

**PENGARUH KONSENTRASI RAGI ROTI (*Saccharomyces cerevisiae*) DAN
UREA TERHADAP KADAR DAN VOLUME BIOETANOL SUBSTRAT
LIMBAH BUAH PISANG**

SKRIPSI

**Oleh:
EDY PANGESTU
NIM 15620051**



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2022**

**PENGARUH KONSENTRASI RAGI ROTI (*Saccharomyces cerevisiae*) DAN
UREA TERHADAP KADAR DAN VOLUME BIOETANOL SUBSTRAT
LIMBAH BUAH PISANG**

SKRIPSI

**Oleh:
EDY PANGESTU
NIM 15620051**

diajukan Kepada
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2022**

PENGARUH KONSENTRASI RAGI ROTI (*Saccharomyces cerevisiae*) DAN UREA TERHADAP KADAR DAN VOLUME BIOETANOL SUBSTRAT LIMBAH BUAH PISANG

SKRIPSI

Oleh :
Edy Pangestu
NIM. 15620051

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji
Tanggal : 7 Juni 2022

Pembimbing I



Ir. Liliek Harianie AR., M. P
NIP. 19620901199803 2 001

Pembimbing II



Dr. Ahmad Barizi, M.A
NIP. 19731212199803 1 008



Mengetahui,
Ketua Program Studi Biologi


Dr. Evika Sandi Savitri, M. P
NIP. 19741018200312 2 002

PENGARUH KONSENTRASI RAGI ROTI (*Saccharomyces cerevisiae*) DAN UREA TERHADAP KADAR DAN VOLUME BIOETANOL SUBSTRAT LIMBAH BUAH PISANG

SKRIPSI

Oleh :
Edy Pangestu
NIM. 15620051

Telah dipertahankan
di depan Dewan Penguji Skripsi dan dinyatakan
diterima sebagai salah satu persyaratan untuk
memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal 24 Juni 2022

Ketua Penguji : Prof. Dr. Ulfah Utami, M.Si ()
NIP. 19650509 199903 2 002

Anggota Penguji 1 : Ir. Liliek Harianie AR., M. P ()
NIP. 19620901 199803 2 001

Anggota Penguji 2 : Prihya Dewi Fitriasari, M. Sc ()
NIP. 19900428 20160801 2 062

Anggota Penguji 3 : Dr. Ahmad Barizi, M.A ()
NIP. 19731212 199803 1 008



Mengesahkan,
Ketua Program Studi Biologi

Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
NIP. 19741018 200312 2 002

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Edy Pangestu
NIM : 15620051
Program Studi : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Pengaruh Konsentrasi Ragi Roti (*Saccharomyces cerevisiae*) dan Urea terhadap Kadar dan Volume Bioetanol Substrat Kulit Buah Pisang

menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-banar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi akademik maupun hukum atas perbuatan tersebut.

Malang, 7 Juni 2022

Yang membuat pernyataan,



Edy Pangestu

NIM. 15620051

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan namun terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Daftar Pustaka diperkenankan untuk dicatat, tetapi pengutipan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai kebiasaan ilmiah untuk menyebutkannya.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Sebuah karya kecil nan sederhana ini kupersembahkan untuk:

Keluarga tercinta Ibu Faridah dan Bapak Moch. Tauchid atas segala dukungan dan kesabaran yang tidak pernah lelah diberikan demi mengantarkan putramu menjadi insan yang berilmu dan berakhlak mulia

Kakak-kakakku tersayang Didid Pujiyanto, Indri Mustika, Dony Candra, Deny Wahyuda dan Nochrul Hudha yang selalu memberikan semangat dan tauladan yang baik untuk adikmu ini

Mohon maaf apabila sampai saat ini belum memberikan yang terbaik untuk keluarga

ABSTRAK

Pangestu, Edy. 2022. Pengaruh Konsentrasi Ragi Roti (*Saccharomyces cerevisiae*) Dan Urea Terhadap Kadar Dan Volume Bioetanol Substrat Limbah Buah Pisang. Skripsi Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing(1): Ir. Liliek Harianie AR. M. P. Pembimbing (II): Dr.Ahmad Barizi M.A.

Kata Kunci: Ragi Roti, Konsentrasi Urea, Fermentasi, Limbah Buah Pisang, Kadar Etanol, Volume Etanol

Bioetanol merupakan salah satu bahan bakar alternatif yang berasal dari tumbuhan yang dapat dioptimalkan untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil. Bioetanol dapat dihasilkan dari berbagai macam substrat diantaranya yang berpotensi sebagai bahan baku pembuatan bioetanol adalah limbah buah pisang. Limbah buah pisang masih memiliki kandungan fruktosa dan glukosa yang cukup tinggi yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol. Penelitian ini menambahkan ragi dan urea yang bervariasi pada proses fermentasi untuk mendapatkan perlakuan terbaik untuk menghasilkan bioetanol yang optimal pada substrat limbah buah pisang. Penelitian ini menggunakan metode rancangan acak kelompok (RAK) pola faktorial menggunakan dua faktor. Faktor pertama penambahan ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) dengan variasi 4 gram, 8 gram dan 12 gram. Faktor kedua adalah penambahan variasi urea 0,2 gram, 0,4 gram dan 0,6 gram. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan metode *Analysis of Variance* (ANOVA) kemudian diuji lanjut menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5%. Hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh kombinasi perlakuan variasi ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) dan urea menunjukkan adanya pengaruh pada kadar bioetanol. Kombinasi penambahan konsentrasi ragi 8 gram dan urea 0,2 gram menghasilkan kadar bioetanol tertinggi (7,80%). Sedangkan Kombinasi perlakuan variasi ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) dan urea terhadap volume bioetanol juga menunjukkan adanya pengaruh pada volume bioetanol. Nilai volume tertinggi pada kombinasi penambahan konsentrasi ragi 8 gram dan urea 0,2 gram sebesar 30,25 ml.

ABSTRACT

Pangestu, Edy. 2022. Effect of Concentration of Baking Yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) and Urea on Levels and Volumes of Bioethanol Substrate in Banana Fruit Waste. Thesis of Biology Study Program, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University Malang. Supervisor(1): Ir. Liliek Harianie AR. M. P. Supervisor (II): Dr. Ahmad Barizi M.A.

Keywords: Bread Yeast, Urea Concentration, Fermentation, Banana Fruit Waste, Ethanol Content, Ethanol Volume

Bioethanol is one of the alternative fuels derived from plants that can be optimized to reduce dependence on fossil fuels. Bioethanol can be produced from a variety of substrates, one of which has the potential to be used as raw material for making bioethanol, which is banana waste. Banana fruit waste still contains high levels of fructose and glucose which can be used as raw materials for bioethanol production. This research adds yeast and urea which varies in the fermentation process to get the best treatment to produce optimal bioethanol on banana waste substrate. This study uses a factorial randomized block design (RAK) method using two factors. The first factor was the addition of baker's yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) with variations of 4 grams, 8 grams and 12 grams. The second factor is the addition of variations in urea 0.2 grams, 0.4 grams and 0.6 grams. The data obtained were analyzed using the Analysis of Variance (ANOVA) method and then further tested using the Duncan Multiple Range Test (DMRT) 5%. The results showed that there was an effect of the combination of treatment variations of baker's yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) and urea indicating an effect on bioethanol levels. The combination of adding 8 grams of yeast concentration and 0.2 grams of urea resulted in the highest bioethanol content (7.80%). Meanwhile, the combination of treatment variations of baker's yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) and urea on the volume of bioethanol was not significantly different. The highest volume value in the combination of the addition of 8 grams of yeast concentration and 0.2 grams of urea was 30.25 ml. The results of the variation of yeast concentration on the content and volume of bioethanol. The yeast concentration of 8 grams produced the highest content (6.45%) and volume (24.21 ml). Furthermore, the variation of urea concentration on the content and volume of bioethanol affects the content and volume of bioethanol. Urea concentration of 0.2 grams produced the highest content (6.82%) and volume (26.45 ml).

نبذة مختصرة

بانجستو ، إيدي. 2022. تأثير تركيز خميرة الخبز (*Saccharomyces cerevisiae*) واليوريا على مستويات وأحجام مادة الإيثانول الحيوي في نفايات فاكهة الموز. أطروحة برنامج دراسة الأحياء ، كلية العلوم والتكنولوجيا ، مولانا مالك إبراهيم الدولة الإسلامية جامعة مالانج. المشرف)1(ليليك حريان ي، الماجستير. المشرف)2(الدكتور أحمد باريزي، الماجستير.

الكلمات الرئيسية: خميرة الخبز ، تركيز اليوريا ، التخمر ، نفايات فاكهة الموز ، محتوى الإيثانول ، حجم الإيثانول

يعتبر البيثانول أحد أنواع الوقود البديلة المشتقة من النباتات التي يمكن تحسينها لتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري. يمكن إنتاج الإيثانول الحيوي من مجموعة متنوعة من الركائز ، إحداها يمكن أن تستخدم كمواد خام لصنع الإيثانول الحيوي ، وهو نفايات الموز. لا تزال نفايات الموز تحتوي على مستويات عالية من الفركتوز والجلوكوز والتي يمكن استخدامها كمواد خام لإنتاج الإيثانول الحيوي. يضيف هذا البحث الخميرة واليوريا والتي تختلف في عملية التخمر للحصول على أفضل معالجة لإنتاج الإيثانول الحيوي الأمثل على ركيزة نفايات الموز. تستخدم هذه الدراسة طريقة تصميم القطاعات العشوائية (RAK) باستخدام عاملين. كان العامل الأول هو إضافة خميرة الخبز (*Saccharomyces cerevisiae*) بنقاوتات مقدارها 4 جرامات و 8 جرامات و 12 جرامًا. العامل الثاني هو إضافة الاختلافات في اليوريا 0.2 جرام و 0.4 جرام و 0.6 جرام. تم تحليل البيانات التي تم الحصول عليها باستخدام طريقة تحليل التباين (ANOVA) ثم اختبارها مرة أخرى باستخدام اختبار Duncan متعدد المدى 5 (DMRT) %. وأظهرت النتائج أن هناك تأثيراً للتغيرات في تركيز الخميرة على محتوى وحجم البيوإيثانول. أعطت تركيز الخميرة 8 جرام أعلى محتوى (6.45%) وحجم (24.21 مل). علاوة على ذلك ، فإن اختلاف تركيز اليوريا في محتوى وحجم الإيثانول الحيوي يؤثر على محتوى وحجم الإيثانول الحيوي. نتج عن تركيز اليوريا البالغ 0.2 جرام أعلى محتوى (6.82%) وحجم (26.45 مل). تشير نتائج تنوع المعالجة بالتفاعل بين خميرة الخبز (*Saccharomyces cerevisiae*) واليوريا إلى وجود تفاعل على مستويات الإيثانول الحيوي. نتج عن تفاعل إضافة 8 جرام من تركيز الخميرة و 0.2 جرام من اليوريا أعلى محتوى إيثانول حيوي (7.80%). في هذه الأثناء ، لم يكن العلاج التفاعلي لخميرة الخبز (*Saccharomyces cerevisiae*) واليوريا على حجم الإيثانول الحيوي مختلفاً بشكل كبير. كان أكبر حجم في التفاعل بين إضافة تركيز 8 جرام خميرة و 0.2 جرام يوريا هو 30.25 مل.

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Wr. Wb.

Bismillahirrohmaanirrohiim, segala puji bagi Allah Tuhan semesta alam karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul “**Pengaruh Konsentrasi Ragi Roti (*Saccharomyces cerevisiae* dan Urea terhadap Kadar dan Volume Bioetanol Substrat Limbah Buah Pisang**”. Tidak lupa pula shalawat dan salam disampaikan kepada junjungan Nabi besar Muhammad SAW. yang telah menegakkan dinul Islam yang terpatri hingga akhirul zaman. Aamiin.

Berkat bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak maka penulis mengucapkan terima kasih yang tak terkira khususnya kepada:

1. Prof. Dr. M. Zainuddin, MA selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Hariani, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P. selaku Ketua Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Ir. Liliiek Harianie AR., M. P dan Dr. H. Ahmad Barizi, M.A. selaku pembimbing I dan II, yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran dan keikhlasan dalam meluangkan waktu untuk membimbing penulis sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
5. Kholifah Holil, M.Si selaku Dosen wali, yang telah membimbing dan memberikan masukan sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dengan baik.
6. Seluruh dosen dan laboran di Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang setia menemani penulis dalam melakukan penelitian di laboratorium tersebut.
7. Ayah dan Ibu saya dan keluarga tercinta yang telah memberikan Doa, dukungan serta motivasi kepada penulis.
8. Teman-teman seperjuangan Biologi dan teman-teman seperjuangan di Laboratorium Mikrobiologi. Semoga amal baik yang telah diberikan kepada penulis mendapat balasan dari Allah SWT.
9. Serta semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu oleh penulis.

Skripsi ini sudah ditulis secara cermat dan sebaik-baiknya. Semoga bermanfaat bagi para pembaca.

Wassalamu 'alaikum Wr. Wb.

Malang, 7 Juni 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	iv
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
نبذة مختصرة.....	ix
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	8
1.3 Tujuan Penelitian	8
1.4 Hipotesis	9
1.5 Manfaat Penelitian	9
1.6 Batasan Masalah	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	11
2.1 Energi dalam Perspektif Al-Qur'an	11
2.2 Energi dan Kehidupan	12
2.3 Energi Alternatif Terbarukan dari Bahan Bakar Nabati	13
2.4 Buah Pisang Sebagai Bahan Baku Bioetanol	15
2.5 Kulit Pisang	17
2.6 Fermentasi.....	18
2.7 Ragi.....	21
2.8 Pertumbuhan Mikroorganisme Ragi dalam Proses Fermentasi	23
2.9 Peran Ragi Tape dalam Fermentasi Limbah Buah Pisang.....	27
2.10 Destilasi Bioetanol	29
BAB III METODE PENELITIAN	33

3.1 Waktu dan Tempat.....	33
3.2 Alat dan Bahan	33
3.2.1 Alat.....	33
3.2.2 Bahan	33
3.3 Variabel Penelitian.....	34
3.4 Rancangan Penelitian.....	34
3.5 Langkah Penelitian	36
3.5.1 Sterilisasi.....	36
3.5.2 Persiapan Sampel	36
3.5.3 Blancing	36
3.5.4 Proses Fermentasi Penambahan Urea (0 gram, 0,2 gram, 0,4 gram dan 0,6 gram) dan Konsentrasi Ragi (4 , 8, dan 12 g/l).....	37
3.5.5 Destilasi Hasil Fermentasi	37
3.5.6 Pembuatan Kurva Standar Etanol	37
3.5.7 Analisis Kadar Bioetanol dengan Piknometer	38
3.5.8 Analisis Data.....	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1 Pengaruh Kombinasi Konsentrasi Ragi dan Urea terhadap Kadar Bioetanol 41	
4.2 Pengaruh Kombinasi Konsentrasi Ragi dan Urea terhadap Volume Bioetanol	45
4.3 Fermentasi Limbah Buah sebagai Bioetanol dalam Perspektif Islam	48
BAB V PENUTUP	52
5.1 Kesimpulan.....	52
5.2 Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN.....	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Komposisi Zat Gizi Daging Buah Pisang per 100 gram Bahan.....	16
Tabel 2. 2 Komposisi Zat Gizi Kulit Pisang per 100 gram Bahan.....	17
Tabel 3. 1 Kombinasi Perlakuan Variasi Konsentrasi Ragi dan Variasi Konsentrasi Urea terhadap Kadar dan Volume Bioetanol dari Limbah Buah Pisang	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Morfologi Buah Pisang	17
Gambar 2. 2 Tahapan Fermentasi alkohol	19
Gambar 2. 3 Kurva Pertumbuhan Mikroba.....	25
Gambar 2. 4 Perubahan Glukosa Menjadi Etanol Melalui Reaksi Embden Mayerhof Parnas	28
Gambar 3. 1 Bagan Penelitian.....	40
Gambar 4. 1 Diagram Pengaruh Kombinasi Konsentrasi Ragi dan Urea Terhadap Kadar Etanol Limbah Buah Pisang.	41
Gambar 4. 2 Diagram Pengaruh Kombinasi Konsentrasi Ragi dan Urea Terhadap Volume Etanol Limbah Buah Pisang.....	46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Kadar Bioetanol.....	59
Lampiran 2 Volume Biietanol.....	60
Lampiran 3 Foto Penelitian.....	62

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Konsumsi bahan bakar minyak (BBM) di Indonesia terus meningkat setiap tahunnya dan berbanding terbalik dengan produksi energi dalam negeri. Tahun 2014, kebutuhan BBM mencapai 1,4 juta barel per hari, sementara produksi minyak mentah nasional hanya sekitar 800 ribu barel perhari. Kesenjangan produksi dan konsumsi ini mengharuskan Indonesia mengimpor BBM untuk memenuhi kebutuhan energi nasional. Kondisi ini dapat mengurangi devisa Negara dan juga nilai tukar rupiah bergantung pada harga minyak dunia (Hardadi, 2015).

