



PRODUKSI BIOETANOL DARI BONGGOL PISANG DENGAN PENAMBAHAN BIJI NANGKA SEBAGAI SUBSTRAT

Sri Helianty¹, Zuqni Melda¹, Zamri Fadilah¹, Sri Rezeki Muria^{1*}, Rozanna Sri Irianty¹

¹Universitas Riau, Pekanbaru, Indonesia

*Email : sri.rezekimuria@lecturer.unri.ac.id

Abstract

Bioethanol is a type of bioenergy that can be used as an alternative fuel. One of the ingredients that can be used is banana stems and jackfruit seeds. Banana stems and jackfruit seeds are materials that contain considerable potential as basic ingredients for bioethanol based on the availability of certain components (starch and cellulose) they contain. The starch and cellulose content found in banana humps and jackfruit seeds can be converted into bioethanol through hydrolysis and fermentation processes. This research aims to synthesize bioethanol from banana humps and jackfruit seeds, determine the effect of the combination of a mixture of banana humps and jackfruit seeds on the concentration of glucose produced from the hydrolysis process and bioethanol produced from the fermentation process. This research began with pretreatment of raw materials (washing, cutting, drying) with variations in the components of banana humps and jackfruit seeds 100% : 0%, 75% : 25%, 50% : 50%, 25% : 75%, 0% : 100 % and variations in starch mass of 1%, 2%, 3%, 4% and 5%. Then the hydrolysis process uses H₂SO₄ for 1 hour at a temperature of 95°C-100°C. Then the hydrolysis results are fermented using *Saccharomyces Cerevisiae*. The fermentation process lasts for 24 hours, 48 hours, 72 hours, 96 hours and 120 hours. The research results showed that the largest concentration of bioethanol was obtained in the 50% : 50% component with a starch mass of 100 grams of 7% (v/v).

Keywords: banana humps; jackfruit seeds; *Saccharomyces cerevisiae*; hydrolysis; fermentation

Abstrak

Bioetanol merupakan salah satu bioenergi yang dapat dijadikan bahan bakar alternatif. Salah satu bahan yang dapat dimanfaatkan adalah bonggol pisang dan biji nangka. Bonggol pisang dan biji nangka merupakan salah satu bahan yang mengandung potensi yang cukup besar sebagai bahan dasar bioetanol berdasarkan ketersediaan komponen-komponen tertentu (pati dan selulosa) yang dikandungnya. Kandungan pati dan selulosa yang terdapat pada bonggol pisang dan biji nangka dapat diubah menjadi bioetanol melalui proses hidrolisis dan fermentasi. Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis bioetanol dari bonggol pisang dan biji nangka, menentukan pengaruh kombinasi campuran bonggol pisang dan biji nangka terhadap konsentrasi glukosa yang dihasilkan dari proses hidrolisis dan bioetanol yang dihasilkan dari proses fermentasi. Penelitian ini dimulai dengan pretreatment bahan baku (pencucian, pemotongan, pengeringan) dengan variasi komponen bonggol pisang dan biji nangka 100% : 0%, 75% : 25%, 50% : 50%, 25% : 75%, 0% : 100% serta variasi massa pati 1%, 2%, 3%, 4% dan 5%. Lalu proses hidrolisis menggunakan H₂SO₄ pada waktu 1 jam dengan suhu 95°C-100°C. Kemudian hasil hidrolisis difermentasi menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. Proses fermentasi berlangsung selama 24 jam, 48 jam, 72 jam, 96 jam dan 120 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi bioetanol terbesar diperoleh pada komponen 50% : 50% dengan massa pati 100 gram sebesar 7% (v/v).

Kata kunci: bonggol pisang; biji nangka; *Saccharomyces cerevisiae*; hidrolisis; fermentasi

1. PENDAHULUAN

Bioetanol merupakan salah satu sumber bahan bakar alternatif yang memiliki keunggulan mampu menurunkan emisi CO₂ [1]. Selain bisa menjadi pengganti BBM, bioetanol juga mampu sebagai *octane booster*, artinya mampu menaikkan nilai oktan dengan dampak positif terhadap efisiensi bahan bakar dan menyelamatkan mesin. Selain itu bioetanol adalah *oxygenating agent*, yakni mengandung oksigen sehingga menyempurnakan pembakaran dengan meminimalkan pencemaran udara [2].

Pembuatan bioetanol biasanya menggunakan proses fermentasi, dimana fermentasi adalah aktivitas penguraian gula (karbohidrat) menjadi senyawa etanol dengan melepaskan CO₂ dalam kondisi anaerob atau tanpa adanya oksigen dan umumnya menggunakan mikroba *Saccharomyces cerevisiae* [3]. Ada 3 kelompok tanaman yang bisa dijadikan sebagai sumber bioetanol : tanaman yang mengandung pati (singkong, kelapa sawit, tengkawang, kelapa, kapuk, jarak pagar, rambutan, sirsak, malapari, dan nyamplung, bergula (tetes tebu atau molase, nira aren, nira tebu, dan nira surgum manis) dan serat selulosa (batang sorgum, batang pisang, jerami, kayu, dan bagas) [4]. Potensi kandungan pati bonggol pisang cukup besar untuk dimanfaatkan sebagai alternatif bahan bakar bioetanol [5]. Bonggol pisang dalam 100 gram mengandung karbohidrat 11,6% [6], sedangkan biji nangka memiliki kandungan karbohidrat 36,7 gram [7].

