tersebut kemudian digores dengan menggunakan jarum ose yang telah di celupkan ke dalam PDB (*Potato Dextrose Broth*) yang telah dibiakan *Saccharomyces cerevisiae* selama 2 hari. Mikroba *Saccharomyces cerevisiae* diinkubasi dalam kurun waktu 7 hari.

### 3. Hidrolisis

Hidrolisis memiliki definisi sebagai proses dekomposisi kimia dengan menggunakan pelarut berair yang bertujuan untuk memecahkan ikatan kimia dari substansinya [14]. Proses hidrolisis diawali dengan melakukan penimbangan bubuk tongkol jagung seberat 100 gram. Sampel tersebut dimasukkan ke dalam erlenmeyer ukuran 1.000 mL yang ditambahkan larutan  $H_2SO_4$  sebanyak 1.000 mL dengan variasi konsentrasi 0,1 M, 0,3 M, dan 0,5 M. Hidrolisis dilakukan pada kondisi temperatur 100 °C selama kurun waktu 2 jam, yang kemudian di filtrasi untuk memisahkan filtrat dan residu.

### 4. Analisis Kadar Glukosa

Proses uji kandungan glukosa diawali dengan mengambil filtrat bubuk tongkol jagung yang telah di hidrolisis sebanyak 3 mL dan diencerkan dengan 50 mL akuades yang kemudian diambil sebanyak 10 mL larutan tersebut. Larutan tersebut ditambahkan 25 mL reagen *luff schoorl* dengan ditambah batu didih (*boiling chip*) dan dipanaskan dalam kurun waktu 2 menit yang kemudian diangkat dan didinginkan. Perlakuan berikutnya adalah penambahan 15 mL KI (Kalium Iodida) 30% dan 25 mL  $H_2SO_4$  (Asam Sulfat) 25% dan dilakukan titrasi menggunakan larutan  $Na_2S_2O_3$  0,1 N hingga sampel terjadi perubahan warna menjadi cokelat muda. Sampel ditambahkan 1 mL indikator amilum yang kemudian dititrasi kembali hingga larutan menjadi jernih, hal yang sama juga dilakukan pada blanko.

### 5. Fermentasi

Fermentasi adalah proses metabolisme yang menghasilkan perubahan kimia dalam substrat organik melalui aktivitas enzim [15]. Proses fermentasi diawali dengan menambahkan 0,9 g Ammonium sulfat dan 0,48 g Urea sebagai nutrisi pada filtrat hasil hidrolisis yang memiliki kandungan glukosa terbanyak dan mengatur pHnya 4-4,5. Perlakuan berikutnya adalah memasukkan sampel ke dalam 4 (empat) erlenmeyer sebanyak 100 mL untuk setiap erlenmeyer. Sterilisasi dilakukan pada kondisi temperatur 121 °C menggunakan autoclave. Sampel disimpan dan didinginkan menggunakan lemari *Laminar Air Flow* dalam kurun waktu selama 24 jam. Perlakuan berikutnya yaitu menambahkan 2 ose *Saccharomyces cerevisiae* pada masing-masing tabung, serta sampel diinkubasi menggunakan inkubator dengan variasi waktu 72 jam, 120 jam, 168 jam, dan 216 jam.

#### 6. Pengenceran Sampel

Proses pengenceran sampel yang bertujuan untuk menghitung jumlah koloni diawali dengan menyiapkan *Potato Dextrose Agar*, 8 buah tabung reaksi dan 8 buah cawan petri yang telah diberi label  $10^{-1}$  –  $10^{-8}$  pada masing-masing tabung dan cawan. Larutan Akuades sebanyak 9 mL dimasukkan kedalam tabung reaksi. Sterilisasi pada tabung yang berisikan akuades dan 120 mL *Potato Dextrose Agar* dilakukan menggunakan *autoclave*, diangkat lalu didinginkan hingga kondisi temperatur maksimal 40 °C. Sampel hasil fermentasi sebanyak 1 mL dimasukkan kedalam tabung reaksi pertama ( $10^{-1}$ ) yang berisi akuades dan divortex hingga larutan homogen, setelah itu diambil 1 mL larutan pada tabung pertama dan dimasukkan pada tabung kedua ( $10^{-2}$ ) menggunakan pipet mikro kemudian divortex, dan dilakukan perlakuan yang sama untuk tabung  $10^{-3}$  –  $10^{-8}$ . Sampel larutan dari masing-masing tabung di ambil 0,5 mL dan dimasukkan kedalam masing-masing cawan yang telah diberi label dan ditambahkan larutan *Potato Dextrose Agar* sebanyak 15 mL yang didiamkan hingga memadat. Sampel diinkubasi selama  $\pm 48$  jam dan dihitung jumlah koloni/khamir yang tumbuh pada masing-masing cawan dengan menggunakan *colony counter*.