Permasalahan yang muncul saat ini adalah cadangan energi nasional yang semakin berkurang. Sebagaimana dalam laporan Dewan Energi Nasional (2014) bahwa cadangan minyak bumi dari kurun waktu 2008 hingga 2013. Bila produksi rata-rata di tahun 2013 mencapai 0,3 milyar barel / tahun, maka cadangan tersisa hanya bisa untuk memenuhi waktu 12 tahun kedepan terhitung sejak akhir 2012. Sementara itu cadangan gas bumi juga terus mengalami penurunan sebesar 35% dari lima tahun terakhir. Cadangan pada tahun 2008 mencapai 159,64 TSCF dan pada tahun 2012 diprediksi tersisa 103.35 TSCF. Tahun 2013 produksi terakhir mencapai 2,98 TSCF.

Pemenuhan kebutuhan energi bahan bakar minyak dalam negeri sebagian dipenuhi melalui impor, baik dalam bentuk minyak mentah (*crude oil*) maupun dalam bentuk minyak siap guna. Di sisi lain, cadangan sumber energi fosil, terus menurun terutama minyak bumi, karena laju peningkatan cadangan tidak mampu mengimbangi laju penurunan cadangan akibat eksploitasi. Kondisi ini menjadikan

Indonesia rentan terhadap naik-turun cadangan dan harga energi di pasar energi internasional.

Sumber daya energi bahan bakar fosil (minyak, batu bara dan gas bumi) yang merupakan sumber energi yang tak terbarukan serta segala sisi permasalahannya, terutama kenaikan harga yang disebabkan faktor-faktor seperti kebutuhan yang meningkat, dan pemasokan yang terbatas, cadangan yang menipis seiring dengan lamanya eksploitasi dan pembatasan produksi juga penilaian dampak terhadap lingkungan yang intens terhadap *global warming*, harus mengurangi ketergantungan dengan menggunakan sumber energi alternatif (Wusnah *dkk*, 2016).

Penelitian mengenai energi terbarukan sudah banyak dikembangkan, diharapkan menjadi solusi yang tepat mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil yang semakin menipis. Sampai saat ini produk energi alternatif yang dikembangkan adalah biodiesel dan bioetanol. Etanol merupakan salah satu sumber energi alternatif yang memiliki beberapa keunggulan, seperti sifat yang bias diperbaharui, pembakarannya lebih sempurna karena memiliki kandungan oksigen yang tinggi sehingga, ramah lingkungan, dan bernilai oktan tinggi (Ketut, 2011).

Bioetanol merupakan salah satu bahan bakar alternatif yang berasal dari tumbuhan yang memiliki keunggulan menurunkan emisi CO₂ hingga 18%. Menurut Balai Besar Teknologi Pati (B2TP) dalam Wusnah, *dkk* (2016) ada tiga golongan tanaman yang dapat dijadikan bioetanol yaitu tanaman yang mengandung pati (singkong, kelapa, kelapa sawit, rengkawang, jarak pagar, rambutan, sirsak, nyamplung dan malapari), Gula (molase atau tetes tebu, nira tebu, nira sorgum manis dan nira aren) dan serat selulosa seperti kayu, batang pisang, batang sorgum, jerami, dan bagas).

Bahan baku yang banyak dikembangkan industri bioetanol di Indonesia, hingga 2016 umumnya menggunakan tetes tebu (*molasse*) dan ubi kayu untuk produksi bioetanol. Namun, bahan baku tersebut masih banyak digunakan untuk kebutuhan pangan atau industri pangan sehingga terjadi kompetisi antara penggunaan untuk bahan bioetanol dan bahan pangan (Sudiyani, *dkk*, 2019). Selain itu, produksi *molasses* di Indonesia bergantung pada produksi gula yang selalu mengalami kenaikan dan penurunan. Seperti dalam Statistik Tebu Indonesia (2017) menyebutkan bahwa produksi gula perkebunan Besar (PB) dan Perkebunan Rakyat (PR) dari tahun 2013 sampai 2017 cenderung mengalami penurunan dikarenakan berkurangnya luas areal perkebunan. Pada tahun 2016, produksi gula sebesar 2,36 juta ton terjadi penurunan sebesar 171,83 ribu ton (6,78%) dibanding tahun 2015. Pada tahun 2017, produksi gula pasir kembali mengalami penurunan menjadi 2,19 juta ton atau menurun sebesar 172,05 ribu ton (7,28%) dibanding tahun 2016. Oleh karena itu, perlu adanya alternatif lain untuk mengurangi ketergantungan produksi etanol pada bahan baku *molasse*.

Permasalahan lain yang dihadapi manusia adalah limbah. Limbah dikalangan masyarakat dikenal sebagai material yang sengaja dibuang dan dapat menyebabkan dampak buruk bagi lingkungan. Sebagaimana dalam Al-Quran ayat ar-Ruum ayat 41 :

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ٤١

Artinya:

”telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar).”

Menurut Shihab (2005), dalam tafsir Al-Misbah menyatakan bahwa ayat ini mengisyaratkan kita bahwa Allah tidak menciptakan kerusakan, pencemaran. Kerusakan dan pencemaran terjadi karena ulah tangan manusia yang secara sengaja berusaha mengubah lingkungan yang telah diciptakan-Nya secara sempurna dan seimbang.

Berdasarkan Dinas Kebersihan Kota Malang tahun 2013, menyebutkan jumlah limbah kota Malang keseluruhan berjumlah 659,21 ton/hari. Pasar dan industri kota Malang 44,93 ton/hari. Sampah basah/organik mendominasi dengan jumlah 405,41 ton/hari atau 61,50% dari total sampah sedangkan sisanya adalah sampah anorganik/sampah kering 253,79 ton/hari atau 38,50% dari total sampah. Data jumlah sampah basah/organik yang mendominasi termasuk sampah pasar seperti sayur-sayuran dan buah-buahan. Limbah ini sering ditemukan di pasar-pasar tradisional dalam jumlah yang melimpah. Meskipun pemanfaatan limbah organik telah dilakukan seperti digunakan dalam pembuatan biogas dan kompos. Tetapi, upaya tersebut belum cukup untuk mengatasi jumlah sampah yang sangat melimpah. Oleh karena itu, perlu adanya pengembangan pengelolaan sampah pasar salah satunya untuk pembuatan bioetanol. Beberapa limbah pasar yang berpotensi untuk bahan pembuatan bioetanol yakni limbah buah pisang.

Jawa Timur adalah provinsi penghasil buah pisang terbesar di Indonesia. Menurut Badan Pusat Statistik Jawa Timur (2019), antara rentang waktu 2017 sampai 2018 Malang menjadi penghasil pisang terbesar di Jawa Timur. Pada tahun 2017 produksi pisang di Malang menghasilkan 9.726.299 kuintal dan di tahun 2018 sebanyak 9.728.032 kuintal.

Buah pisang termasuk buah yang mudah rusak apalagi dipanen dengan cara yang kurang baik. Kelimpahan pisang yang diperdagangkan di pasar-pasar kota Malang seringkali dijumpai buah pisang yang membusuk dikarenakan ketersediaan yang melimpah dan daya tahan buah pisang yang singkat. Limbah ini perlu dipikirkan pemanfaatannya untuk mengurangi potensi mencemari lingkungan (Kumalaningsih, 1993).

Pasar Blimbing adalah salah satu pasar tradisional yang ada di Kecamatan Blimbing, Kabupaten Malang. Pasar ini berdiri sejak tahun 1970 dengan luas bidang 2000 m². Pasar beroperasi di pagi hari hingga malam hari dan cukup ramai dikunjungi. Salah satu komoditi yang tersedia adalah buah-buahan yang cukup banyak dijual dipinggiran pasar. Termasuk buah pisang yang ketersediaannya sangat melimpah.

Manusia dengan akal dan pikirannya diharuskan menyelesaikan permasalahan ini dengan pemanfaatan limbah agar tidak mengganggu keseimbangan alam. Sebagaimana yang tercantum dalam Al-Qur'an surat Al-Jatsiyah ayat 13:

وَسَخَّرَ لَكُمْ مَّا فِي السَّمٰوٰتِ وَمَا فِي الْاَرْضِ جَمِيعًا مِّنْهُۥ اِنَّ فِيْ ذٰلِكَ لٰآيٰتٍ لِّقَوْمٍ يَّتَفَكَّرُوْنَ ۙ

Artinya:

“dan Dia telah menundukkan untukmu apa yang di langit dan apa yang di bumi semuanya, (sebagai rahmat) daripada-Nya. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang berfikir.”

Ayat diatas menegaskan kepada manusia agar mampu mengambil manfaat dari segala ciptaan-Nya dengan menggunakan akal yang telah diberikan. Menurut Fakhri, J (2010), kata *sakhkhara* (menundukkan) pada ayat di atas atau kata yang semakna dengan itu banyak ditemukan di dalam Al-Qur'an yang menegaskan

bahwa Allah SWT. Menundukkan semua ciptaan-Nya sesuai dengan peraturan-peraturan (sunnatullah) Nya, sehingga manusia dapat mengambil manfaat sepanjang manusia mau menggunakan akal dan pikirannya serta mengikuti langkah dan prosedur yang sesuai dengan sunnatullah itu. Manusia yang menggunakan akal dan pikirannya akan selalu berinovasi untuk membuat sesuatu yang tidak bermanfaat menjadi sesuatu yang bermanfaat, salah satunya adalah pemanfaatan limbah buah pisang sebagai bahan baku bioetanol.

Bioetanol merupakan hasil dari fermentasi menggunakan beberapa mikroorganisme dari golongan khamir. Khamir yang digunakan untuk menghasilkan bioetanol yaitu *Saccharomyces cerevisiae* yang menghasilkan enzim zimase dan invertase. Enzim zimase berguna untuk memecah sukrosa menjadi monosakarida (glukosa dan fruktosa). Enzim invertase untuk mengubah glukosa menjadi etanol (Judoamidjojo *dkk*, 1992).

Selama proses fermentasi, mikroorganisme membutuhkan nitrogen untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Nitrogen ini diperoleh dari rantai asam amino yang terdapat pada protein dan vitamin yang terdapat pada substrat. Pada buah pisang terdapat senyawa protein 1,20 sampai 1,4 gram per 100 gram. Dan senyawa vitamin A B1 dan C masing-masing 146, 0,08 dan 3,00 mg per 100 gram. (Direktorat Jenderal Bina Reproduksi Hortikultura, 2003). Jumlah ketersediaan nitrogen berpengaruh dalam pertumbuhan masa sel saat proses fermentasi, karena itu dibutuhkan penambahan sumber nitrogen seperti urea untuk mempercepat pertumbuhan masa sel saat proses fermentasi (Riadi, 2007).

Urea diunggulkan karena memiliki kandungan Nitrogen yang sangat tinggi, menurut Lingga (2004), kandungan Nitrogen dalam urea mencapai 46% dan lebih

tinggi daripada sumber nitrogen lain, misalnya ZA yang hanya mengandung 21% nitrogen. Penelitian penambahan urea untuk fermentasi bioetanol telah dilakukan, yaitu pada penelitian Rahmah *dkk.* (2015) yang menggunakan variasi konsentrasi urea 0,2 g/l, 0,4 g/l dan 0,6 g/l dan menghasilkan konsentrasi bioetanol tertinggi 7,12 % dengan variasi urea 0,6 g/l. Dalam penelitiannya juga menyebutkan bahwa *yeast Saccharomyces cerevisiae* memerlukan nutrisi untuk pertumbuhan. Nitrogen yang cukup tinggi pada urea mampu memenuhi kebutuhan nutrisi pada media untuk proses fermentasi yang optimal. Selanjutnya pada penelitian Gafiera *dkk* (2019) yang menggunakan variasi konsentrasi urea 0,1%, 0,2%, 0,3%, 0,4% dan 0,5% dan terjadi peningkatan konsentrasi bioetanol seiring penambahan konsentrasi urea hingga dikonsentrasi 0,4%, konsentrasi bioetanol tertinggi yang dihasilkan sebesar 16,43%.

Penelitian ini juga menggunakan konsentrasi ragi yang berbeda untuk mendapatkan konsentrasi optimal selama fermentasi. Menurut Setyohadi (2006), ragi roti terdiri dari sel-sel *Saccharomyces cerevisiae* dan mampu menghasilkan enzim zimase dan intervas. Enzim ini merupakan enzim penting ekstraselluler dari *Saccharomyces cerevisiae* yang berperan mengubah sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa (Sengupta, 2000). Banyaknya sel-sel *Saccharomyces cerevisiae* akan mempengaruhi massa enzim yang dihasilkan, berdasarkan hal tersebut, penelitian ini menggunakan konsentrasi beragam dengan peningkatan konsentrasi ragi untuk mendapatkan hasil optimum fermentasi pada limbah buah pisang. Penelitian variasi ragi pada buah pisang telah dilakukan oleh Febriana Ida, *dkk* (2018) yang melakukan fermentasi pada kulit pisang kapok menggunakan variasi ragi 0,072 gram, 0,0936 gram 0,1248 gram dan 0,156 gram dan dihasilkan variasi terbaik

0,072 gram yang menghasilkan kada bioetanol sebesar 13,5353%. Beberapa penelitian tersebut belum ada yang memvariasikan konsentrasi urea yang disertai variasi ragi pada pembuatan bioetanol dari limbah pisang untuk mengetahui variasi urea dan variasi ragi yang optimum untuk menghasilkan bioetanol yang maksimal.

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan data yang ilmiah tentang pemanfaatan limbah buah pisang sebagai bahan alternatif pembuatan bioetanol. Penelitian ini penting dilakukan untuk mengetahui potensi optimal limbah buah pisang sebagai bahan dasar pembuatan bioetanol dengan konsentrasi ragi optimal dan penambahan urea.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Apakah ada pengaruh kombinasi konsentrasi ragi dan penambahan urea terhadap kadar etanol yang dihasilkan ?
2. Apakah ada pengaruh kombinasi konsentrasi ragi dan penambahan urea terhadap volume yang dihasilkan ?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan:

1. Untuk mengetahui kombinasi konsentrasi ragi dan penambahan urea terhadap kadar etanol yang dihasilkan?
2. Untuk mengetahui kombinasi konsentrasi ragi dan penambahan urea terhadap volume etanol yang dihasilkan?

1.4 Hipotesis

Hipotesis penelitian ini sebagai berikut:

1. Ada pengaruh kombinasi konsentrasi ragi dan penambahan urea terhadap kadar bioetanol limbah buah pisang.
2. Ada pengaruh kombinasi konsentrasi ragi dan penambahan urea terhadap volume bioetanol limbah buah pisang.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat:

1. Memberi informasi dan pengetahuan tentang pemanfaatan limbah buah pisang yang digunakan sebagai bahan alternatif pembuatan bioetanol.
2. Mengetahui konsentrasi ragi dan urea yang optimal untuk menghasilkan kadar bioetanol yang maksimal pada limbah buah pisang.
3. Mengetahui konsentrasi ragi dan urea yang optimal untuk menghasilkan volume bioetanol yang maksimal pada limbah buah pisang
4. Pembuatan bioetanol dari limbah buah pisang dapat meningkatkan nilai ekonomi terhadap limbah buah pisang yang sudah tak layak konsumsi dan berpotensi sebagai bahan alternatif pembuatan bioetanol.

1.6 Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki batasan masalah sebagai berikut:

1. Limbah buah pisang diperoleh dari pasar Blimbing Kota Malang.
2. Limbah buah pisang yang digunakan dalam kondisi busuk dan rusak secara fisik.

3. Tekstur limbah buah pisang lunak, daging buah dan permukaan kulit berwarna gelap.
4. Ragi roti yang digunakan bermerek “Fermiphon”
5. Penelitian ini dilakukan sampai tahap destilasi, pengukuran kadar dan volume bioetanol yang dihasilkan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Energi dalam Perspektif Al-Qur'an

Energi merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Energi digunakan untuk memenuhi kebutuhan segala aktifitas kehidupan. Energi perlu diubah agar dapat berfungsi sesuai aktifitas yang dilakukan. Berkaitan dengan energi, Allah SWT telah berfirman dalam Q.S Yaasiin ayat 80 yang berbunyi:

الَّذِي جَعَلَ لَكُم مِّنَ الشَّجَرِ الْأَخْضَرِ نَارًا فَإِذَا أَنْتُمْ مِّنْهُ تُوقِدُونَ ٨٠

Artinya:

“yaitu Tuhan yang menjadikan untukmu api dari kayu yang hijau, maka tiba-tiba kamu nyalakan (api) dari kayu itu”.