Saccharomyces cerevisiae merupakan mikroba fakultatif aerob yang dapat dengan baik menggunakan sistem aerob maupun anaerob untuk memperoleh energi dari proses pemecahan glukosa, tahan terhadap kadar gula tinggi dan tetap aktif pada suhu 28-32°C [8]. selain berbentuk silindris, dengan ukuran sel 5-20µm, khamir ini bersifat non-patogenik dan non-toksik sehingga banyak digunakan dalam proses fermentasi [9]. Spektrofotometri merupakan suatu metode analisa kimia yang didasarkan pada pengukuran serapan relatif sinar monokromator oleh suatu lajur larutan dengan menggunakan prisma atau kisi difraksi sebagai monokromator dan detektor fotosel. Spektrofotometri yang sesuai untuk pengukuran di daerah spektrum ultraviolet dan sinar tampak terdiri atas suatu sistem optik dengan kemampuan gelombang 200-800nm [10]. Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi potensi yang terdapat pada bonggol pisang dan biji nangka agar meningkatkan nilai guna. Memberikan informasi kepada masyarakat tentang pemanfaatan limbah bonggol pisang dan biji nangka sebagai bahan bakar alternatif bioetanol.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bonggol pisang, biji nangka, ragi *Saccharomyces cerevisiae*, akuades, 1 gr/L KH₂PO₄, 0,05 gr/L MgSO₄.7H₂O dan 2 gr/L (NH₄)₂SO₄ serta reagen *Somogyi Nelson*.

2.2 Peralatan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah oven, *autoclave*, *shaker*, *rotary evaporator*, *hot plate*, timbangan analitik, *magnetic stirrer*, inkubator, *waterbath*, tabung reaksi, pompa vakum, gelas ukur, gelas kimia, labu ukur, Erlenmeyer, pipet tetes, corong, batang pengaduk, dan kertas saring, alat uji spektrofotometri UV-Vis dan refraktometer.

2.3 Cara Kerja

2.3.1 Pretreatment Bonggol Pisang dan Biji Nangka

Bonggol pisang dan biji nangka dibersihkan dan dicuci menggunakan air bersih untuk menghilangkan kotoran. Bonggol pisang dan biji nangka dipotong kecil-kecil dan dijemur di bawah sinar matahari selama 3 hari serta dikeringkan menggunakan oven hingga kadar air 10%. Bonggol pisang dan biji nangka yang sudah kering kemudian diblender hingga berbentuk bubuk.

2.3.2 Hidrolisis

Proses pengeringan substrat campuran bonggol pisang dan biji nangka menghasilkan pati, variable pati yang digunakan adalah 1%, 2%, 3%, 4% dan 5% jika dalam satuan gram menjadi 20gr, 40gr, 60gr, 80gr, dan 100gr. Masing-masing massa pati dicampur dengan akuades sebanyak 200mL dan ditambahkan katalis H_2SO_4 sebanyak 1:10. Campuran direbus selama 1 jam dengan suhu 95-100°C sambil diaduk

2.3.3 Pembuatan inokulum

Pembuatan inokulum dilakukan di dalam erlenmeyer menggunakan larutan hidrolisis yang telah diukur kadar glukosa awalnya. Kemudian larutan dihomogenkan terlebih dahulu dengan *shaker* dan disterilisasi dengan *autoclave* pada suhu 121°C selama 15 menit. Setelah itu, inokulum didinginkan hingga mencapai suhu ruangan. Setelah dingin, dilakukan penambahan ragi *Saccharomyces cerevisiae* sebanyak 7 gram/L dan penambahan nutrisi (1gr/L KH_2PO_4 , 0,05gr/L $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ dan 2gr/L $(NH_4)_2SO_4$) ke dalam larutan inokulum. Selanjutnya diinkubasi pada suhu ruang 24 jam.

2.3.4 Fermentasi

Proses fermentasi dilakukan dengan cara fermentasi cair. Larutan gula yang diperoleh dari proses hidrolisis difermentasi oleh *Saccharomyces cerevisiae* dengan volume fermentasi yang digunakan adalah sebanyak 2000 mL. Medium fermentasi (larutan hidrolisis) sebanyak 1800 mL (10% = 200 mL larutan hidrolisis digunakan untuk inokulum) dimasukan ke dalam fermentor dan ditambahkan nutrisi (1 gr/L KH_2PO_4 , 0,05 gr/l $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ dan 2 gr/L $(NH_4)_2SO_4$). Kemudian disterilisasi dengan autoclave pada suhu 121°C selama 15 menit. Selanjutnya larutan didinginkan hingga mencapai suhu ruang. Inokulum yang sudah di inkubasi dimasukan kedalam media fermentasi. Fermentasi dilakukan setiap hari selama 5 hari dengan kecepatan pengadukan 200 rpm. Pengambilan sampel dilakukan setiap hari menggunakan pipet volume pada waktu fermentasi selama 5 hari. Sampel hasil fermentasi dianalisa kadar glukosa sisa, analisa konsentrasi bioetanol, berat sel kering, temperatur dan dilakukan pengukuran pH.

2.3.5 Proses Pemisahan

Hasil fermentasi yang didapat kemudian diambil sebanyak 120 mL. Dari sampel yang sudah diambil tersebut, kemudian diambil kembali 100 mL dimana akan dipisahkan bioetanol dengan air menggunakan *rotary evaporator*.