#### 7. Distilasi

Distilasi merupakan proses pemanasan pada cairan untuk membentuk uap yang kemudian dikondensasi kembali menjadi cairan lagi [16]. Distilasi memiliki tujuan untuk mendapatkan alkohol dalam bentuk yang murni untuk digunakan sebagai bahan bakar. Proses distilasi ini dilakukan dengan diawali filtrat hasil fermentasi dengan variasi waktu (72 jam, 120 jam, 168 jam, dan 216 jam) dimasukkan kedalam labu leher tiga dan kemudian didistilasi pada suhu 78°C-80°C (suhu alkohol).

#### 8. Uji Kadar Bioetanol

Uji kadar bioetanol bertujuan untuk mengukur kualitas dan kesesuaian etanol untuk digunakan sebagai bahan bakar atau campuran bahan bakar [17]. Langkah awal uji kadar bioetanol diawali dengan mengukur kadar etanol standar. Proses berikutnya adalah mengukur bioetanol hasil destilasi dengan cara memasukkan destilat tersebut kedalam gelas ukur minimal 40 mL. Alkoholmeter kemudian dimasukkan kedalam gelas kimia dan didiamkan selama kurun waktu 5-10 menit, dan diamati skala yang terbaca pada alkoholmeter.

### KESIMPULAN

Pembuatan rancangan atau konsep pengolahan limbah tongkol jagung menjadi bioetanol di Kecamatan Wuluhan Kabupaten Jember merupakan upaya pemanfaatan limbah menjadi energi yang dapat mendukung gerakan ketahanan energi yang ramah lingkungan. Masyarakat dan pihak terkait memperoleh wawasan dan langkah nyata pengolahan limbah yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Pengembangan bioetanol dapat mendorong masyarakat dan seluruh pihak di Kecamatan Wuluhan Kabupaten Jember menjadi mandiri energi dan dapat digunakan sebagai alternatif sumber penghasilan yang baru di masa depan.