Abdul Ghoffar dalam tafsirnya Ibnu Katsir (2004), menyebutkan makna Q.S Yaasiin ayat 80. Yaitu, Rabb yang memulai penciptaan pohon dari air, lalu menjadi hijau, berbunga lalu berbuah, kemudian Dia menjadikan kayu-kayu yang kering untuk bahan bakar. Seperti itu pula Dia melakukan apa saja yang dikehendaki-Nya, tidak ada satupun yang bisa mencegah-Nya. Artinya ayat tersebut menjelaskan proses adanya energi (api). Energi tersebut bersumber dari kayu-kayu yang telah mati dan mengering kemudian digunakan sebagai bahan bakar. Ayat di atas bisa dipahami sebagai acuan dasar terbentuknya bahan bakar nabati, karena berasal dari tumbuhan, maka produk dari bahan bakar nabati dapat diartikan juga berupa biotanol.

2.2 Energi dan Kehidupan

Semua makhluk hidup membutuhkan energi untuk melakukan aktifitas hidupnya. Energi makhluk hidup berasal dari materi yang ada dilingkungannya yang diubah untuk oleh tubuh untuk digunakan melangsungkan hidupnya. Dalam sistem biologi nutrisi yang masuk ke dalam tubuh melalui tahap metabolisme makromolekul karbohidrat, protein dan lemak terlebih dahulu untuk dapat dimanfaatkan oleh tubuh. Energi yang dihasilkan melalui proses metabolisme digunakan untuk pertumbuhan, kegiatan fisik, pengaturan suhu dan proses metabolisme kembali. Energi terdapat dalam sumber makanan dalam sel hidup dengan proses respirasi yang menyusun energi dalam bentuk ATP (IOM, 2005).

Ramlawati (2016), menyebutkan bahwa energi adalah kekuatan untuk melakukan suatu gerak atau usaha. Selain pada peristiwa biologi di atas, di dunia modern ini energi dapat ditemui pada alat-alat yang berkerja sesuai sistem yang digerakkan oleh energi. Contohnya, mesin-mesin pabrik, alat transportasi hingga peralatan rumah tangga. Semua peralatan tersebut bekerja dengan karena adanya energi yang diberikan berupa bahan bakar yang diubah bentuk menjadi energi lain. Dengan konsep tersebut energi tak lepas dari kehidupan kita sehari-hari.

Sumber energi merupakan kebutuhan dasar dan komponen mutlak untuk membangun kehidupan masyarakat di suatu Negara. Sebuah Negara dikatakan lemah untuk membangun peradabannya apabila memiliki keterbatasan sumber daya energi dan tidak mampu menyediakan sumber daya energi dalam negerinya (Boedoyo, 2000).

Manusia di era modern memiliki kebutuhan yang tinggi terhadap energi dan terus meningkat seiring dengan peningkatan populasi penduduk. Permintaan energi

tingkat global telah meningkat tiga kali lipat sejak tahun 1950, hingga sekarang mencapai 10.000 juta ton minyak tiap tahun yang digunakann. Menurut Dewan Energi Dunia, pemakaian energi cenderung meningkat hingga 50% sampai tahun 2020. Sebagian besar energi utama berasal dari bahan bakar fosil, minyak dan gas (Walisiewiz, 2003).

Menurut Walisiewiz (2003), penggunaan energi di negara berkembang seperti Indonesi sekitar 32% untuk transportasi, 25% untuk industri, dan lebih dari 40% untuk rumah tangga dan perkantoran. Penggunaan energi yang terus bertambah banyak menyebabkan dampak permasalahan social-ekonomi di Indonesia. Jumlah penduduk yang terus bertambah berlanjut dengan kebutuhan energi yang meningkat menyebabkan kenaikan harga energi beruntut kepada kanaan laju inflasi. Kondisi ini semakin diperparah dengan ketersediaan sumber energi nasional yang semakin menipis.

Ketersedian sumber energi bahan bakar fosil semakin berkurang dan sewaktu-waktu akan habis. Kebutuhan energi yang berbanding lurus degan peningkatan *eksponensial populasi* manusia menjadi persoalan serius dan membutuhksn penyelesaian yang baik dan bijak bagi setiap Negara. Pengembangan energi alternatif terbarukan sangat diperlukan sebagai solusi (Priananda, 2011)

2.3 Energi Alternatif Terbarukan dari Bahan Bakar Nabati

Sumber energi digolongkan menjadi dua, yaitu sumber energi tak terbarukan (terbatas) dan sumber energi terbarukan. Energi yang berasal dari fosil adalah energi bersumber dari alam yang bersifat terbatas dan tidak terbarukan. Contoh sumber energi fosil seperti batu bara, minyak bumi dan gas alam. Sumber energi

terbarukan berasal dari sari makhluk hidup baik nabati maupun hewani yang dimanfaatkan langsung atau melalui proses fermentasi terlebih dahulu. Energi terbarukan misalnya adalah biodiesel dan bioetanol (Walisiewiz, 2003).

Bioetanol merupakan bahan bakar nabati (BBN) yang menjadi energi alternatif ramah lingkungan dan bersifat terbarukan. Bioetanol merupakan bahan bakar alternatif. Bioetanol adalah bahan bakar yang dibuat dari tumbuhan dan memiliki kelebihan mampu mengurangi emisi karbon (CO_2) sampai 18% dibandingkan emisi dari bahan bakar fosil misalnya minyak tanah (Gusmailina dan Komarayati, 2010).

Brasil dan Amerika telah mengembangkan bioetanol sebagai bahan alternatif pengganti bahan bakar fosil. Brasil menggunakan tebu sebagai bahan baku pembuatan bioetanol sementara Amerika menggunakan jagung (Indragam dan Doran, 1995). Brasil telah melakukan produksi bioetanol sejak tahun 1975 hingga tahun 1999 telah memiliki kapasitas produksi mencapai 17 miliar liter/tahun dari 101 pabrik (Zanin *et al.* 2000). Sedangkan di Amerika merupakan Negara terbesar kedua penghasil bioetanol setelah Brasil memiliki kapasitas produksi yang bertumbuh sebesar 9% dalam rentang waktu 2002 hingga 2003, dari 10,4 miliar liter/tahun menjadi 11,4 miliar liter/tahun (MacDonald *et al.* 2003).

Bioetanol dapat diproduksi dari bahan yang mengandung pati dan gula dan selulosa. Konversi gula menjadi bioetanol cukup sederhana, sedangkan untuk pati dan selulosa lebih kompleks (Gunam, 2011). Etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) merupakan cairan yang tidak memiliki warna, bersifat *biodegradable*, mudah menguap, jernih memiliki bau spesifik dan rasa yang pedas dan tidak menyebabkan korosi (Anon, 2006). Etanol dapat diperoleh dari proses fermentasi gula dan sumber karbohidrat

menggunakan bantuan mikroorganisme, karena pembuatannya melalui proses fermentasi maka etanol yang dihasilkan dinamai bioetanol (Yudiarto, 2008).

Raposo (2009) menyatakan bahwa selain sebagai bahan bakar alternatif, bioetanol juga memiliki kelebihan mampu menurunkan emisi karbon saat proses pembakaran. Selain itu, menurut Lubad dan Widiastuti (2010), menyatakan bahwa bioetanol adalah bahan bakar yang dapat diperbarui dan dapat diproduksi dari berbagai macam jenis tumbuhan contohnya singkong, tebu dll. Selain dari tumbuhan, bioetanol juga dapat diproduksi dari berbagai limbah.

2.4 Buah Pisang Sebagai Bahan Baku Bioetanol

Pisang (*Musa paradisiaca*) merupakan salah satu spesies *subclassis* Zingiberidae keluarga Musaceae. Spesies ini mempunyai habitus herba, monopodia yang bercabang dan bulat tegak pada penampang batangnya, pisang memiliki batang sejati berbentuk umbi batang dalam tanah dan menghasilkan daun dan bunga yang tumbuh dari mata tunas (Tjitrosoepomo, 2009)

Ambarita (2015) menyatakan bahwa buah pisang memiliki gizi yang tinggi, vitamin B6, vitamin C dan rendah kolesterol sangat rendah. Kandungan gizi yang mendominasi dalam buah pisang yaitu kalium sebanyak 373 mg/100 gram buah pisang, vitamin A sebanyak 250-335 gr/100 gr buah pisang dan kalori sebanyak 125 mg/100 gram buah pisang. Selain itu, pisang adalah sumber karbohidrat, mineral, vitamin A dan vitamin C. Kandungan karbohidrat pada buah pisang akan dikonversi menjadi fruktosa dan glukosa saat buah pisang matang.

No.	Kandungan Gizi	Jenis Pisang				
		Ambon	Raja	Raja Rere	Uli	Mas
1.	Kalori (kal)	9,90	12,0	118	146	127
2.	Protein (g)	1,20	1,20	1,20	2,00	1,40
3.	Lemak (g)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
4.	Karbohidrat (g)	25,8	31,8	31,1	38,2	33,6
5.	Kalsium (mg)	8,00	10,0	7,00	10,0	7,00
6.	Fosfor (mg)	28,0	22,0	29,0	28,0	25,0
7.	Zat Besi (mg)	0,50	0,80	0,30	0,90	0,80
8.	Vitamin A (mg)	146	950	112	75	79
9.	Vitamin B1 (mg)	0,08	0,06	0,00	0,05	0,09
10.	Vitamin C (mg)	3,00	10,0	4,00	3,00	2,00
11.	Air (g)	72,0	65,8	67,0	59,1	64,2

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Reproduksi Hortikultura (2003)

Tabel 2. 1 Komposisi Zat Gizi Daging Buah Pisang per 100 gram Bahan

Klasifikasi tanaman pisang dalam sistematika tumbuhan yaitu (Cronquist, 1981):

Kingdom : Plantae
 Divisi : Magnoliophyta
 Kelas : Magnoliopsida
 Ordo : Zingiberiales
 Famili : Musaceae
 Genus : Musa
 Spesies : *Musa paradisiaca*.



Gambar 2. 1 Morfologi Buah Pisang (Ashari, 1995)

2.5 Kulit Pisang

Kulit buah pisang mengandung berbagai zat seperti karbohidrat, protein, lemak, serat pektin, asam linoleat dan asam amino esensial. Zat besi dan seng lebih dominan pada kandungan kulit pisang dibandingkan bagian isi pisang (Mohapatra, 2010). Selain itu kandungan kulit pisang juga mengandung gizi yang kompleks, seperti karbohidrat, kalsium, lemak, protein, fosfor, zat besi, vitamin C, vitamin B dan air. Kandungan-kandungan ini sangat bermanfaat bagi tubuh manusia, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku nutrisi (Wilar, 2014).

No.	Zat Gizi	Kadar
1.	Air (g)	68,90
2.	Karbohidrat	18,50
3.	Lemak (g)	2,11
4.	Protein (g)	0,32
5.	Kalsium (mg)	715
6.	Fosfor (mg)	117
7.	Zat Besi (mg)	1,60
8.	Vitamin B (mg)	0,12
9.	Vitamin C	17,50

Sumber: Balai Penelitian dan Pengembangan Industri, Jatim, Surabaya (1982)
Tabel 2. 2 Komposisi Zat Gizi Kulit Pisang per 100 gram Bahan

2.6 Fermentasi

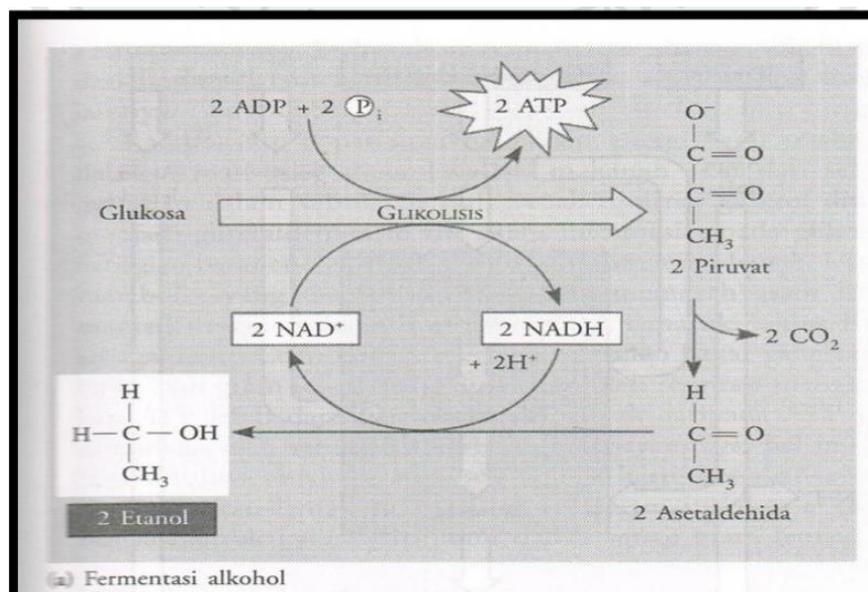
Proses fermentasi melibatkan aktivitas mikroorganisme pada substrat buah-buahan dan biji-bijian. Peristiwa ini membentuk gas karbondioksida hasil dari katabolisme anaerobik dari gula yang terkandung pada substrat. Ahli biokimia menjelaskan bahwa fermentasi adalah proses untuk menghasilkan energi melalui proses anaerobik, sedangkan menurut ahli mikrobiologi fermentasi merupakan proses mengubah bahan baku menjadi produk mikroorganisme (Stanbury dan Whitaker, 1984).

Fermentasi merupakan proses konversi senyawa organik (gula) oleh mikroorganisme secara anaerobik yang menghasilkan senyawa organik lebih sederhana (Abercrombie *dkk*, 1993). Menurut Purwoko (2007) menjelaskan bahwa fermentasi adalah salah satu pemanfaatan senyawa organik untuk membentuk energi melalui pengiriman elektron yang terjadi di sitoplasma. Peristiwa ini disebut sebagai fosforilasi pada tingkat substrat. Karena itu, penyebutan lain fermentasi bisa juga disebut pembentukan energi pada tingkat substrat.

Fermentasi etanol adalah proses pemanfaatan mikroorganisme untuk menyederhanakan bahan organik. Mikroorganisme menghasilkan enzim untuk menghidrolisis substrat menjadi komponen yang lebih sederhana lalu dikonversi menjadi etanol. Riset menggunakan mikroorganisme diantaranya kapang, bakteri dan khamir telah melakukan untuk produksi bioetanol. Mikroorganisma yang sering digunakan yaitu *Saccharomyces cerevisiae*. Mikroorganisme ini termasuk golongan khamir dan dapat tumbuh pada media yang mengandung gula sederhana seperti glukosa, mannosa dan fruktosa (Lin dan Tanaka, 2005).

Selama fermentasi, khamir mengeluarkan enzim zimase untuk mengubah gula menjadi etanol, kerja enzim tersebut hanya berfungsi pada komponen gula. Komponen disakarida misalnya maltose atau sukrosa ($C_{12}H_{22}O_{11}$) dihidrolisis menjadi heksosa ($C_6H_{12}O_6$) oleh enzim invertase maupun maltase yang ada pada sel khamir. Selanjutnya heksosa diubah menjadi etanol dan karbondioksida oleh enzim zimase (Adams *dkk*, 1969).

Fermentasi terdiri dua tahap yaitu glikolisis dan reaksi yang menghasilkan NAD^+ melalui transfer elektron $NADH$ ke asam piruvat. Proses glikolisis mengubah satu molekul glukosa menjadi dua molekul asam piruvat. Saat proses fermentasi alkohol, piruvat diubah menjadi etanol (etil alkohol) dalam dua tahapan. Tahap pertama yaitu pelepasan CO_2 dari asam piruvat kemudian diubah menjadi senyawa asetaldehida berkarbon dua. Tahap kedua, asetaldehida direduksi menjadi etanol oleh $NADH$ (Campbell *dkk*, 2002).



Gambar 2. 2 Tahapan Fermentasi alkohol (Campbell *dkk*, 2002)

Proses fermentasi dipengaruhi oleh beberapa faktor sebagai berikut:

1. pH

Proses fermentasi membutuhkan pH optimum berkisar antara 4,5-5 pada pH 3 maka proses fermentasi akan melambat. Hal ini disebabkan pH mempengaruhi efektivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme dalam proses reduksi gula. Selain itu, perubahan pH dapat menyebabkan denaturasi yang berdampak pada penurunan aktivitas enzim (Poedjiadi dan Titin, 2006).