2.3.6 Analisis Hasil

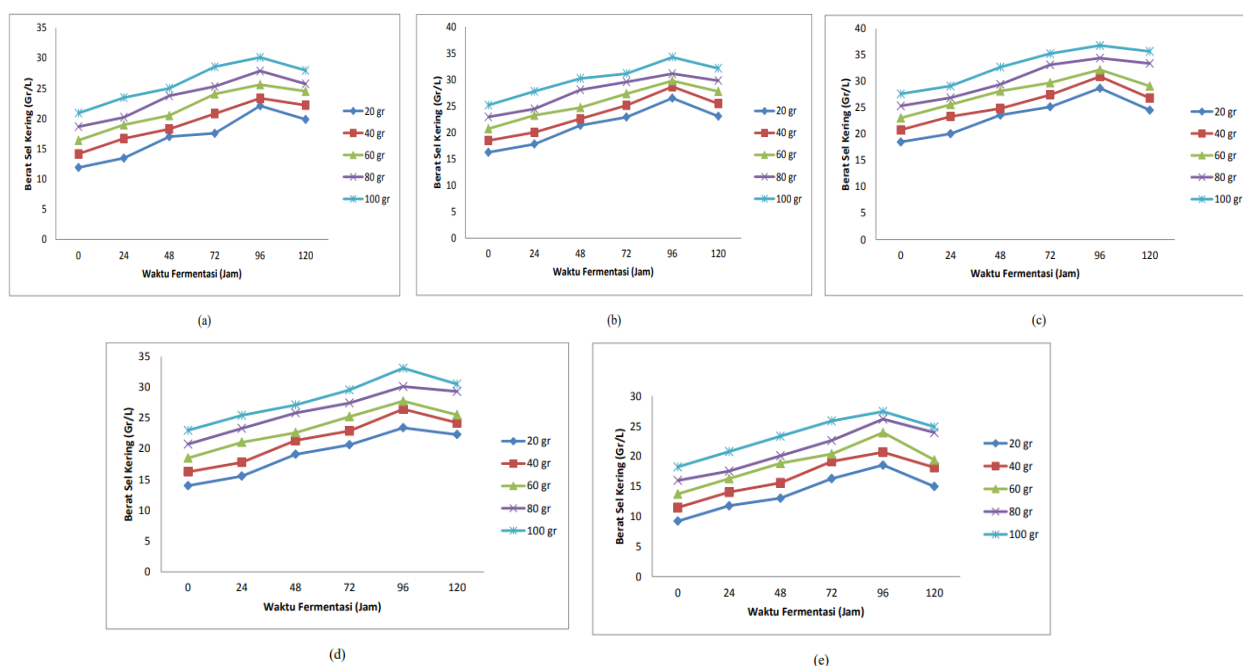
Pada penelitian ini parameter yang dianalisis yaitu konsentrasi bioetanol dan konsentrasi glukosa substrat. Konsentrasi glukosa substrat berupa kadar glukosa awal dan kadar glukosa sampel dianalisis dengan metode *Somogyi-Nelson* menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Pengukuran konsentrasi bioetanol akan dianalisis dengan menggunakan refraktometer, serta analisis berat keringnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini prosedur awal yang dilakukan adalah penghalusan bonggol pisang dan biji nangka, pembuatan inokulum dan penambahan nutrisi, setelah itu dilakukan produksi bioetanol dengan metode fermentasi, dimana penelitian ini dilakukan untuk menentukan pengaruh kombinasi campuran bonggol pisang dan biji nangka terhadap konsentrasi glukosa dan kadar bioetanol yang dihasilkan dengan variasi massa pati dan variasi persentase komponen substrat campuran. Proses hidrolisis menggunakan asam sulfat dan proses fermentasi dilakukan dengan penambahan *yeast Saccharomyces cerevisiae*. Konsentrasi bioetanol hasil fermentasi diukur dengan menggunakan refraktometer, sedangkan konsentrasi glukosa diuji menggunakan spektrofotometri UV-VIS.

3.1 Pengaruh Variasi Massa Pati dan Variasi Campuran Substrat Terhadap Berat Sel Kering

Di bawah ini merupakan kurva pertumbuhan dari *Saccharomyces cerevisiae* yang dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Kurva Pengaruh Variasi Massa Pati dan Variasi Campuran Substrat Terhadap Berat Sel Kering. (a) (100% BP: 0% BN), (b) (75% BP : 25% BN), (c) (50% BP : 50% BN), (d) (25% BP : 75% BN), (e) (0% BP : 100% BN)[1]