## **SARAN**

Pelaksanaan pengolahan limbah tongkol jagung menjadi bioetanol memerlukan kerjasama dan kolaborasi dari seluruh pihak. Edukasi dan sosialisasi menjadi media alternatif untuk memberikan pemahaman dan kesadaran pada masyarakat. Program pembinaan dan pendampingan juga harus dilakukan agar dalam pelaksanaan bisa sesuai *roadmap* dan dapat mencapai target yang diinginkan.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan ilmu, motivasi, dan kerjasama dalam pembuatan konsep rancangan pengolahan limbah tongkol jagung menjadi bioetanol di Kecamatan Wuluhan Kabupaten Jember.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] C. P. Putra, M. Tuegeh, H. Tumaliang, and L. S. Patras, 2014, Analisa Pertumbuhan Beban Terhadap Ketersediaan Energi Listrik di Sistem Kelistrikan Sulawesi Selatan, *J. Tek. Elektro Dan Komput. Unsrat*, vol. 3, no. 2.
- [2] S. Sohor, Mardeni, Y. Irawan, and Sugiati, 2020, Rancang Bangun Tempat Sampah Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Dan Sensor Ultasonik Dengan Notifikasi Telegram, *J. Ilmu Komput.*, vol. 9, no. 2, :doi: 10.33060/jik/2020/vol9.iss2.182.
- [3] L. Qomaria and S. Sudarti, 2021, Analisis Optimalisasi Sistem Solar Cell Sebagai Energi Alternatif Pada Pompa Air Sebagai Pemenuhan Kebutuhan Air Di Lahan Pertanian, *J. Penelit. Fis. dan Ter.*, vol. 2, no. 2, :doi: 10.31851/jupiter.v2i2.5732.
- [4] A. N. Tabish, M. Zafar, M. Rustam, S. H. Javed, N. Feroze, and M. Kazmi, 2014, Thermo-economic evaluation of An Industrial Fire-tube Boiler, *Pakistan Inst. Chem. Eng.*, vol. 42, no. 1.
- [5] S. Sivakrishnan, G. Veeramani, and V. P. Mahesh Kumar, 2019, Bioethanol production from starch- A short review, *Journal of Global Pharma Technology*, vol. 11, no. 12.
- [6] S. P. Jeevan Kumar, N. S. Sampath Kumar, and A. D. Chintagunta, 2020, Bioethanol production from cereal crops and lignocelluloses rich agro-residues: prospects and challenges, *SN Applied Sciences*, vol. 2, no. 10, :doi: 10.1007/s42452-020-03471-x.
- [7] S. K. Rai, L. P. S. Rajput, Y. Singh, and K. Tantwai, 2013, Studies on bioethanol production from waste potatoes using yeast (*S. cerevisiae*), *Plant Arch.*, vol. 13, no. 2.
- [8] S. García-Lara and S. O. Serna-Saldivar, 2019, Corn history and culture, in *Corn: Chemistry and Technology, 3rd Edition*, :doi: 10.1016/B978-0-12-811971-6.00001-2.
- [9] S. P. Sari, I. Suliansyah, N. Nelly, and H. Hamid, 2021, The occurrence of Spodoptera

- frugiperda attack on maize in West Pasaman District, West Sumatra, Indonesia, in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 741, no. 1. :doi: 10.1088/1755-1315/741/1/012020.
- [10] M. Pointner, P. Kuttner, T. Obrlik, A. Jäger, and H. Kahr, 2014, Composition of corncobs as a substrate for fermentation of biofuels, *Agron. Res.*, vol. 12, no. 2.
- [11] BPS Jember, "Kecamatan Wuluhan Dalam Angka 2020, 2020, *Badan Pus. Stat. Kabupaten Jember*, 2021, [Online]. Available: <https://jemberkab.bps.go.id/statictable/2021/10/27/281/luas-panen-rata-rata-produksi-dan-total-produksi-padi-menurut-kecamatan-di-kabupaten-jember-2020.html>
- [12] S. Haluti, 2016, Pemanfaatan Potensi Limbah Tongkol Jagung Sebagai Syngas Melalui Proses Gasifikasi Di Wilayah Provinsi Gorontalo, *J. Energi Dan Manufaktur*, vol. 9, no. 1.
- [13] M. Basarang, M. R. Rianto, and M. Arifuddin, 2016, Penambahan Glukosa Pada Media Bekatul Agar Untuk Pertumbuhan *Aspergillus sp*, *J. Med.*, vol. 1, no. 2, :doi: 10.53861/jmed.v1i2.110.
- [14] A. L. Salsabila and I. Fahrurroji, 2021, Hidrolisis Pada Sintesis Gula Berbasis Pati Jagung, *Edufortech*, vol. 6, no. 1, :doi: 10.17509/edufortech.v6i1.33289.
- [15] G. M. Walker and R. S. K. Walker, 2018, Enhancing Yeast Alcoholic Fermentations, *Adv. Appl. Microbiol.*, vol. 105, :doi: 10.1016/bs.aambs.2018.05.003.
- [16] T. E. of Encyclopedia Britannica, 2020, distillation Definition, Process, & Methods Britannica, *Britannica*, Britanica, UK.
- [17] D. Sulaiman, S. Syahdan, and S. M. Ulva, 2021, Characteristics of Bioethanol from *Musa Salaccensis* ZOLL, *Int. J. Sci. Soc.*, vol. 3, no. 4, doi: 10.54783/ijsoc.v3i4.389.