2. Mikroorganisme

Pemilihan mikroorganisme biasanya disesuaikan pada jenis karbohidrat yang digunakan sebagai media. Contohnya, untuk produksi alkohol dari gula dan pati menggunakan khamir *Saccharomyces cerevisiae* atau *S. elliopsoides*, untuk media dari selulosa menggunakan *Candida shehatae*, *Clostridium thermocellum*, *aspergillus* sp dll. Penyeleksian bahan diperlukan untuk memperoleh mikroorganisme yang sesuai agar mampu tumbuh dengan cepat sehingga mampu menghasilkan alkohol yang optimal (Budiyanto, 2004).

3. Suhu

Aktifitas mikroorganisme akan dipengaruhi suhu selama proses fermentasi. Kecepatan reaksi enzimatik mikroorganisme meningkat seiring dengan bertambahnya suhu hingga titik tertentu. Hal ini disebabkan komponen substrat akan bersinggungan lebih sering pada tempat aktif saat molekul tersebut bergerak semakin cepat (Campbell *dkk*, 2002).

4. Waktu

Jenis substrat, suhu, pH dan organisme yang digunakan mempengaruhi waktu yang dibutuhkan selama proses fermentasi. Beberapa penelitian tentang waktu

fermentasi telah dilakukan oleh Bries (2008) yaitu pembuatan bioetanol dari kulit nanas dengan perlakuan hidrolisis menggunakan enzim xylanase dan starter *Saccharomyces cerevisiae* yang menghasilkan kadar bioetanol tertinggi yaitu sebesar 5,22% dengan waktu fermentasi satu hari. Penelitian lain dilakukan oleh Reddy *dkk* (2010) yang membuat bioetanol dari daun pisang menggunakan bakteri *Clostridium thermocellum* yang menghasilkan kadar bioetanol tertinggi yaitu 22% dalam waktu 5 hari.

5. Media Fermentasi

Media merupakan faktor penting dalam proses fermentasi karena sebagai tempat tumbuh dan berkembangnya mikroorganisme. Oleh sebab itu, media harus dipersiapkan dengan komposisi-komposisi yang sesuai untuk kebutuhan mikroorganisme tumbuh dan berkembang. Mikroorganisme memerlukan unsur karbon dan nitrogen untuk meningkatkan energi dan biosintesis, oleh karena itu unsur tersebut harus cukup dalam media selama proses fermentasi. Sumber nitrogen dibutuhkan mikroorganisme untuk mempercepat pertumbuhan massa sel pada proses fermentasi. Salah satu sumber nitrogen yang dapat digunakan untuk proses fermentasi adalah urea (Trismilah dan Sumaryanto, 2005).

2.7 Ragi

Ragi umumnya adalah perpaduan mikroorganisme dari berbagai macam bakteri dan fungi (khamir dan kapang) seperti *Rhizopus*, *Aspergillum*, *Mucor*, *amylomycetes*, *Endomycopsis*, *Saccharomyces*, dan sebagainya (Gandjar *dkk*, 2006). Istilah ragi digunakan untuk menyebutkan adonan yang digunakan dalam

pembuatan makanan dan minuman seperti roti, brem, anggur, tempe, oncom, tape dan lain-lain (Dwidjoseputro, 2005)

Umumnya ada tiga jenis ragi yang dikenal yaitu ragi tempe, ragi roti dan ragi tape. Ragi tempe adalah jenis *Rhizopus*, sedangkan ragi roti dan tape adalah jenis mikroba yang sama yaitu *Saccharomyces cerevisiae*. Dwidjoseputro dan Wolf (1970) adalah salah satu peneliti pertama yang berhasil mengidentifikasi dua jenis khamir dari ragi tape yaitu *Pichia malang* dan *Candida lactose*. Peneliti lain adalah Djien (1972) yang berhasil mengidentifikasi kapang *Chlamydomucor oryzae*, satu spesies dari genus *Rhizopus* dan lima spesies dari genus *Mucor* dan khamir *Endomycopsis fibuliger* dan *Pichia burtonii* dari ragi tape.

Komposisi tepung beras digunakan untuk pertumbuhan ragi adalah tepung beras yang ditambahkan air dan dicampur dengan rempah-rempah kemudian pasta dinkubasi selama 5 hari. Produk akhir memiliki bentuk bulat pipih kering berdiameter 4-6 cm dan ketebalan 0,5 cm (Hidayat, 2006). Kondisi kering pada ragi bertujuan untuk menghambat metabolisme agar ragi tetap dalam kondisi baik untuk siap digunakan dalam proses fermentasi.

Ragi memiliki kemampuan mengubah sukrosa menjadi fruktosa dan glukosa karena enzim *zimase* yang terkandung di dalamnya. Glukosa dan fruktosa akan diubah menjadi alkohol (etanol) dan CO₂ ketika bereaksi dengan enzim *invertase* dalam proses fermentasi. Fermentasi terjadi dalam waktu 3-7 hari dan pada suhu 25-30 °C (Prescott dan Dunn, 1959).

Saccharomyces cerevisiae yang terdapat dalam ragi roti telah diseleksi, mutasi atau hibridasi agar meningkatkan kemampuan untuk fermentasi gula dengan

baik (Pelezar dan Chan, 2013). Ragi dapat digunakan langsung sebagai inokulum untuk produksi etanol tanpa persiapan inokulum khusus (Salsabila, 2013).

Klasifikasi ilmiah *Saccharomyces cerevisiae* menurut Rehm dan Reed (1983)

yaitu:

Kingdom : Fungi
Divisi : Eumicotina
Kelas : Hemiascomycetes
Ordo : Endomycetales
Famili : Saccharomycetaceae
Genus : *Saccharomyces*
Spesies : *Saccharomyces cerevisiae*

2.8 Pertumbuhan Mikroorganisme Ragi dalam Proses Fermentasi

Komposisi ragi umumnya terdiri dari berbagai macam bakteri (khamir dan kapang) yaitu: *Rhizopus*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Amylomyces*, *Endomycopsis*, *Saccharomyces*, dan lain sebagainya. Umumnya terdapat tiga jenis ragi yaitu ragi tape, ragi tempe dan ragi roti. Ragi roti dan ragi tape adalah jenis yang sama yaitu *S.cerevisiae* sedangkan ragi tempe adalah *Rhizopus* (Kusnadi dan Yusuf, 2009)

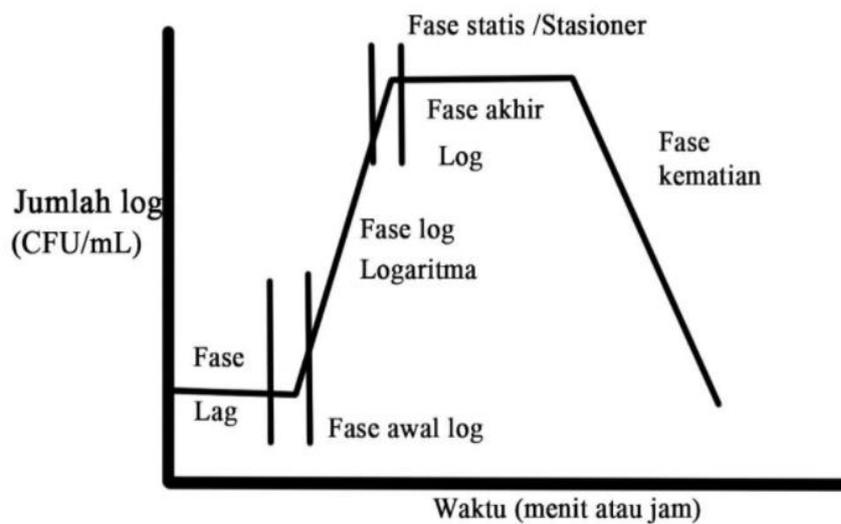
Bakteri dan fungi memiliki siklus hidup dalam pertumbuhan dan perkembangannya. Pertumbuhan ditandai dengan adanya perubahan hasil panen sel (pertambahan massa total sel) dan bukan perubahan individu organisme. Inokulum hamper mengandung ribuan organisme, pertumbuhan menyatakan pertambahan masa melebihi masa dari inokulum asalnya (Pelezar dan Chan, 2005). Fungi dan

bakteri memiliki kurva pertumbuhan. Menurut Rahayu dan C.C Nurwitri (2012) mikroorganisme memiliki kurva pertumbuhan dengan fase-fase sebagai berikut:

- a. Fase lag (adaptif), adalah fase adaptasi sel-sel mikroorganisme dengan media tumbuh (lingkungan baru). Fase lag akan terjadi saat populasi mikroba diinokulasikan di dalam media tumbuh, dan tidak terjadi pertumbuhan langsung, tetapi diperlukan adaptasi terlebih dahulu. Fase ini mikroba akan mengeluarkan enzim yang dibutuhkan untuk menyesuaikan dengan lingkungan barunya.
- b. Fase Log/ logaritma atau fase eksponensial, adalah fase yang ditandai dengan sel-sel mikroba yang mulai aktif membelah dan jumlah sel meningkat sampai batas waktu tertentu tergantung ketersediaan nutrisi pada media tumbuh. Pada fase ini sel-sel mikroba akan menghasilkan asam amino dan nukleotida untuk membentuk protein dan asam nukleat. Fase ini merupakan fase penting dalam kehidupan siklus dalam sel, hal ini karena adanya pembentukan metabolit primer.
- c. Fase stasioner, merupakan fase berkurangnya ketersediaan nutrisi pada media tumbuh. Pada fase ini pertumbuhan mikroba sebanding dengan laju kematian. Sel-sel mikroba yang mati akan melepaskan nukleat dan peptide yang kemudian digunakan oleh sel mikroba lain yang masih hidup sebagai sumber energi untuk melakukan pertumbuhan. Selain itu mikroba juga mengeluarkan toksin atau antibiotik untuk bertahan hidup.
- d. Fase kematian, adalah fase penurunan aktifitas sel mikroorganisme karena banyak mengalami kematian dan tidak aktif. Sebagian besar sel

mikroorganisme yang mati dan populasi yang tersisa akan memasuki fase kematian dipercepat.

- e. Fase kematian dipercepat, adalah fase penurunan aktifitas sel yang drastis. Hal ini disebabkan tidak adanya nutrisi dan pencampuran produk buangan yang bersifat racun. Sel-sel mikroba akan mengalami lisis, sehingga tidak terdeteksi jumlahnya dengan perhitungan *viable count*.



Gambar 2. 3 Kurva Pertumbuhan Mikroba (Rahayu dan C.C Nurwitri, 2012)

Menurut Hidayat *dkk* (2006) dan Gandjar *dkk* (2006), memaparkan faktor-faktor yang mempengaruhi proses fermentasi sebagai berikut:

1. Nutrisi

Pertumbuhan dan perkembangan mikroba pada ragi membutuhkan penambahan-penambahan seperti berikut:

- a. Unsur Karbon (C), yang tersedia pada bahan yang terdapat karbohidrat sekaligus sebagai tempat metabolisme karbon. Metabolisme karbohidrat mempunyai dua peranan utama yaitu: 1). Karbohidrat dapat dioksidasi

menjadi energi kimia dalam bentuk ATP di dalam sel dan nukleotida phosphopyridin tereduksi; 2). Karbohidrat memasok hampir seluruh karbon untuk asimilasi sel yang terdapat karbohidrat, protein, asam nukleat dan lipid.

- b. Unsur Nitrogen (N), seperti yang terdapat pada pupuk yang mengandung nitrogen, seperti urea, ammonia, ZA dan lain-lain. Sebagian besar fungi dapat memanfaatkan urea sebagai sumber nutrisi. Saat terjadi metabolisme dalam sel, nutrisi akan diubah dalam bentuk massa sel, energi dan produk sisa. Enzim urease pada fungi mampu menghidrolisis urea menjadi ammonium dan CO₂. *Saccharomyces cerevisiae* yang tidak mempunyai enzim ini akan menggunakan enzim urea amidohidrolase. Urea diubah menjadi alofanat melalui dikarboksilasi, setelahnya alofanat diubah menjadi ammonium melalui proses dihidrolisis dengan enzim alofanat hydrolase. Ammonium kemudian diasimilasi oleh khamir untuk penyusunan massa sel.
- c. Vitamin merupakan senyawa kimia penting dalam menyusun sel. Misalnya biotin sebagai pembentuk *glutamic acid*. Faktor ini cukup berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan mikroba pada proses fermentasi. Asam glutamate berperan dalam metabolisme protein, lemak dan karbohidrat, sehingga kadar asam glutamat berpengaruh terhadap proses fermentasi.
- d. Mineral, contohnya adalah fosfat yang terkandung dalam DSP, TSP, NPK dan lain-lain. Fosfat ini berperan dalam pembentukan asam nukleat (DNA, RNA dan sebagainya).

2. pH

Khamir membutuhkan media dalam keadaan asam sekitar pH 4,8 -5. Penyesuaian pH dapat diatur dengan penambahan asam sulfat jika bersifat alkalis atau jika substratnya asam menggunakan natrium bikarbonat.

3. Suhu

Mikroba memiliki suhu optimum antara 28-30°C untuk tumbuh dan berkembangbiak. Kenaikan suhu akan terjadi selama proses fermentasi akibat reaksi eksoterm, oleh karena itu dibutuhkan penyesuaian suhu untuk mempertahankan media tumbuh yang sesuai.

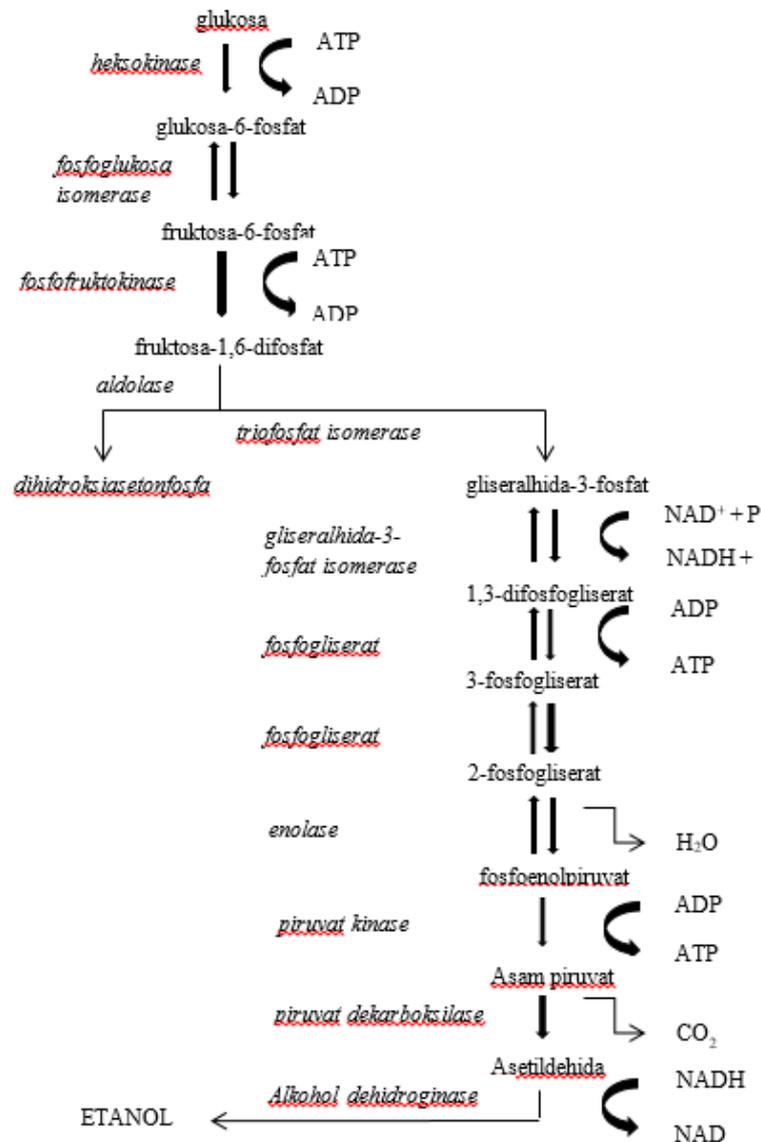
4. Udara

Alkohol dihasilkan dari fermentasi kedap udara (anaerobik). Sebaliknya dalam proses pengembangbiakan khamir diperlukan oksigen sebelum digunakan dalam fermentasi.

2.9 Peran Ragi Tape dalam Fermentasi Limbah Buah Pisang

Ragi tape terdiri dari genus fungi dan bakteri yaitu: *Saccharomyces*, *Acetobacter*, *Aspergillus*, *Candida* dan *Hansenula*. *Aspergillus* mampu memecah amilum (Dwidjoseputro, 2005), *Aspergillus* juga dapat menghasilkan gula melalui proses hemiselulitik dan selulitik (Chandel *dkk*, 2007). *Candida* dapat memproduksi enzim invertase untuk mengubah sukrosa menjadi fruktosa dan glukosa. Gula yang sudah disederhanakan akan diuraikan menjadi etanol oleh *Hansenula* dan *Saccharomyces* selanjutnya etanol akan diubah menjadi asam cuka oleh *Acetobacter* (Gandjar *dkk*, 2006).