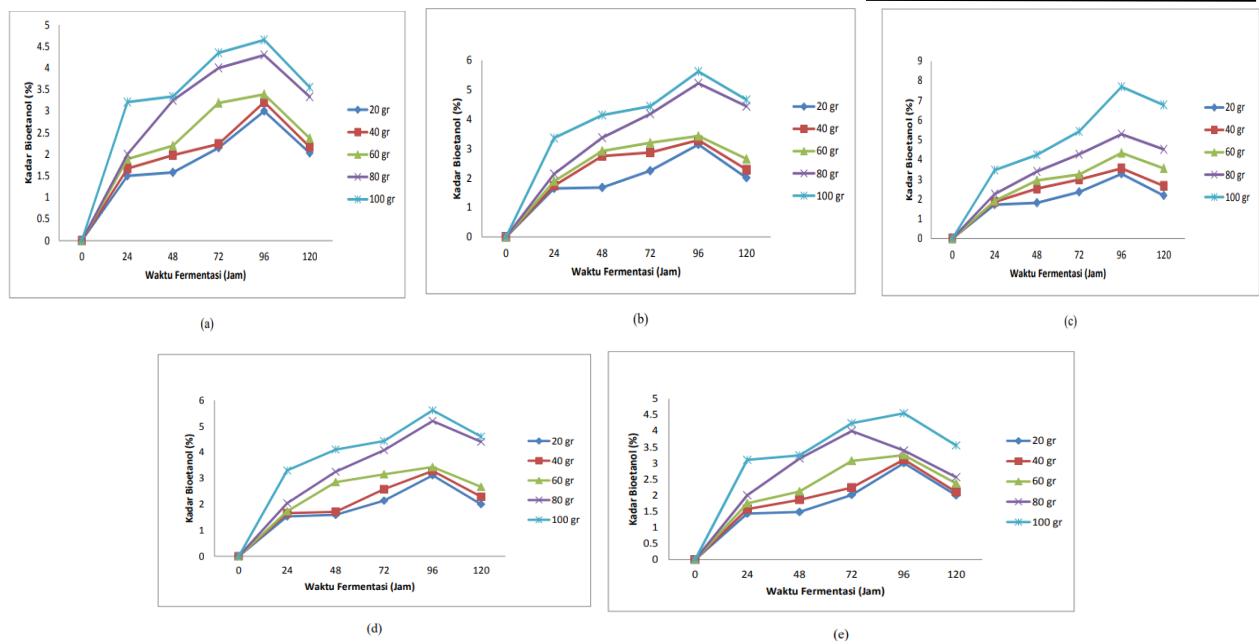
Berdasarkan Gambar 1 [1] dapat dilihat bahwa mikroba pada massa pati dengan berat 20 gr, 60 gr, 80 gr dan 100 gr mengalami fase adaptasi pada 0-24 jam, dikarenakan pada tahap awal sel masih melakukan adaptasi atau penyesuaian diri terhadap medium

fermentasi, sehingga jumlah sel yang dihasilkan masih belum maksimal, pada fase ini sel merubah substrat menjadi nutrisi untuk pertumbuhannya. Jika ditemukan senyawa kompleks yang tidak dikenalnya, mikroba akan memproduksi enzim untuk merombak senyawa tersebut [11]. Pada waktu 48 jam, berat sel kering lebih banyak dibandingkan waktu fermentasi 24 jam, dikarenakan *Saccharomyces cerevisiae* melalui tahap adaptasi dan memasuki tahap eksponensial dimana pada tahap ini mikroba dapat bertambah banyak dengan konstanta tetap selama waktu tertentu. Pertumbuhan mikroba berjalan lambat di awal fase, tetapi selanjutnya bertambah cepat seiring bertambahnya waktu [12]. Fase perlambatan pertumbuhan terjadi setelah fase eksponensial, terjadi karena berkurangnya konsentrasi satu atau lebih nutrisi esensial dan terakumulasinya produk yang bersifat toksik terhadap pertumbuhan. Perubahan lingkungan yang cepat menyebabkan terjadinya *imbalance growth*. Terbatasnya nutrisi dan lingkungan yang toksik akan merubah sistem pengendali proses metabolisme seluler agar bisa tetap bertahan pada kondisi yang tidak menguntungkan. Setelah fase perlambatan pertumbuhan selesai, dimulailah fase stasioner. Pada fase ini, laju pertumbuhan sama dengan laju kematian, jumlah sel yang hidup akan berkurang [13].

Selanjutnya pada waktu fermentasi 72 dan 96 jam sel berada pada tahap stasioner yaitu fase dimana pertumbuhan mikroorganisme sebanding dengan kematian mikroorganisme. Pada fase ini jumlah nutrisi dalam substrat sudah jauh berkurang dan tidak mencukupi untuk pertumbuhan kultur [12]. Kemudian pada waktu fermentasi 120 jam mikroorganisme sudah mulai mengalami fase kematian. Hal ini dikarenakan nutrisi yang tersisa didalam medium fermentasi sedikit yang menyebabkan terjadi persaingan hidup dan kanibalisme sehingga jumlah sel yang hidup semakin sedikit [14]. Semakin lama waktu fermentasi, maka nutrisi dalam medium semakin berkurang dengan adanya jumlah sel yang semakin bertambah dapat mengakibatkan kompetisi dan akhirnya akan memasuki fase kematian [15]. Berdasarkan gambar 1[1] berat sel kering tertinggi terdapat pada massa pati 100 gr dengan variasi campuran substrat (50% Bonggol Pisang : 50% Biji Nangka) sebesar 36,81 gr/L.

3.2 Pengaruh Variasi Massa Pati dan Variasi Campuran Substrat Terhadap Kadar Bioetanol

Berdasarkan Gambar 2 (a) di bawah ini, dapat dilihat massa 20 gr dan 40 gr memiliki kadar bioetanol tertinggi berada pada waktu 96 jam sebesar 3% (v/v) dan 3,21% (v/v). Sedangkan pada massa 100 gr dan 80 gr pada waktu 48 jam dengan kadar bioetanol 3,25% (v/v) dan 3,34% (v/v) sedangkan kadar bioetanol tertinggi pada waktu 96 jam sebesar 4% (v/v) dan 4,35% (v/v). Kemudian kadar bioetanol pada waktu 120 jam menurun sebesar 3,33% (v/v) dan 3,55% (v/v). Namun pada massa 60 gr terdapat kesamaan jumlah kadar bioetanol pada waktu 72 dan 96 sebesar 3% (v/v). Sementara pada 120 jam mengalami penurunan sebesar 2% (v/v). Dilihat secara keseluruhan maka kadar bioetanol tertinggi terdapat pada waktu 96 jam pada massa 100 gr.