Fermentasi alkohol adalah proses mengubah gula menjadi alkohol dan CO₂ dengan bantuan mikroba terutama oleh *Saccharomyces cerevisiae* (Fardiaz, 1996). Khamir *Saccharomyces cerevisiae* menghasilkan etanol dari glukosa melalui proses glikolisis (Berry, 1988).



Gambar 2. 4 Perubahan glukosa menjadi etanol melalui reaksi Embden Mayerhof Parnas (Poedjiadi, 2012)

Reaksi di atas adalah tahapan perubahan gula menjadi etanol yang dilakukan oleh khamir *Saccharomyces cerevisiae*. Menurut Podjiadi (2012), etanol tersebut terbentuk melalui proses *Embden Mayerhof Parnas* (EMP), tahap pertama ATP memfosforilasi glukosa menjadi D-fruktosa-6 fosfat kemudian difosforilasi lagi oleh ATP menjadi D-fruktosa-1, 6 difosfat. D-fruktosa-1, 6 difosfat dipecah menjadi satu molekul dehidroksi aseton fosfat dan satu molekul D-gliseraldehid-3 fosfat. Kemudian NADH₂ menyederhanakan dihidroksi aseton fosfat menjadi L-gliserol-3 fosfat. Selanjutnya, ATP melepaskan satu molekul fosfat yang diterima oleh gliseraldehid-3 fosfat kemudian menjadi D-1,3 difosfogliserat dan ADP. Energi fosfat dilepaskan oleh D-1,3 difosfogliserat menuju ke ADP untuk membentuk D-3 fosfogliserat serta ATP. D-3 fosfogliserat memiliki keseimbangan dengan D-2 fosfogliserat. Fosfoenol piruvat dihasilkan melalui pembebasan air oleh D-2 fosfogliserat. Selanjutnya, rantai fosfat yang kaya energi pada fosfoenol piruvat digeser oleh ATP untuk menghasilkan piruvat dan ATP. Piruvat selanjutnya didekarboksilasi menjadi asetaldehid dan CO₂. Terakhir, asetaldehid membentuk etanol dengan menerima unsur hidrogen dari NADH₂.

2.10 Destilasi Bioetanol

Destilasi adalah metode pemisahan larutan memanfaatkan perbedaan titik didih (penyulingan). Proses destilasi dilakukan dengan mendidihkan campuran zat hingga menguap kemudian uap yang dihasilkan akan didinginkan agar berbentuk cairan. Zat yang memiliki titik didih lebih rendah akan menguap lebih cepat (Seftian *dkk*, 2012). Prinsip utama metode destilasi adalah perbedaan titik didih dari masing-masing senyawa komponen campuran pada tekanan konstan. Perbedaan titik didih

ini akan menyebabkan perbedaan volatilitas pada komponen campuran dan merupakan sifat intrinsik dari senyawa penyusun campuran. Perbedaan inilah yang dimanfaatkan untuk metode pemisahan dengan syarat tekanan uap yang diberikan adalah konstan.

Destilasi merupakan pemisahan komponen-komponen yang mudah menguap dari suatu campuran senyawa dengan proses penguapan, saat terjadi penguapan atau disebut uap bebas yang akan melalui kondensor dan dinamakan destilat sedangkan cairan yang tersisa (tidak menguap) dinamakan residu (Jhonprimen *dkk.*, 2012). Destilat ini akan mengembun pada dinding kondensor dan ditampung pada sebuah wadah baru (Wonorahardjo, 2013).

Proses destilasi dilakukan dengan bantuan beberapa peralatan khusus dirancang untuk penyulingan. Prinsipnya campuran yang akan disuling berada pada labu destilasi. Kemudian labu destilasi akan dipanaskan dengan pemanas elektrik dengan pengaturan suhu otomatis. Sedangkan uap yang dihasilkan akan disalurkan langsung ke kondensor untuk dilakukan pendinginan untuk terjadinya kondensasi. Kondensor terdiri dari dua selang, yakni selang luar dan selang dalam dan teradapat air yang terus berganti untuk menjaga suhu agar tetap stabil. Air masuk melalui selang dan dikeluarkan melalui selang ke bak air. Sebelum melewati kondensor diperlukan kolom destilasi yang panjang dan bisa diatur bentuknya. Kolom ini sesuai standar laboratorium yang dilengkapi termometer agar kestabilan suhu tetap terjaga sehingga arus uap dapat terkontrol dan dapat terkondensasi secara maksimal. Apabila terjadi tekanan uap melewati batas normal, kemungkinan terjadi kebocoran uap. Uap akan mengembun pada dinding kondensor, kondisi dinding

yang miring memudahkan tetesan embun untuk turun dan tertampung pada labu melalui adaptor atau dilengkapi dengan kran (Wonorahardjo, 2013).

2.11 Analisis Kadar Etanol Berdasarkan Nilai Gravitasi Jenis

Gravitasi jenis (*specific gravity/SG*) suatu zat cair didefinisikan sebagai perbandingan kerapatan zat cair tersebut dengan kerapatan air pada sebuah temperature tertentu. Biasanya temperaturnya 4°C, dan pada temperatur ini kerapatan air adalah 1000 kg/m³. Persamaan, gravitasi jenis dinyatakan sebagai berikut (Munson *dkk*, 2003):

$$SG = \frac{\rho \text{ larutan}}{\rho \text{ air @ } 4^\circ\text{C}}$$

Kerapatan (*density*) disimbolkan ρ suatu zat cair yang merupakan ukuran untuk konsentrasi zat cair tersebut dan dinyatakan dalam massa per satuan volume. Sifat ini ditetapkan dengan cara menghitung nisbah (*ration*) massa zat yang terkandung dalam suatu bagian tertentu terhadap volume bagian tersebut (Olson dan Wright, 1993). Nilai kerapatan dapat bervariasi cukup besar di antara zat cair yang berbeda, namun untuk zat-zat cair, variasi tekanan dan temperatur umumnya hanya memberikan pengaruh kecil terhadap nilai ρ (Munson *dkk.*, 2003). Kerapatan zat cair tergantung pada temperatur dan tekanan sehingga temperatur zat cair dan temperature air yang dijadikan acuan harus dinyatakan untuk mendapatkan nilai gravitasi jenis yang tepat (Olson dan Wright, 1993).

Penetapan nilai kadar etanol dalam sampel larutan yang mengandung etanol berdasarkan nilai gravitasi jenis.. Sebelum ditetapkan, sampel tersebut harus bebas dari semua zat-zat lain yang terlarut maupun tidak terlarut kecuali air. Untuk itu,

dilakukan destilasi sederhana terlebih dahulu sebelum menetapkan berat jenis sampel (Bhavan dan Marg, 2005).

Gravitasi jenis suatu zat cair dapat ditentukan dengan menggunakan metode piknometer. Gravitasi jenis suatu zat cair dihitung menggunakan rumus (Bhavan dan Marg, 2005):

$$\text{SG Sampel} = \frac{\text{Massa sampel pada piknometer 25 ml dengan suhu ruangan } t^{\circ}\text{C}}{\text{Massa air pada piknometer 25 ml dengan suhu ruangan } t^{\circ}\text{C}}$$

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret sampai dengan April 2022 di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang dan Laboratorium Kimia Organik Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah botol (wadah fermentasi), kompor, autoklaf, spatula, pisau, selang air, gelas ukur 100ml, corong plastik, kertas saring, aluminium foil, timbangan analitik, pH meter digital, kertas label, blender, termometer ruangan, piknometer, satu unit destilasi, panci *stainless*, dan ember.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah limbah buah pisang, aquades, es batu, lilin, ragi roti.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel pada penelitian ini terdiri dari dua variabel yaitu variabel bebas dan variabel terikat.

1. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah perlakuan penambahan konsentrasi ragi dan urea yang berbeda-beda.
2. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah volume dan kadar bioetanol setelah fermentasi.

3.4 Rancangan Penelitian

Penelitian ini digunakan rancangan acak kelompok (RAK) pola faktorial yang terdiri dari dua faktor. Faktor pertama adalah konsentrasi ragi, faktor kedua adalah konsentrasi Urea. Masing-masing perlakuan dilakukan 2 kali pengulangan. Berikut adalah faktor perlakuannya:

Faktor pertama: Konsentrasi Ragi (R)

R1: konsentrasi ragi 4 gram/l

R2: konsentrasi ragi 8 gram/l

R3: konsentrasi ragi 12 gram/l

Faktor kedua: Konsentrasi Urea (U)

U1: konsentrasi urea 0 gram

U2: konsentrasi urea 0,2 gram

U3: konsentrasi urea 0,4 gram

U4: konsentrasi urea 0,6 gram

U \ R	R ₁	R ₂	R ₃
U ₁	R ₁ U ₁	R ₂ U ₁	R ₃ U ₁
U ₂	R ₁ U ₂	R ₂ U ₂	R ₃ U ₂
U ₃	R ₁ U ₃	R ₂ U ₃	R ₃ U ₃
U ₄	R ₁ U ₄	R ₂ U ₄	R ₃ U ₄

Tabel 3. 1 Kombinasi Perlakuan Variasi Konsentrasi Ragi dan Variasi Konsentrasi Urea terhadap Kadar dan Volume Bioetanol dari Limbah Buah Pisang

R1U1: konsentrasi ragi 4 gram/l, konsentrasi urea 0 gram

R1U2: konsentrasi ragi 4 gram/l, konsentrasi urea 0,2 gram

R1U3: konsentrasi ragi 4 gram/l, konsentrasi urea 0,4 gram

R1U4: konsentrasi ragi 4 gram/l, konsentrasi urea 0,6 gram

R2U1: konsentrasi ragi 8 gram/l, konsentrasi urea 0 gram

R2U2: konsentrasi ragi 8 gram/l, konsentrasi urea 0,2 gram

R2U3: konsentrasi ragi 8 gram/l, konsentrasi urea 0,4 gram

R2U4: konsentrasi ragi 8 gram/l, konsentrasi urea 0,6 gram

R3U1: konsentrasi ragi 12 gram/l, konsentrasi urea 0 gram

R3U2: konsentrasi ragi 12 gram/l, konsentrasi urea 0,2 gram

R3U3: konsentrasi ragi 12 gram/l, konsentrasi urea 0,4 gram

R3U4: konsentrasi ragi 12 gram/l, konsentrasi urea 0,6 gram

Penentuan ulangan dari kombinasi dua faktor di atas, ditentukan dengan rumus.

$$(t - 1) (r - 1) \geq 15 \dots (\text{Hanifah, 2014})$$

Berdasarkan rumus diatas, dari 16 perlakuan diperoleh sebanyak 2 kali ulangan.

3.5 Langkah Penelitian

3.5.1 Sterilisasi

Botol dibungkus dengan kertas dan aluminium foil kemudian dimasukkan ke dalam plastik sebelum dilakukan sterilisasi. Dilakukan sterilisasi pada suhu 121°C selama 15 menit menggunakan autoklaf dengan tekanan 1 atm.

3.5.2 Persiapan Sampel

Limbah buah pisang yang digunakan dalam kondisi masih baru dibuang. Limbah buah pisang ditimbang dengan berat sampel 40 gram. Kemudian sampel dihaluskan menggunakan blender dan penambahan aquades steril sebanyak 80 ml hingga menjadi bubur. Dilakukan perlakuan yang sama sebanyak 24 kali pengulangan.

3.5.3 Blancing

Sampel limbah buah pisang dikukus dalam panci *stainless* pada suhu sekitar 80°C selama 10 menit, kemudian didinginkan sampai suhu normal. Tujuan proses ini untuk membunuh mikroba yang tidak dibutuhkan.

3.5.4 Proses Fermentasi Penambahan Urea (0 gram, 0,2 gram, 0,4 gram dan 0,6 gram) dan Konsentrasi Ragi (4 , 8, dan 12 g/l)

Sampel bubur buah pisang sebanyak 120 ml dimasukkan ke dalam botol fermentasi yang telah disiapkan dan diulangi sebanyak 24 kali. Ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) ditambahkan dengan konsentrasi 4 g/l. Kemudian diberikan perlakuan penambahan urea dengan variasi 0 gram, 0,2 gram, 0,4 gram dan 0,6 gram diulangi sebanyak dua kali ulangan. Perlakuan yang sama juga dilakukan pada konsentrasi 8 g/l dan 12 g/l. Kemudian botol ditutup rapat dan diberi lubang dan dipasang selang air untuk aliran gas CO₂. Kemudian, 24 sampel yang telah diberi perlakuan diinkubasi selama 7 hari pada suhu 27°C.

3.5.5 Destilasi Hasil Fermentasi

Sampel hasil limbah buah pisang disaring dengan menggunakan kertas saring. Hasil saringan kemudian dilakukan proses destilasi menggunakan alat destilasi. Proses destilasi dilakukan pada suhu 100°C, karena titik didih alkohol 78-80°C dan titik didih air 100°C. Uap hasil pengembunan destilasi tersebut ditampung ke dalam gelas penampung sampai uap tidak menetes lagi (Kurniawati, 2009).

3.5.6 Pembuatan Kurva Standar Etanol

Kurva standar etanol menggunakan larutan etanol absolut 96% sebagai larutan stok. Membuat kurva standar dibutuhkan interval konsentrasi etanol yang dibuat dengan cara pengenceran etanol absolut. Kemudian mengukur berat jenis masing-masing konsentrasi etanol menggunakan piknometer. Prosedur pengukuran berat jenis dilakukan dengan cara dibersihkan piknometer, kemudian dikeringkan dan ditimbang beratnya dengan neraca analitik. Selanjutnya, piknometer diisi

dengan aquades sampai penuh. Kelebihan cairan pada ujung piknometer dikeringkan dengan *tissue*. Hasil penimbangan dicatat beratnya. Perlakuan yang sama juga dilakukan pada konsentrasi etanol yang sudah dibuat. Prosedur penghitungan berat jenis dilakukan menggunakan rumus Gravitasi jenis (*Specific gravity/SG*) sebagai berikut (Azizah dkk., 2012):

$$\text{SG sampel} = \frac{(a+b)-c}{(a+d)-c}$$

(a+b) = berat piknometer distilat

(a+d) = berat piknometer berisi aquades

C = berat piknometer kosong

Setelah didapat hasil perhitungan berat jenis, maka kurva standar dibuat dengan plot hubungan berat jenis dengan konsentrasi yang telah dibuat. Setelah dibuat maka akan diketahui rumus persamaan linier sebagai berikut:

$$y = ax + b$$

Keterangan:

y = Berat jenis sampel

x = Kadar etanol sampel

3.5.7 Analisis Kadar Bioetanol dengan Piknometer

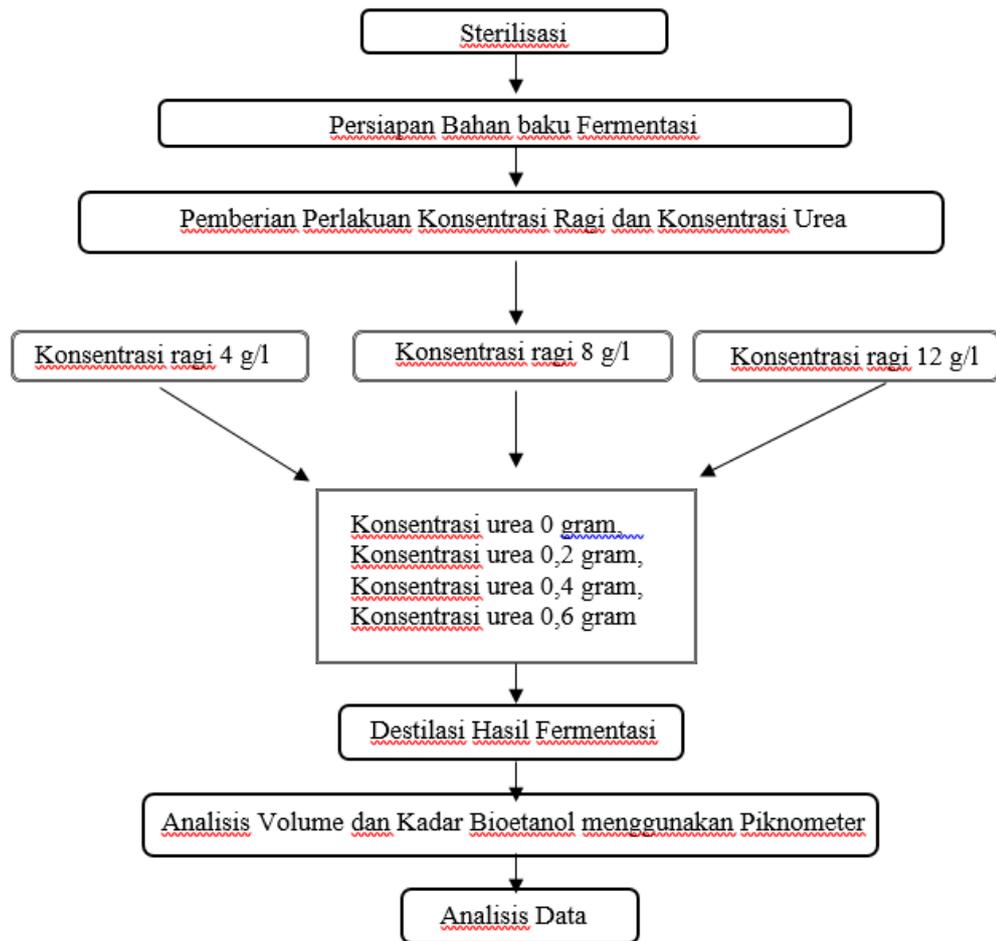
Kadar etanol limbah buah pisang hasil destilasi kemudian dianalisis menggunakan piknometer. Piknometer dikeringkan menggunakan oven pada suhu 100°C selama 10 menit kemudian didinginkan pada suhu kamar. Kemudian, piknometer ditimbang pada neraca analitik. Selanjutnya distilat (hasil destilasi) diisi ke dalam piknometer yang telah ditimbang. Distilat dimasukkan hingga memenuhi

piknometer. Kelebihan distilat pada bibir pipa kapiler dibersihkan menggunakan *tissue*. Piknometer yang berisi distilat ditimbang dan beratnya dicatat. Langkah yang sama dilakukan pada aquades sebagai pembanding (Jhonprimen *dkk*, 2012).