Gambar 2. Pengaruh Variasi Massa Pati dan Variasi Campuran Substrat Terhadap Kadar Bioetanol (a) (100% BP : 0% BN), (b) (75% BP : 25% BN), (c) (50% BP : 50% BN), (d) (25% BP : 75% BN), (e) (0% BP : 100% BN) [2]

Berdasarkan Gambar 2 (b) dapat dilihat massa 20 gr, kadar bioetanol tertinggi terdapat pada waktu 96 jam sebesar 3,14% (v/v). Pada massa 40 gr memiliki jumlah kadar bioetanol tertinggi pada waktu 96 jam sebesar 3,29% (v/v). Pada massa 60gr kadar bioetanol tertinggi sebesar 3,43% pada waktu 96 jam. Pada massa 80gr kadar bioetanol tertinggi sebesar 5,22% (v/v) sedangkan massa 100 gr memiliki kadar bioetanol tertinggi dari massa lainya yaitu sebesar 5,62% (v/v) masing-masing pada waktu 96 jam. Dilihat secara keseluruhan maka kadar bioetanol tertinggi terdapat pada waktu 96 jam pada massa 100 gr sebesar 5,62%.

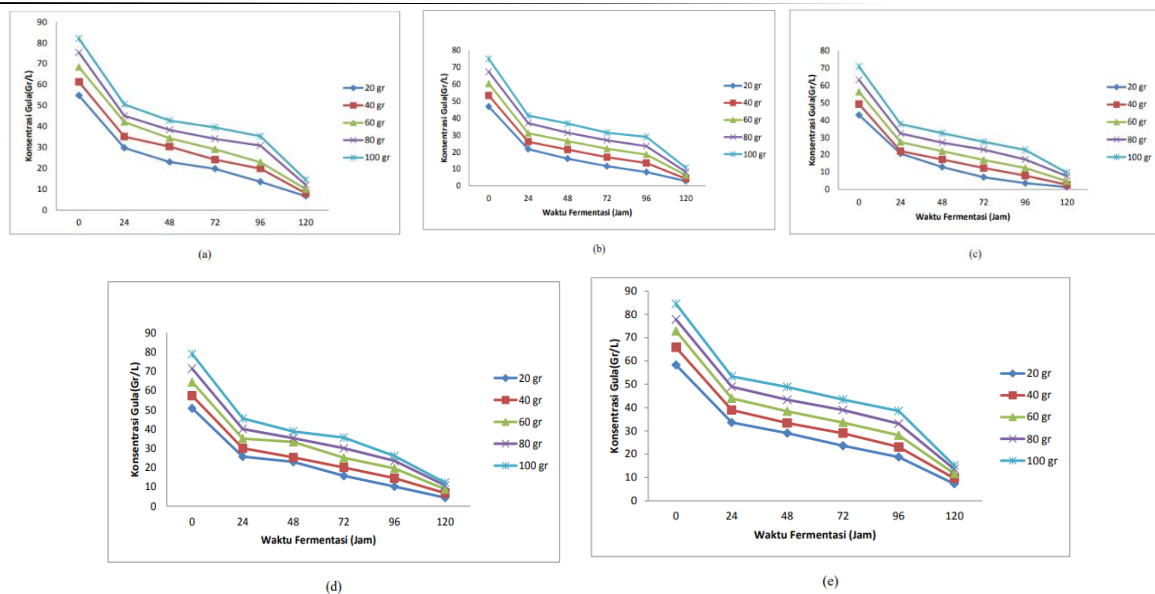
Berdasarkan Gambar 2 (c) dapat dilihat massa 20 gr, kadar bioetanol tertinggi terdapat pada waktu 96 jam sebesar 3,28% (v/v). Pada massa 40 gr memiliki jumlah kadar bioetanol tertinggi pada waktu 96 jam sebesar 3,56% (v/v). Pada massa 60 gr kadar bioetanol tertinggi sebesar 4,34% pada waktu 96 jam. Pada massa 80 gr kadar bioetanol tertinggi sebesar 5,29% (v/v) sedangkan massa 100 gr memiliki kadar bioetanol tertinggi dari massa lainya yaitu sebesar 7,69% (v/v) masing-masing pada waktu 96 jam. Dilihat secara keseluruhan maka kadar bioetanol tertinggi terdapat pada waktu 96 jam pada massa 100 gr sebesar 7,69%. Berdasarkan Gambar 2 (d) dapat dilihat massa 20 gr, kadar bioetanol tertinggi terdapat pada waktu 96 jam sebesar 3,11% (v/v). Pada massa 40 gr memiliki jumlah kadar bioetanol tertinggi pada waktu 96 jam sebesar 3,28% (v/v). Pada massa 60 gr kadar bioetanol tertinggi sebesar 3,43% pada waktu 96 jam. Pada massa 80 gr kadar bioetanol tertinggi sebesar 5,2% (v/v) sedangkan massa 100 gr memiliki kadar bioetanol tertinggi dari massa lainya yaitu sebesar 5,61% (v/v) masing-masing pada waktu 96 jam. Dilihat secara keseluruhan maka kadar bioetanol tertinggi terdapat pada waktu 96 jam pada massa 100 gr sebesar 5,61%. Berdasarkan Gambar 2 (e) dapat dilihat massa 20 gr, kadar bioetanol tertinggi terdapat pada waktu 96 jam sebesar 3% (v/v). Pada massa 40 gr memiliki jumlah kadar bioetanol tertinggi pada waktu 96 jam sebesar 3,11% (v/v). Pada massa 60gr kadar bioetanol tertinggi sebesar 3,25% pada waktu 96 jam. Pada massa 80 gr kadar bioetanol tertinggi sebesar 3,39% (v/v) sedangkan massa 100 gr memiliki kadar bioetanol tertinggi

dari massa lainya yaitu sebesar 4,55% (v/v) masing-masing pada waktu 96 jam. Dilihat secara keseluruhan maka kadar bioetanol tertinggi terdapat pada waktu 96 jam pada massa 100 gr sebesar 4,55%. Pada gambar 2 (a),(b), (c), (d) dan (e) dapat dilihat terjadinya peningkatan kadar bioetanol pada waktu 24-96 jam dan turun pada waktu 120 jam. Hal ini menunjukan, semakin lama waktu fermentasi, konsentrasi bioetanol yang dihasilkan juga meningkat. Akan tetapi, setelah kondisi optimum tercapai, konsentrasi bioetanol yang diperoleh cenderung menurun, karena nutrisi yang ada sebagai makanan mikroba juga semakin menurun [15]. Selain itu konsentrasi bioetanol yang menurun dipengaruhi oleh konsentrasi glukosa yang semakin berkurang, sehingga *Saccharomyces cerevisiae* kehabisan nutrisi untuk bertahan hidup dan mengalami fase kematian. Glukosa pada proses fermentasi tidak hanya diubah menjadi bioetanol saja tetapi juga digunakan untuk pembentukan sel dan juga untuk pembentukan metabolit sekunder seperti asam piruvat. Selama proses fermentasi tidak hanya menghasilkan bioetanol saja melainkan ada produk samping yang terbentuk, yaitu asam asetat dan asam format. Adanya asam-asam yang terbentuk selama proses fermentasi dapat menghambat metabolisme yeast dengan cara asam berdifusi melalui membran plasma melalui sel yeast. Sel-sel yeast menanggapi proses difusi dengan mengeluarkan ATP untuk memperbaiki membran plasma. Namun hal ini dapat menyebabkan yeast kekurangan ATP untuk melakukan fermentasi mengubah gula menjadi bioetanol, sehingga konsentrasi bioetanol yang tadinya naik menjadi turun.

Kadar bioetanol setelah dipisahkan menggunakan rotary evaporator tertinggi didapat pada massa 100 gr dengan variasi campuran substrat (50% bonggol pisang : 50% biji nangka) 7,69% (v/v). Salah satu yang mempengaruhi tinggi nya kadar bioetanol adalah substrat. Dengan adanya substrat yang lebih banyak maka glukosa yang terkonversi oleh asam meningkat dibandingkan dengan konsentrasi substrat yang lebih rendah, serta pertumbuhan mikroba akan lebih baik karena kebutuhan nutrisinya yang semakin terpenuhi, sehingga yang terkonversi menjadi bioetanol juga semakin banyak. Pengaruh perbandingan susbtrat bonggol pisang dan biji nangka terhadap kadar bioetanol bisa dilihat dari campuran 50% bonggol pisang : 50% biji nangka dengan massa 100 gr yang memiliki kadar lebih tinggi dari persentase campuran lainya, yang menunjukan bahwa 2 campuran substrat dengan komposisi yang sama dan memiliki massa substrat yang lebih besar akan menghasilkan kadar bioetanol yang optimal.

3.3 Pengaruh Variasi Massa Pati dan Variasi Campuran Substrat Terhadap Konsentrasi Gula

Berdasarkan Gambar 3 (a), (b), (c), (d) dan (e) di bawah ini, bisa dilihat bahwa kadar glukosa setelah proses fermentasi mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya waktu fermentasi. Secara keseluruhan konsentrasi gula berkurang setiap waktu. Hal ini terjadi karena gula yang terdapat pada medium fermentasi terus menerus dimanfaatkan oleh *Saccharomyces cerevisiae* untuk pertumbuhan sel dan pembentukan bioetanol. Semakin banyak gula reduksi yang dimanfaatkan oleh *Saccharomyces cerevisiae* maka konsentrasi bioetanol yang dihasilkan semakin tinggi dan sebaliknya semakin sedikit gula reduksi yang dimanfaatkan maka konsentrasi bioetanol yang dihasilkan semakin rendah.