Hasil penimbangan kemudian dihitung dengan rumus Gravitasi jenis (*Specific gravity/SG*) untuk mencari berat jenis masing-masing sampel. Sampel yang telah diketahui berat jenisnya kemudian dilakukan perhitungan kadar bioetanol menggunakan persamaan kurva standar etanol yang telah dibuat. Kemudian diukur volume sampel.

3.5.8 Analisis Data

Data pengaruh konsentrasi ragi dan penambahan urea terhadap kadar dan volume bioetanol dilakukan *Analysis of variance* (ANAVA). Apabila pada perlakuan berpengaruh nyata terhadap parameter maka dilanjutkan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%.

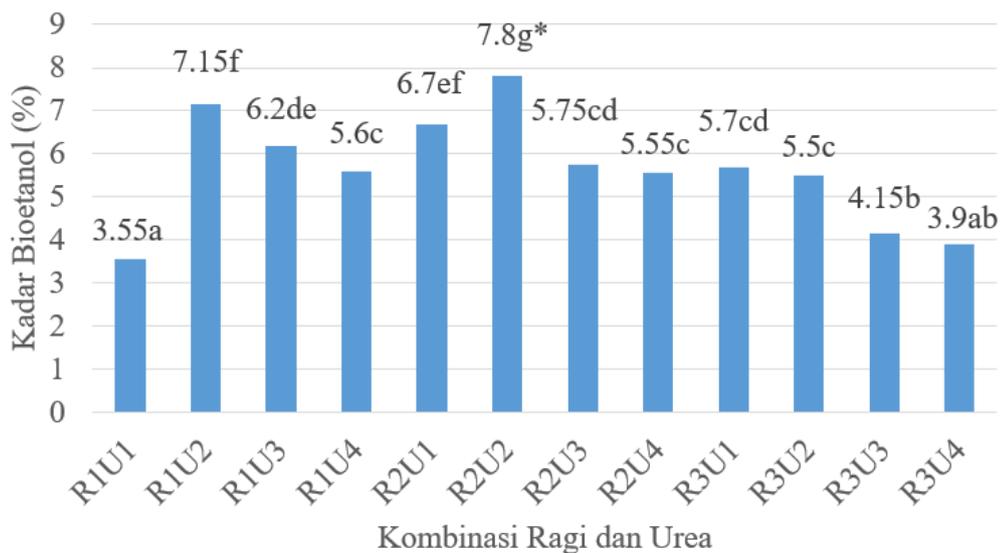


Gambar 3. 1 Bagan Penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Kombinasi Konsentrasi Ragi dan Urea terhadap Kadar Bioetanol

Hasil ANOVA (Lampiran 1) menunjukkan bahwa nilai signifikansi 0,00 ($p < 0,05$) yang berarti terdapat pengaruh kombinasi konsentrasi ragi dan urea terhadap kadar fermentasi bioetanol pada limbah buah pisang. Selanjutnya dilakukan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf 5% untuk mengetahui perlakuan terbaik. Adapun hasil uji lanjut tersaji dalam diagram pada gambar 4.1:



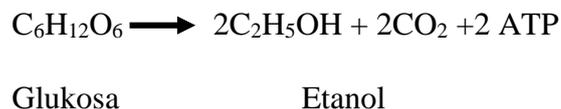
Gambar 4. 1 Diagram Pengaruh Kombinasi Konsentrasi Ragi dan Urea Terhadap Kadar Etanol Limbah Buah Pisang.

Gambar 4.1 menunjukkan rata-rata kadar etanol tertinggi dari kombinasi antara konsentrasi ragi 8 gram dan konsentrasi urea 0,2 gram sebesar 7,80%. Perlakuan ini berbeda nyata dari perlakuan lainnya. Ditunjukkan dengan notasi yang berbeda dari perlakuan lainnya. Sedangkan untuk rata-rata kadar etanol

terendah dihasilkan dari kombinasi antara konsentrasi ragi roti 4 gram dan konsentrasi urea 0 gram sebesar 3,55%. Perlakuan ini memiliki notasi yang berbeda dari perlakuan lainnya yang menunjukkan adanya perbedaan nyata.

Penelitian ini menggunakan ragi roti yang terdiri dari sel-sel *Saccharomyces cerevisiae* dan mampu menghasilkan enzim zimase dan intervas (Setyohadi, 2006). Enzim ini menurut Senuptra (2000) merupakan enzim penting ekstraselluler dari *Saccharomyces cerevisiae* yang berperan mengubah sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa. Awalurrizki dan Putra (2009), menambahkan bahwa enzim zimase diambil dari ekstrak kasar ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*). Hammad (2008); Judoamidjojo *et al.* (1992), juga menambahkan bahwa *Saccharomyces cerevisiae* mampu menghasilkan etanol melalui proses fermentasi gula. Gula akan diubah dalam bentuk sederhana oleh enzim zimase kemudian dikonversi menjadi etanol oleh enzim intervas.

Singkatnya, jalur perombakan gula menjadi bioetanol yaitu bermula dari substrat awal yakni gula diubah menjadi asam piruvat melalui glikolisis, selanjutnya melalui proses dekarboksilasi asam piruvat diubah menjadi asetaldehid dan karbondioksida oleh enzim piruvat dekarboksilase. Kemudian asetaldehid diubah menjadi alkohol dengan bantuan alkohol dehidrogenase (Puspitasari dan Sidik, 2009). Reaksi kimia dapat dilihat pada persamaan berikut:



Hasil penelitian pada gambar 4.1 (halaman 41) menunjukkan adanya peningkatan kadar etanol dari konsentrasi ragi 4 gram kemudian meningkat pada konsentrasi ragi 8 gram. Hasil penelitian ini sesuai dengan Schlegel (1994), bahwa

semakin banyak ragi yang ditambahkan akan berbanding lurus dengan peningkatan etanol yang dihasilkan. Menurut Moeksin dan Fransica (2010) menambahkan bahwa jika konsentrasi ragi yang diberikan kurang dibandingkan jumlah nutrisi yang tersedia, maka akan menurunkan kecepatan fermentasi karena sedikitnya massa yang mengubah gula menjadi etanol. Menurut Setyohadi (2006) *Saccharomyces cerevisiae* menghasilkan enzim zimase dan intervase, dalam hal ini penambahan konsentrasi ragi juga akan menambah konsentrasi enzim yang dihasilkan. Penelitian variasi ragi ini juga telah dilakukan oleh Hikmah *dkk* (2019) yang menggunakan variasi ragi 4 gram, 8 gram dan 12 gram yang menghasilkan kadar etanol berturut-turut yaitu 0,015%, 0,006% dan 0,017%. Penelitian ini menguatkan bahwa semakin banyak ragi roti yang ditambahkan maka etanol yang dihasilkan juga semakin meningkat.

Berdasarkan Gambar 4.1 (halaman 41) menghasilkan peningkatan kadar bioetanol pada penambahan urea sebanyak 0,2 gram. Menurut Lingga (2004), urea mengandung unsur nitrogen mencapai 46%. Nitrogen adalah unsur nutrisi penting dalam metabolisme khamir. Saat proses metabolisme, nutrien akan diubah menjadi materi sel, energi dan produk buangan (Hidayat *dkk*, 2006). Menurut Gandjar *dkk* (2006) menambahkan bahwa urea bagi sebagian besar fungi mampu dihidrolisis menjadi ammonium dan CO₂ melalui peran enzim urease. *Saccharomyces cerevisiae* yang tidak mempunyai enzim ini akan menggunakan enzim amidohidrolase yang mampu mengkarboksilasi urea menjadi alofanat. Setelahnya alofanat diubah menjadi ammonium melalui proses dihidrolisis dengan enzim alofanat hidrolase. Ammonium kemudian diasimilasi oleh khamir untuk membentuk massa sel. Peningkatan massa sel ini menjadikan *Saccharomyces*

cerevisiae menghasilkan lebih banyak enzim zimase dan intervasse untuk optimalisasi pembentukan etanol.

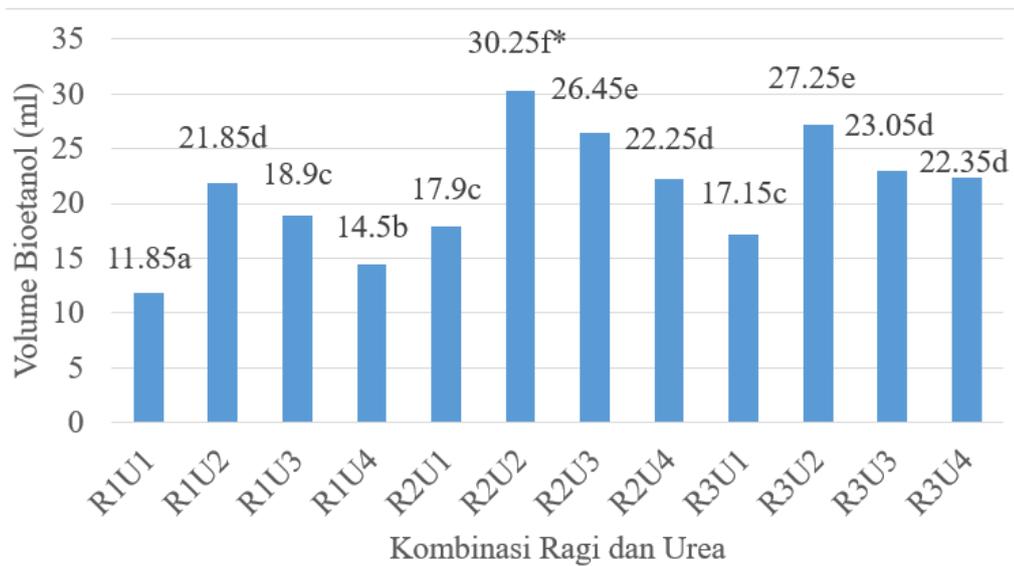
Selanjutnya terdapat penurunan kadar etanol. Pada konsentrasi ragi 4 gram mulai terjadi penurunan kadar etanol pada penambahan urea 0,4 gram sebesar 6,20% lalu berlanjut pada penambahan urea 0,6 gram menjadi 5,60%. Pada konsentrasi ragi 8 gram terjadi penurunan kadar etanol pada penambahan konsentrasi urea 0,4 gram sebesar 5,75% berlanjut pada penambahan urea 0,6 gram menjadi 5,55%. Pada konsentrasi ragi 12 gram terjadi penurunan kadar etanol berturut-turut pada penambahan ragi 0,2 gram, 0,4 gram dan 0,6 gram yakni sebesar 5,50%, 4,15% dan 3,90%. Penurunan rata-rata kadar etanol pada fermentasi limbah buah pisang terjadi karena beberapa faktor. Menurut Sholikhah (2010) menyatakan bahwa penurunan produksi etanol disebabkan karena mikroorganisme penghasil bioetanol telah mencapai fase kematian. Selain itu, etanol yang telah dihasilkan akan teroksidasi menjadi asam asetat. Faktor lainnya menurut Gafiera, *dkk* (2019) bahwa terlalu banyak urea yang diberikan saat fermentasi bioetanol dapat menyebabkan denaturasi protein sel *Saccharomyces cerevisiae* atau terpecahnya ikatan hidrogen, interaksi hidrofobik, ikatan gram dan terbukanya lipatan molekul protein. Selain itu urea yang berlebih dapat membentuk NH_3N yang bersifat racun bagi pertumbuhan khamir sehingga menurunkan bioetanol yang dihasilkan. Menurut Sari *et al.* (2008) menyatakan bahwa kadar etanol yang dihasilkan saat fermentasi akan berkurang karena dikonversi menjadi senyawa lain. Menurut Sahriani, *dkk* (2016) menambahkan bahwa semakin lama waktu fermentasi maka etanol yang dihasilkan akan teroksidasi menjadi asam asetat. Faktor lain penyebab penurunan kadar bioetanol adalah diduga karena *Saccharomyces cerevisiae* telah

mati akibat penambahan konsentrasi urea. Menurut Gafiera, *dkk* (2019) bahwa terlalu banyak urea yang diberikan saat fermentasi bioetanol dapat menyebabkan denaturasi protein sel *Saccharomyces cerevisiae* atau terpecahnya ikatan hidrogen, interaksi hidrofobik, ikatan garam dan terbukanya lipatan molekul protein. Selain itu urea yang berlebih dapat membentuk NH_3N yang bersifat racun bagi pertumbuhan khamir sehingga menurunkan bioetanol yang dihasilkan.

Penelitian yang sama juga dilakukan oleh Sahriani, *dkk* (2016) yang melakukan penambahan urea pada fermentasi bioetanol dari kulit pisang kepok dengan konsentrasi urea 0,5% (b/v), 1% (b/v) dan 1,5% (b/v) yang menunjukkan peningkatan kadar bioetanol di hari ke-3 dan ke-5 fermentasi berturut-turut sebesar; 2,717% menjadi 21,409% ; 7,958% menjadi 16,806% dan 3,664% menjadi 22,439%. Namun pada hari ke-7 terjadi penurunan yang drastis pada hari ke-7, berturut-turut sebesar 11,716%; 0,79% dan 15,747%.

4.2 Pengaruh Kombinasi Konsentrasi Ragi dan Urea terhadap Volume Bioetanol

Hasil ANOVA (Lampiran 2) menunjukkan bahwa nilai signifikansi 0,00 ($p > 0,05$) yang berarti terdapat pengaruh kombinasi konsentrasi ragi dan urea terhadap volume fermentasi bioetanol pada limbah buah pisang. Selanjutnya dilakukan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf 5% untuk mengetahui perlakuan terbaik. Adapun hasil uji lanjut tersaji dalam diagram pada gambar 4.2:



Gambar 4. 2 Diagram Pengaruh Kombinasi Konsentrasi Ragi dan Urea Terhadap Volume Etanol Limbah Buah Pisang

Gambar 4.2 menunjukkan rata-rata volume etanol tertinggi dari kombinasi antara konsentrasi ragi 8 gram dan konsentrasi urea 0,2 gram sebesar 30,25 ml. Sedangkan untuk rata-rata volume etanol terendah dihasilkan dari kombinasi antara konsentrasi ragi roti 4 gram dan konsentrasi urea 0 gram sebesar 11,85 ml. Perlakuan ini memiliki notasi yang berbeda dari perlakuan lainnya yang menunjukkan adanya perbedaan nyata.