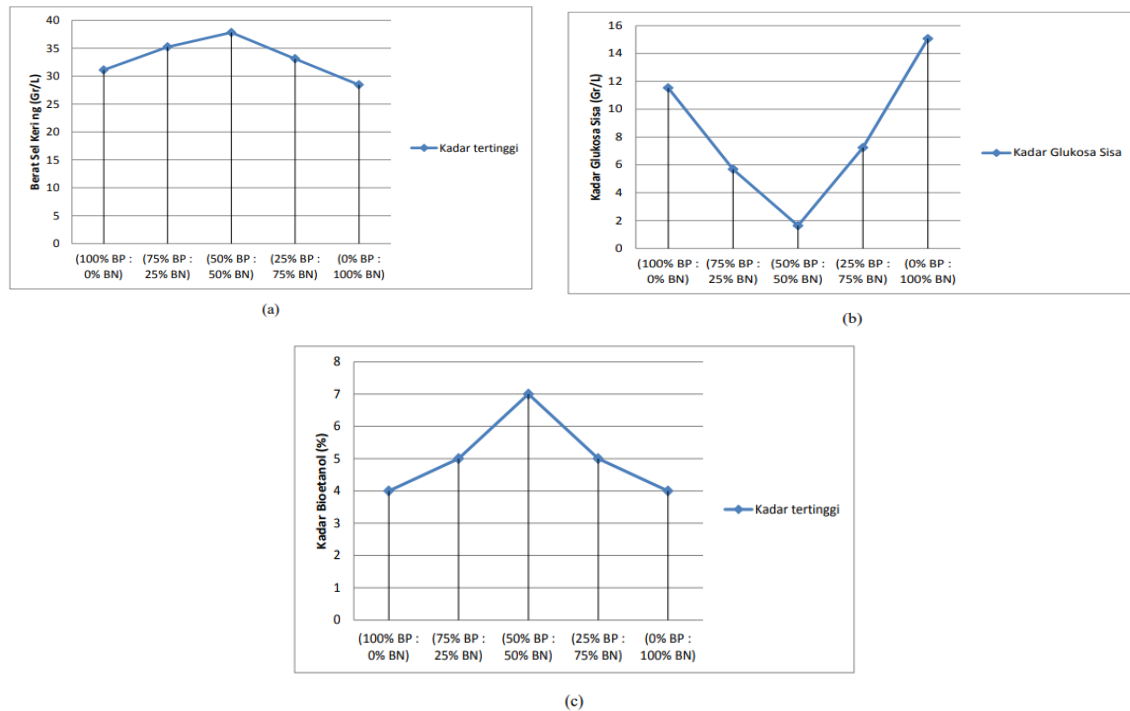
Gambar 3. Pengaruh Variasi Massa Pati dan Variasi Campuran Substrat Terhadap Konsentrasi Gula (a) (100% BP : 0% BN), (b) (75% BP : 25% BN), (c) (50% BP : 50% BN), (d) (25% BP : 75% BN), (e) (0% BP : 100% BN) [3]

Gula reduksi merupakan faktor penting bagi *Saccharomyces cerevisiae* sebagai sumber energi untuk melakukan metabolisme yang pada akhirnya akan berpengaruh terhadap konsentrasi bioetanol yang dihasilkan. Semakin banyak gula reduksi yang dimanfaatkan *Saccharomyces cerevisiae* maka semakin tinggi pula konsentrasi bioetanol yang dihasilkan oleh *Saccharomyces cerevisiae*. Banyak nya substrat juga mempengaruhi kadar glukosa sisa, semakin banyak substrat yang ada maka semakin banyak pula ikatan yang terjadi antara enzim dan substrat [16] Interaksi antara enzim dan susbtrat yang semakin lama menyebabkan semakin banyak gula reduksi yang terbentuk [17]. Selain itu, hal ini bisa disebabkan gula yang terdapat pada substrat terkonversi menjadi bioetanol dan sebagian digunakan sebagai sumber karbon (C) untuk proses pertumbuhan mikroorganisme [18]. Seiring berjalanya waktu, konsentrasi gula akan berkurang sejalan dengan bertambahnya konsentrasi bioetanol yang terbentuk, selain terkonversi menjadi bioetanol, gula berfungsi sebagai bahan makanan bagi bakteri untuk mempertahankan hidupnya dan memproduksi [19].

Pengaruh perbandingan substrat bonggol pisang dan biji nangka terhadap kadar bioetanol bisa dilihat dari campuran 50% bonggol pisang : 50% biji nangka dengan massa 100 gr yang memiliki kadar glukosa sisa yang sedikit dari persentase campuran lainnya, yang menunjukan bahwa 2 campuran substrat dengan komposisi yang sama akan menghasilkan kadar glukosa sisa yang semakin kecil.

3.4 Pengaruh Campuran Bonggol Pisang dan Biji Nangka Terhadap Berat Sel Kering , Kadar Glukosa Sisa, dan Kadar Bioetanol

Gambar 4 di bawah ini menunjukkan besar pengaruh campuran bonggol pisang dan biji nangka terhadap berat sel kering , kadar glukosa sisa, dan kadar bioetanol.



Gambar 4. Pengaruh Campuran Bonggol Pisang dan Biji Nangka Terhadap (a) Berat Sel Kering, (b) Kadar Glukosa Sisa, dan (c) Kadar Bioetanol Berdasarkan Nilai Tertinggi [4]

Dari Gambar 4 (a), (b), dan (c), dapat dilihat bahwa bonggol pisang dan biji nangka dapat menghasilkan berat sel kering tertinggi sebesar 7,50 gr, kadar glukosa sisa sebesar 1,63 gr/L, kadar bioetanol tertinggi sebesar 7% dan semuanya berada pada campuran substrat 50% bonggol pisang : 50% biji nangka dengan massa pati 100gr. Namun tidak ada pengaruh dari jenis substrat seperti bonggol pisang dan biji nangka ini, faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya berat sel kering, kadar glukosa dan kadar bioetanol adalah faktor lama fermentasi, substrat (kandungan pati dan karbohidrat), nutrisi, reaksi (oksigen dan karbondioksida), jumlah penggunaan asam (H_2SO_4 , HCl , dll), dan *human error*.