Peningkatan ini menunjukkan adanya optimalisasi mengkonversi gula menjadi etanol selama proses fermentasi. Menurut Riadi (2007), metabolit sekunder etanol diproduksi selama fase akhir log dan fase stasioner. Hal ini menjadikan *Saccharomyces cerevisiae* mampu optimal mengkonversi substrat menjadi etanol. Menurut Moeksin dan Fransica (2010) bahwa jika konsentrasi ragi yang diberikan kurang dibandingkan jumlah nutrisi yang tersedia, maka akan menurunkan kecepatan fermentasi karena sedikitnya massa yang mengubah gula menjadi etanol. Penelitian ini menggunakan ragi roti yang terdiri dari sel-sel *Saccharomyces*

cerevisiae dan mampu menghasilkan enzim zimase dan intervase (Setyohadi, 2006). Enzim ini menurut Senuptra (2000) merupakan enzim penting ekstraselluler dari *Saccharomyces cerevisiae* yang berperan mengubah sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa. Awalurrizki dan Putra (2009), menambahkan bahwa enzim zimase diambil dari ekstrak kasar ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*). Hammad (2008); Judoamidjojo *et al.* (1992), juga menambahkan bahwa *Saccharomyces cerevisiae* mampu menghasilkan etanol melalui proses fermentasi gula. Gula akan diubah dalam bentuk sederhana oleh enzim zimase kemudian dikonversi menjadi etanol oleh enzim intervase. Hal ini sesuai dengan penelitian, jumlah etanol yang dihasilkan meningkat seiring dengan penambahan konsentrasi ragi hingga tingkat tertentu. Sedangkan urea merupakan sumber unsur nitrogen. Menurut Hidayat dkk (2006) bahwa nitrogen adalah unsur nutrisi penting dalam metabolisme khamir. Saat proses metabolisme, nutrien akan diubah menjadi materi sel, energi dan produk buangan. Nitrogen yang terkandung dalam urea, umumnya meningkatkan kadar biotanol yang dihasilkan pada fermentasi oleh mikroorganisme.

Selanjutnya terdapat penurunan volume etanol. Pada konsentrasi ragi 4 gram mulai terjadi penurunan volume etanol pada penambahan urea 0,4 gram sebesar 18,90 ml lalu berlanjut pada penambahan urea 0,6 gram menjadi 14,50 ml. Pada konsentrasi ragi 8 gram terjadi penurunan volume etanol pada penambahan konsentrasi urea 0,4 gram sebesar 26,45 ml berlanjut pada penambahan urea 0,6 gram menjadi 22,25 ml. Pada konsentrasi ragi 12 gram terjadi penurunan volume etanol berturut-turut pada penambahan ragi 0,4 gram, dan 0,6 gram yakni sebesar 23,05 ml dan 22,35 ml. Penurunan rata-rata volume bioetanol pada fermentasi limbah buah pisang terjadi karena beberapa faktor. Menurut Sholikhah (2010)

menyatakan bahwa penurunan produksi etanol disebabkan karena mikroorganisme penghasil bioetanol telah mencapai fase kematian. Selain itu, etanol yang telah dihasilkan akan teroksidasi menjadi asam asetat. Faktor lainnya menurut Gafiera, *dkk* (2019) bahwa terlalu banyak urea yang diberikan saat fermentasi bioetanol dapat menyebabkan denaturasi protein sel *Saccharomyces cerevisiae* atau terpecahnya ikatan hidrogen, interaksi hidrofobik, ikatan garam dan terbukanya lipatan molekul protein. Selain itu urea yang berlebih dapat membentuk NH_3N yang bersifat racun bagi pertumbuhan khamir sehingga menurunkan bioetanol yang dihasilkan.

Penelitian konsentrasi urea pada fermentasi bioetanol juga dilakukan oleh Sahriani, *dkk* (2016) yang melakukan penambahan urea pada fermentasi bioetanol dari kulit pisang kepok dengan konsentrasi urea 0,5% (b/v), 1% (b/v) dan 1,5% (b/v) yang menunjukkan peningkatan kadar bioetanol di hari ke-3 dan ke-5 fermentasi berturut-turut sebesar; 2,717% menjadi 21,409% ; 7,958% menjadi 16,806% dan 3,664% menjadi 22,439%. Namun pada hari ke-7 terjadi penurunan yang drastis pada hari ke-7, berturut-turut sebesar 11,716%; 0,79% dan 15,747%.

4.3 Fermentasi Limbah Buah sebagai Bioetanol dalam Perspektif Islam

Limbah yang berlimpah ditengah masyarakat dapat berakibat buruk bagi lingkungan. Hal ini disebabkan oleh manusia itu sendiri, Allah SWT telah berfirman dalam Q.S Al-A'raf [7]: 51 yang berbunyi:

الَّذِينَ اتَّخَذُوا دِينَهُمْ لَهْوًا وَلَعِبًا وَغَرَّتْهُمُ الْحَيَاةُ الدُّنْيَا فَالْيَوْمَ نَنسِفُهُمْ كَمَا نَسُوا لِقَاءَ يَوْمِهِمْ هَذَا وَمَا كَانُوا بِآيَاتِنَا
يَجْحَدُونَ ٥١

Artinya:

“Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi sesudah (Allah) memperbaikinya dan Berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik”

Ayat diatas menjelaskan bahwa Allah melarang manusia menimbulkan kerusakan dan perbuatan-perbuatan yang merusak lingkungan karena akan mengganggu kelestarian (Ad-Dimasyqi, 2004). Berdasarkan hal ini pemanfaatan limbah buah pisang adalah bagian dari menjaga lingkungan dengan mengurangi limbah yang ada.

Selanjutnya, Allah SWT memerintahkan umatnya untuk mensyukuri segala nikmat danciptaan-Nya dan mengambil manfaat segala yang diciptakan-Nya dilangit dan bumi untuk kebermanfaatan umat manusia. Limbah buah pisang sebagai bahan pembuatan bioetanol adalah salah satu cara mensyukuri dan mengambil manfaat dari perintah-Nya dalam Al-Qur’an.

Penelitian ini berupaya mengambil manfaat dari limbah buah pisang yang berakibat buruk bagi kesehatan dan lingkungan masyarakat dengan cara mengolahnya menjadi produk bahan bakar bioetanol. Hal ini sesuai dengan penerapan firman Allah SWT dalam Q.S. Shaad [38]: 27, yang berbunyi:

وَمَا خَلَقْنَا السَّمَاءَ وَالْأَرْضَ وَمَا بَيْنَهُمَا بَاطِلًا ذَلِكَ ظَنَّ الَّذِينَ كَفَرُوا فَوَيْلٌ لِلَّذِينَ كَفَرُوا مِنَ النَّارِ ۗ ٢٧

Artinya:

“Dan Kami tidak menciptakan langit dan bumi dan apa yang ada diantara keduanya dengan sia-sia. Itu anggapan orang-orang kafir, maka celakalah orang-orang kafir itu karena mereka akan masuk neraka.”

Menurut Tafsir Jalalain dalam Jalaludin (2010), makna (*باطلاً*) “*sia-sia*”. Maksud kata *sia-sia* adalah, Allah SWT tidak akan menciptakan sesuatu di bumi ini tanpa manfaat seperti buah pisang. Buah pisang yang secara alami akan membusuk dan menjadi limbah dengan akal pikiran yang diberikan kepada manusia untuk mencari nilai kebermanfaatannya limbah buah pisang. Limbah ini memiliki kandungan glukosa cukup tinggi sehingga memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan bioetanol.

Menurut Budiyanto (2004), etanol mempunyai beragam manfaat seperti bahan pembuatan senyawa organik seperti asam asetat, ester, dan sebagai bahan antikoagulan. Selain itu etanol juga dapat dimanfaatkan sebagai pelarut minyak wangi dan dibidang industri dapat dimanfaatkan untuk bahan bakar pembangkit listrik, obat-obatan dan pelarut bahan kimia.

Pemanfaatan limbah buah pisang menjadi bioetanol harus melalui proses fermentasi. Fermentasi dilakukan dengan memanfaatkan ragi roti yang terdapat *Saccharomyces cerevisiae* yang berperan mengubah glukosa menjadi etanol. Berdasarkan hal ini, Allah telah memberi petunjuk dalam Q.S. An Nahl ayat 67:

وَمِنْ ثَمَرَاتِ النَّخِيلِ وَالْأَعْنَابِ تَتَّخِذُونَ مِنْهُ سَكَرًا وَرِزْقًا حَسَنًا إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ ٦٧

Artinya:

“Dan dari buah korma dan anggur, kamu buat minuman yang memabukkan dan rezki yang baik. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda (kebesaran Allah) bagi orang yang memikirkan”

Ayat diatas menjelaskan bahwa minuman yang memabukkan diperoleh melalui proses fermentasi. Riski yang baik ialah memanfaatkan proses fermentasi untuk meningkatkan nilai jual seperti fermentasi pembuatan cuka, tapai dan produk lainnya yang dimanfaatkan sesuai ajaran agama islam (Razi, 1985). Termasuk dalam hal ini fermentasi bioetanol dari limbah buah pisang.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian disertai literature sebagai pendukung, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Kombinasi konsentrasi ragi dan penambahan urea berpengaruh nyata terhadap kadar bioetanol yang diperoleh kadar rata-rata tertinggi sebesar 7,80% dari kombinasi penambahan konsentrasi ragi 8 gram dan urea 0,2 gram. dan tidak berpengaruh nyata pada volume bioetanol.
2. Konsentrasi ragi yang berpengaruh terhadap volume dan kadar bioetanol yaitu pada konsentrasi ragi 8 gram yang menunjukkan adanya peningkatan volume dan kadar bioetanol.
3. Konsentrasi urea yang berpengaruh terhadap volume dan kadar bioetanol yaitu pada konsentrasi urea 0,2 gram yang menunjukkan adanya peningkatan volume dan kadar bioetanol.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan perlakuan variasi substrat limbah buah.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul, Ghoffar M. 2004. *Tafsir Ibnu Katsir*, Bogor: Pustaka Imam Asy-Syafi'i
- Abercrombie, M., Hickman, M., Jhonson, M.L. dan Thain, M. 1993. *Kamus Lengkap Biologi*. Penerjemah: T. Siti Sutarmi dan Nawangsari Sugiri. Jakarta: Erlangga.
- Ad-Dimasyqi, Ibnu K. 2004. *Tafsir Ibnu Katsir*. Jakarta: Pustaka Asy-Safi'i.
- Adams, R., Jhonson, R., Charles, F. dan Wilcox, J.R. 1969. *Laboratory Experiment in Organic Chemistry*. Fifth Edition. London: The Macmillan Company.
- Ambarita, Kurniawan. A. Kusnadi. 2015. Identifikasi Karakter Morfologis Pisang (*Musa. Spp.*) di Kabupaten Deli Serdang. *Jurnal Agroekoteknologi*. E-ISSN No. 2337-6597 Vol.4. No.1
- An Overview. *Journal of Scientific & Industrial Research Vol. 69*. p. 323-329.
- Anon, 2006 Etanol (C₂H₅OH) merupakan cairan yang tidak memiliki warna, bersifat *biodegradable*,
- Ashari. 1995. *Hortikultura Aspek Budaya*. Universitas Indonesia Press
- Awalurrizki, N. dan S.R. Putra. 2009. Hidrolisis Sukrosa dengan Enzim Invertase untuk Produksi Etanol Menggunakan *Zymomonas mobilis*. Prosiding KIMIA FMIPA. Surabaya: ITS
- Azizah, N. Al-Baarri, A, N. Mulyani, S. 2012. Peengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol, pH dan Produksi Gas pada Proses Fermentasi Bioetanol dari Whey dengan Substitusi Kulit Nanas. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. Vol. 1 No. 2
- Badan Pusat Statistik. 2019. *Produksi Buah-buahan*. Badan Pusat Statistik Jawa Timur.
- Berry, D.R. 1988. *Physiology of industrial fungi*. London: Blackwell scientific publications.
- Bhavan, M dan Marg, B.S.Z. 2005. *Drinking Water — Specification*. Bureau Of Indian Standards.
- Boedoyo, M. S. Sugiyono, A. 2000. *Optimalisasi Suplai Energi dalam Memenuhi Kebutuhan Tenaga Listrik*. Jakarta: BPPT
- Budiyanto, M.A.K. 2004. *Mikrobiologi Terapan*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- Campbell, N.A., Jane, B.R. dan Lawrence, G.M. 2002. *Biologi*. Jilid 1. Jakarta: Erlangga

- Chandel, A.K., Chan., Rudravaram, Narasu, L.V., Rao, dan Ravindra. 2007. Economics and Environmental impact of Bioetanol Production Technologies :An Appraisal. *Biotechnology and Molecular Biology Review*. Vol. 2 (1): 1432.
- Cronquist, A.1981. *An Integrated System Of Classification Of Flowering Plants*. New York: Columbia University.
- Dewan Energi Nasional Republik Indonesia. 2014. Laporan Dewan Energi Nasional. Jakarta
- Dinas Kebersihan Kota Malang. 2013. Pengelolaan sampah di Kota Malang. Kota Malang
- Direktorat Jenderal Bina Produksi Hortikultura. 2003. *Vademekum Pisang*. Jakarta: Direktorat Tanaman Buah.
- Djien. K. S. 1972. Tape Fermentation. *Applied Microbiology*, 23(5): 976-978.
- Dwidjoseputro, D. 2005. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Djembatan
- Dwidjoseputro, D., & F. T. Wolf. 1970. Microbiological studies of Indonesian fermented food stuffs. *Mycopathol. Mycol. Appl.* 41: 211-222.
- Fakhri, J. 2010. Sains dan Teknologi dalam Al-Qur'an dan Implikasinya dalam Pembelajaran. *TA'DIB*. 15 (1).
- Fardiaz. 1996. *Mikrobiologi Pangan*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Febriana Ida, *dkk.* 2018. Pengaruh Konsentrasi Ragi Roti (*Saccharomyces Cereviseae*) Dan Lama Fermentasi Dalam Pembuatan Bioetanol Menggunakan Kulit Pisang. *Distilasi*. Vol. 3 No. 1. Hal. 1-7
- Gafiera, Illiya N., Swetachattra, Fara P., Hardjono, Hardjono. 2019. Pengaruh Penambahan Nutrisi Urea Dalam Pembuatan Bioetanol Dari Kulit Pisang Kepok Dengan Proses Fermentasi. *Politeknik Negeri Malang*
- Gandjar, I., Wellyzar, S. dan Ariyanti, O. 2006. *Mikologi, Dasar dan Terapan*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia
- Gunam, I. B. W., Aryanta, W. R., dan Darma, I. B. N. S. 2011. Produksi Selulase Kasar dari Kapang *Trichoderma viride* dengan Perlakuan Konsentrasi Substrat Ampas Tebu dan Lama Fermentasi. *Jurnal Biologi*. XV (2): 29-33.
- Gusmailina dan Komarayati, Sri. 2010. Prospek Bioetanol sebagai Pengganti Minyak Tanah. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor
- Hammad, M. S. H. 2008. *Biomass Production of Saccharomyces cerevisiae (Baker's Yeast) Using The Cactus Cladodes Extract As A Culture Medium*. Gaza: Departement of Biological Sciences Faculty of Science Islamic University Gaza.

- Hardadi, Rachmad. 2015. Kondisi Pasokan dan Permintaan BBM di Indonesia dan Upaya Pertamina dalam Pemenuhan Kebutuhan BBM Nasional. Jakarta: PT. Pertamina (PERSERO)
- Hasanah, H., S. Zaenab dan A. Rofieq. 2012. Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Kadar Alkohol Tape Singkong (*Manihot utilissima*. Pohl). *Alchemy*. 2(1). 68-79
- Hidayat, N., Padaga, M.C. dan Suhartini, S. 2006. *Mikrobiologi Industri*. Yogyakarta: Andi
- Hikmah, H. N. F., Muhammad. N. dan Meilana. D. P. 2019. Bioetanol Hasil Fermentasi Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca*) dengan Variasi Ragi Melalui Hidrolisis Asam Sulfat. *EnviroScienteeae*. 15(2).
- Ingram, L.O. and J.B. Doran. 1995. Conversion of cellulosic materials to ethanol. *FEMS Microbiol. Review*. 16: 235–241.
- IOM (Institute of Medicine).2005. *Dietary Reference Intake for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids. A Report of the Panel on Macronutrients, Subcommittees on Upper Reference Levels of Nutrients and Interpretation and Uses of Dietary Reference Intakes, and the Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes*. National Academies Press, Washington, DC.
- Jalaludin, I. 2010. Tafsir Jalalain Edisi Indonesia. Surabaya: Pustaka eLBA.
- Jhonprimen H.S., Andreas Turnip dan M, Hatta Dahlan. 2012. Pengaruh Massa Ragi, Jenis Ragi dan Waktu Fermentasi pada Bioetanol dari Biji Durian. *Jurnal Teknik Kimia*. No. 2 Vol. 18
- Judoamidjojo, M., A. A. Darwis, dan E. G. Sa'id. 1992. Teknologi Fermentasi. Edisi 1. Rajawali Press, Jakarta.
- Ketut, S. 2011. Isolation Study Of Efficient A - Cellulose From Waste Plant Stem *Manihot Esculenta* Crantz. *Jurnal Teknik Kimia*. 5(2) 434-438
- Kumalaningsih, S. 1993. Sistem Penanganan dan Pengolahan Pisang Segar Modern. Malang. Sekolah Tinggi Pertanian Tribuana
- Kusnadi, A.S. dan Yusuf, H.A.S. 2009. *Pemanfaatan Sampah Organik Sebagai Bahan Baku Produksi Bioetanol Sebagai Energi Alternatif*. Laporan Penelitian Strategis Nasional Tahun Anggaran 2009 (Energi Terbarukan). Bandung: Jurusan Biologi Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pendidikan Indonesia.
- Lin, Y. dan Tanaka, S. 2005. Ethanol Fermentation from Biomass Resource: Current State and Prospects. *Appl Microbiol Biotechno*, 69: 627-642.
- Lingga, P. 2004. Petunjuk Penggunaan Pupuk. Jakarta : Penebar Swadaya

- Lubad, Aziz Masykur, Widiastuti, Paramita. 2010. Program Nasional *Biofuel* dan Realitasnya di Indonesia. *Lembaran Publikasi Lemigas*. Vol. 44 No. 3.
- M. Quraish Shihab, *Tafsir al-Misbah*, Jakarta : Lentera Hati, 2005.
- MacDonald, T. G, Yowell. M, McCormack. And M, Bouvier. 2003. Bioethanol Supply Outlook for California. *California Energy Commission*. P. 1—27.
- Moeksin. R dan Fransica. S. 2010. Pembuatan Etanol dari Bengkuang dengan variasi Berat ragi, Waktu dan Jenis Ragi. *Jurnal Teknik Kimia*. 2(17): 25-30
- Mohapatra D., Mishra S., Sutar N. 2010. Banana and Its By-Product Utilisation :
- Munson, Bruce R., Donald F. Young, dan Theodore H. Okiishi. 2003. *Mekanika Fluida Edisi Keempat Jilid I*. Jakarta: Erlangga.
- Olson, Reuben M dan Steven J.Wright. 1993. *Dasar – Dasar Mekanika Fluida Teknik* . Jakarata : Gramedia Pustaka Utama
- Pelczar, M. J. dan Chan, E. C. S., 2005, “Dasar-dasar Mikrobiologi 1”, Alih bahasa: Hadioetomo, R. S., Imas, T., Tjitrosomo, S.S. dan Angka, S. L., UI Press, Jakarta
- Poedjiadi, Anna dan Titin Supriyanti. 2006. *Dasar-dasar Biokimia*. Jakarta: UI Press.
- Poedjiadi, Anna. 2012. *Dasar-dasar Biokimia*. Jakarta: UI Press.
- Prescott, Samuel G. And Cecil, G Dunn. 1959. *Industrial Microbiology*. New York: Third ed. McGraw-Hill Company.
- Priananda, Ciptian. 2011. Rancang Bangun Electrical System pada Speed Bump Pembangkit Daya. Skripsi. PENS – ITS Surabaya.
- Purwoko, Tjahjadi. 2007. *Fisiologi Mikroba*. Jakarta : Bumi Aksara
- Rahayu, P Winiati dan C.C Nurwitri. 2012. *Mikrobiologi Pangan*. IPB Press, Bogor.
- Ramlawati. Yunus, Siti Rahma. 2016. *Bab V Energi dan Kalor dalam Sistem Kehidupan*. Jakarta Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
- Raposo, S. 2009. Kinetic Modelling Of Bioethanol Production Using Agro-Industrial Byproducts. *International Journal Of Energy Environment*. Issue 1: 3
- Reddy, H.K.Y., Srijana, M., Madhusudhan, R.D dan Gopal, R. 2010. Coculture Fermentation of Banana agro-Waste to Ethanol by Cellulolytic *Thermophilic Clostridium thermocellum*. *African Journal of Biotechnology*, Vol. 9, No. 13: 1926-1934
- Rehm, H.J & Reed, G. 1983. *Biotechnology Industrial Microbiology*. AVI Publishing Company Inc. Westport, Connecticut. vol 3. 390 hal.

- Riadi L. 2007. *Teknologi Fermentasi*. Yogyakarta (ID): Graha Ilmu Pr
- Sahriani, A., Rudi, K., dan Bohari, Y. 2016. Analisis Variasi Nutrisi Ammonium dan Urea dalam Pembuatan Bioetanol Dari Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca*. L) dengan Hidrolisis Enzimatik dan Fermentasi Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. *Jurnal Atomik*. 01(2) hal 65-70.
- Salsabila, U., Mardiana, D., Indahyanti, E. 2013. Kinetika Reaksi Fermentasi Glukosa Hasil Hidrolisis Pati Biji Durian Menjadi Etanol. *Student Journal*. 2(1). 331-336
- Sari, I. M., Noverita dan Yulneriwarni. 2008. Pemanfaatan Jerami Padi dan Alang-alang dalam Fermentasi Etanol Menggunakan Kapang *Trichoderma viride* dan Khamir *Saccharomyces cerevisiae*. *Vis Vitalis*. 5(2): 55-62.
- Schlegel, H. G. 1994. *Mikrobiologi U Kimia dan Proses*. Jurusan teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri. Surabaya: UPN.
- Seftian, Dedy, Antonius, Ferdinand, Faizal, M. 2012. Pembuatan Etanol dari Kulit Pisang Menggunakan Metode Hidrolisis Enzimatik dan Fermentasi. *Jurnal Teknik Kimia*. Vol. 18 No. 1
- Sengupt, S., Jana, M. L., Sengubta, D., dan Naskar, A. K. 2000. A note on the estimation of microbial glycosidase activities by dinitrosalicylic acid reagent. *Appl. Microbial. Bioetanol*, 53: 732-735.
- Setyohadi. 2006. *Proses Mikrobiologi Pangan (proses kerusakan dan pengolahan)*. Medan: USU Press.
- Sholikhah, Siti Mar'atus. 2010. Kajian Kadar Etanol Air Nira Siwalan dan Asam Asetat dalam Cairan Nira Siwalan (*Borassus flebellifer* L) Menggunakan Metode Kromatografi Gas (GC). *Skripsi*. Jurusan Kimia UIN Maliki Malang.
- Stanbury, P.F and Whitaker, A. 1984. *Principles of Fermentation Technology* Pergamon Press. New York
- Sudiyani, Y., S. Aiman, D. Mansur. 2019. *Perkembangan Bioetanol G2: Teknologi dan Perspektif*. Jakarta: LIPI Press.
- Tjitrosoepomo, Gembong. 2009. *Morfologi Tumbuhan*. Yogyakarta Gadjah Mada University Press.
- Trismilah dan Sumaryanto. 2005. Pengaruh Kadar Nitrogen dalam Media pada Pembuatan Protease Menggunakan *Bacillus Megaterium* Dsm 319. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, Vol. 3, No. 1: 9-12.
- Walisiejiz, Marek. 2003. *Energi Alternatif*. Jakarta: Erlangga.
- Wilar, G., W. Indriyati, dan A. Subarnas. 2014. Pemanfaatan dan pengolahan limbah kulit pisang menjadi permen kulit Pisang yang berkhasiat antidepresi dalam upaya pemberdayaan kesehatan dan perekonomian masyarakat desa di

Kecamatan Karang Tengah Kabupaten Cianjur. Dharmakarya Jurnal Aplikasi Ipteks untuk Masyarakat 3: 5- 8

Wirahadikusumah, Muhamad. 1985. *Biokimia: Metabolisme energi, Karbohidrat dan Lipid*. Bandung: ITB

Wonorahardjo, Surjani. 2013. *Metode-Metode Pemisahan Kimia*. Jakarta: Akademia Permata.

Wusnah, Bahri, S., dan Hartono, D., 2016, Proses Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang Kepok (*Musa Acuminata* B.C) secara Fermentasi. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, Vol.5, No. 1, hal. 57.

Yudiarto, M. Arif dan Djuma'ali. 2008. Menimbang Kelayakan Bioetanol Sebagai Pengganti Bensin. <http://www.kreatifenergi indonesia.co.id>. Diakses tanggal 29 Agustus 2021.

Zanin, G.M. C.C. Santana, E.P.S. Bon, R.C.L. Giordano, F.F. de Morais, S.R. Andrietta, C.C. de Carvalho Neto, I.C. Macedo, D.L. Fo, L.P. Ramos, and D.J. Fontana. 2000. Brazilian bioethanol program. *Appl. Biochem. Biotechnol.* 84-86.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Kadar Bioetanol

1. Data Hasil Kadar Bioetanol

Perlakuan		Nama Perlakuan	Ulangan		Total	Rata-rata (%)
Ragi	Urea		1	2		
4 gram	0 gram	R1U0	3,6	3,5	7.1	3.5
	0,2 gram	R1U1	6,8	7,5	14.3	7.1
	0,4 gram	R1U2	5,8	6,6	12.4	6.2
	0,6 gram	R1U3	5,5	5,7	11.1	5.6
8 gram	0 gram	R2U0	6,7	6,7	13.4	6.7
	0,2 gram	R2U1	7,9	7,7	15.7	7.8
	0,4 gram	R2U2	5,8	5,7	11.5	5.8
	0,6 gram	R2U3	5,5	5,6	11.1	5.6
12 gram	0 gram	R3U0	5,8	5,6	11.4	5.7
	0,2 gram	R3U1	5,4	5,6	11	5.5
	0,4 gram	R3U2	4,2	4,1	8.3	4.2
	0,6 gram	R3U3	3,8	4,0	7,8	3.9

2. Uji Analisis Varian Pengaruh Konsentrasi Ragi Roti (*Saccharomyces cerevisiae*) dan Urea terhadap Kadar Bioetanol

ANOVA						
		Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
kadar_bioetanol	Between Groups	36,085	11	3,280	57,467	,000
	Within Groups	,685	12	,057		
	Total	36,770	23			

Pengaruh Kombinasi Konsentrasi Ragi Roti (*Saccharomyces cerevisiae*) dan Urea terhadap Kadar Bioetanol

Duncan^a

		Subset for alpha = 0.05						
urea_ragiN		1	2	3	4	5	6	7
R1U1	2	3,5500						
R3U4	2	3,9000	3,9000					
R3U3	2		4,1500					
R3U2	2			5,5000				
R2U4	2			5,5500				
R1U4	2			5,6000				
R3U1	2			5,7000	5,7000			
R2U3	2			5,7500	5,7500			
R1U3	2				6,2000	6,2000		
R2U1	2					6,7000	6,7000	
R1U2	2						7,1500	
R2U2	2							7,8000
Sig.		,169	,316	,357	,069	,058	,084	1,000

Lampiran 2 Volume Bioetanol

1. Data Hasil Volume Bioetanol

Perlakuan		Nama Perlakuan	Ulangan		Total	Rata-rata (ml)
Ragi	Urea		1	2		
4 gram	0 gram	R1U0	11.5	12.2	23.7	11.9
	0,2 gram	R1U1	21.2	22.5	43.7	21.9
	0,4 gram	R1U2	18.6	19.2	37.8	18.9
	0,6 gram	R1U3	14.2	14.8	29	14.5
8 gram	0 gram	R2U0	18.5	17.3	35.8	17.9
	0,2 gram	R2U1	31.2	29.3	60.5	30.3
	0,4 gram	R2U2	27.7	25.2	52.9	26.5
	0,6 gram	R2U3	21.6	22.9	44.5	22.3
12 gram	0 gram	R3U0	17.9	16.4	34.3	17.2
	0,2 gram	R3U1	27.7	26.8	54.5	27.3
	0,4 gram	R3U2	24.3	21.8	46.1	23.1
	0,6 gram	R3U3	23.4	21.3	44.7	22.4

2. Uji Analisis Varian Pengaruh Konsentrasi Ragi Roti (*Saccharomyces cerevisiae*) dan Urea terhadap Volume Bioetanol

ANOVA

		Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
volume_bioetanol	Between Groups	634,395	11	57,672	46,745	,000
	Within Groups	14,805	12	1,234		
	Total	649,200	23			

Pengaruh Kombinasi Konsentrasi Ragi Roti (*Saccharomyces cerevisiae*) dan Urea terhadap Volume Bioetanol

Duncan^a

		Subset for alpha = 0.05					
urea_ragi	N	1	2	3	4	5	6
R1U1	2	11,8500					
R1U4	2		14,5000				
R3U1	2			17,1500			
R2U1	2			17,9000			
R1U3	2			18,9000			
R1U2	2				21,8500		
R2U4	2				22,2500		
R3U4	2				22,3500		
R3U3	2				23,0500		
R2U3	2					26,4500	
R3U2	2					27,2500	
R2U2	2						30,2500
Sig.		1,000	1,000	,159	,336	,485	1,000

Lampiran 3 Foto Penelitian



Proses Pengambilan Limbah Buah Pisang



Timbangan Analitik



Penghalusan Sampel



Proses Fermentasi



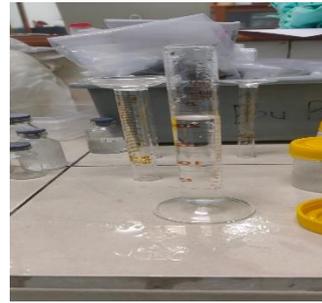
Sampel Hasil Fermentasi



Piknometer 10 ml



Penimbangan Sampel



Pengukuran Sampel



Destilasi

Lampiran 4 Bukti Konsultasi Pembimbing Biologi



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
JURUSAN BIOLOGI
Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp/ Faks. (0341) 558933

KARTU KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Edy Pangestu
NIM : 15620051
Program Studi : Biologi
Semester : Genap T.A 2022
Pembimbing : Ir. Liliek Harianie AR., M. P
Judul Skripsi : **Pengaruh Konsentrasi Ragi Roti (*Saccharomyces cerevisiae*) Dan Urea Terhadap Kadar Dan Volume Bioetanol Substrat Kulit Buah Pisang**

NO.	TANGGAL	URAIAN KONSULTASI	TTD PEMBIMBING
1.	23/01/2022	Konsultasi BAB I	
2.	10/2/2022	Konsultasi BAB I	
3.	02/06/2022	Konsultasi BAB II	
4.	06/06/2022	Konsultasi BAB III	
5.	07/06/2022	Konsultasi BAB IV	
6.	07/06/2022	Konsultasi BAB IV dan V	
7.	07/06/2022	Revisi BAB IV	
8.	21/06/2022	Revisi BAB IV	
9.	23/06/2022	Revisi BAB IV	
10.	24/06/2022	ACC Skripsi	

Pembimbing Skripsi,

Ir. Liliek Harianie AR., M. P
NIP. 19620901 199803 2 001



Malang, 24 Juni 2022

Ketua Program Studi,

Dr. Erika Sandi Savitri, M.P
NIP. 19741018 200312 2 002

Lampiran 5 Bukti Konsultasi Pembimbing Agama



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
JURUSAN BIOLOGI
Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp./ Faks. (0341) 558933

KARTU KONSULTASI AGAMA SKRIPSI

Nama : Edy Pangestu
NIM : 15620051
Program Studi : Biologi
Semester : Genap T.A 2022
Pembimbing : Dr. H. Ahmad Barizi, M. A
Judul Skripsi : **Pengaruh Konsentrasi Ragi Roti (*Saccharomyces cerevisiae*) Dan Urea Terhadap Kadar Dan Volume Bioetanol Substrat Kulit Buah Pisang**

NO.	TANGGAL	URAIAN KONSULTASI	TTD PEMBIMBING
1.	26/02/2022	Konsultasi integrasi ayat BAB I	
2.	08/06/2022	Konsultasi integrasi ayat II BAB IV	
3.	08/06/2022	ACC integrasi BAB I, II, III, dan IV	

Malang, 24 Juni 2022

Pembimbing Skripsi,

Dr. H. Ahmad Barizi, M. A
NIP. 19731212 199803 1 008

Ketua Program Studi,



Dr. Dyka Sandi Savitri, M.P
NIP. 19741018 200312 2 002

Lampiran 6 Bukti Cek Plagiasi



KEMENTERIAN AGAMA
 UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
 FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
JURUSAN BIOLOGI
 Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp / Faks (0341) 558933
 Website <http://biologi.uin-malang.ac.id> Email biologi@uin-malang.ac.id

Form Checklist Plagiasi

Nama : Edy Pangestu
 NIM : 15620051
 Judul Skripsi : Pengaruh Konsentrasi Ragl Roti (*Saccharomyces cerevisiae*) Dan Urea
 Terhadap Kadar Dan Volume Bioetanol Substrat Kulit Buah Pisang

No.	Tim Checkplagiasi	Skor Plagiasi	TTD
1.	Azizatur Rohmah, M.Sc		
2.	Berry Fakhry Hanifa, M.Sc		
3.	Bayu Agung Prahardika, M.Si	24%	