4. KESIMPULAN

Bioetanol dapat diproduksi dari bahan baku bonggol pisang dan biji nangka dengan proses hidrolisis menggunakan asam sulfat serta proses fermentasi menggunakan *yeast Saccharomyces cerevisiae*. Waktu fermentasi terbaik untuk menghasilkan kadar bioetanol tertinggi pada jam ke 96 dengan massa 100 gr. Konsentrasi etanol tertinggi yaitu 7 % pada saat konsentrasi substrat 100 gr dengan waktu 96 jam dari substrat campuran (50% bonggol pisang : 50% biji nangka).

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada ibu Sri Rezeki Muria, ST., MP., MSc dan bapak Chairul, ST., MT atas saran dan masukannya, serta pihak-pihak lain yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wusnah, Bahri, S. & Hartono, D (2019). Proses Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang Kepok (*Musa Acuminata B. C*) secara Fermentasi. *Jurnal Jurusan Teknologi Kimia Unimal* 8(1), 48-56.
- [2] Meyrinta, KA., Putri, RD., & Fatoni, R (2018). Pembuatan Bioetanol dari Jerami Nangka dengan Metode Fermentasi Menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae*. *Jurnal Integrasi Proses* 7(1), 32-38.
- [3] Putra, INW., Kusuma, IGBW. & Winaya, INS (2011). Proses Treatment dengan Menggunakan NaOCl dan H₂SO₄ untuk Mempercepat Pembuatan Bioetanol dari Limbah Rumput Laut Eucheume Cottonii. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 5 (1), 64-68.
- [4] Arif, Y. (2011). Paket Teknologi Produksi Bioetanol Kapasitas 8 KL/hari dari Bahan Baku. Balai Besar Teknologi Pati (B2TP)-BPPT Lampung
- [5] Yuanita, Voni, Rahmawati, Yulia. (2008). Sorbitol Plant from Banana Hump (*Musa paradisiaca*) with Catalytic Hydrogenation Process. Tesis. Fakultas Teknik. Institut Sepuluh November. Surabaya.
- [6] Hendroko, R. & Prihandana, R (2008). *Energi Hijau Pilihan Bijak Menuju Negeri Mandiri Energi* 2nd Ed. Penebar Swadaya Depok, Jakarta. Pp. 6-20.
- [7] Santoso, MT., Hidayati, L. & Sudjarwati, R (2014). Pengaruh Perlakuan Pembuatan Tepung Biji Nangka terhadap Kualitas Cookies Lidah Kucing Tepung Biji Nangka. *Teknologi dan Kejuruan*, 37(2), 167-178.
- [8] Farantika, I (2017). Potensi *Saccharomyces cereviceae* sebagai Antagonis Terhadap Patogen Tular Benih pad Jagung. Skripsi. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang.
- [9] Buckle, KA., Edwards, RA. & Wouton, M (2007). *Ilmu Pangan*. Terjemahan dari Food Science oleh Purnomo H dan Adiono. Universitas Indonesia (UI-Press). Jakarta.
- [10] Gholib, I (2007). *Pengantar Kimia Farmasi*, Pustaka Pelajar, Yogyakarta
- [11] Casselmen dkk. (2005). *Pertumbuhan Saccharomyces cerevisiae*.
- [12] Rahayu, WP., & Nurwitri, CC (2012). *Mikrobiologi Pangan*. Bogor: IPB Press.
- [13] Shuler, ML. & Kargi, KF (1992). *Bioprocess Engineering Basic Concepts*. Prentice Hall. New Jersey. Halaman 20-32.
- [14] Rahayu, WP. & Nurwitri, C.C. 2012. *Mikrobiologi Pangan*. Bogor: IPB Press.
- [15] Mukti, NL. & Aryani, W (2016). Pengaruh Waktu Fermentasi dan jumlah Ragi Terhadap Persentase Hasil dalam Pembuatan Bioetanol dari Buah Talok (Kersen) Menggunakan Ragi Tape dan Ragi Roti (*Saccharomyces Cerevisiae*). *Jurnal Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta*. 1(1), 1-10.
- [16] Kusumaningati, MA., Nurhatika, S. & Muhibuddin, A (2013). Pengaruh Konsentrasi Inokulum Bakteri *Zymomonas Mobilis* dan Lama Fermentasi Pada Produksi Etanol dari Sampah Sayur dan Buah Pasar Wonokromo Surabaya. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 2(2), E218-E223.
- [17] Dey, P., Rangarajan, V., Nayak, J., Das, DB., Wood, SB (2021). An Improved Enzymatic Pre-Hydrolysis Strategy For Efficient Bioconversion Of Industrial Pulp and Paper Sludge Waste To Bioethanol Using A Semisimultaneous Saccharification and Fermentation Process. *Fuel*, 294, 120581. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2021.120581>
- [18] Ambriyanto, KS (2010). Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Aerob Pendegradasi Selulosa dari Serasah Daun Rumput Gajah (*Pennisetum Purpureum* Schaum). Surabaya; Institut Teknologi Sepuluh November.
- [19] Bailey, JE. & David, FO (1986). *Biochemical Engineering Fundamental*, Singapura: Mc.Graw Hill Chemical Engineering Series.