Optimasi Konsentrasi Urea dan Lama Fermentasi Nira Sorgum Manis Varietas Bioguma Menggunakan
Response Surface Methodology untuk Produksi Bioetanol
Laduna Ilman, Dr. Darmawan Ari Nugroho, S.T.P., M.P. ; Dr. Wagiman, S.T.P., M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

OPTIMASI KONSENTRASI UREA DAN LAMA FERMENTASI NIRA SORGUM MANIS VARIETAS BIOGUMA MENGGUNAKAN *RESPONSE SURFACE METHODOLOGY* UNTUK PRODUKSI BIOETANOL

INTISARI

Oleh :

LADUNA ILMAN
21/479753/TP/13242

Konsumsi energi yang terus meningkat mendorong perlunya pengembangan bahan bakar terbarukan, salah satunya bioetanol. Nira sorgum manis varietas Bioguma merupakan bahan baku potensial karena memiliki kadar gula 15–20 °Brix, tetapi kandungan nitrogennya rendah sehingga memerlukan suplementasi nitrogen. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kondisi optimum konsentrasi urea sebagai sumber nitrogen dan lama fermentasi terhadap kadar etanol dari nira sorgum manis varietas Bioguma menggunakan Response Surface Methodology dengan rancangan Central Composite Design (CCD). Fermentasi dilakukan oleh *Saccharomyces cerevisiae* pada medium nira sorgum 20 °Brix dengan variasi konsentrasi urea 0,6; 1,0; 2,0; 3,0; dan 3,4 g/L serta lama fermentasi 14, 24, 48, 72, dan 82 jam, dengan total 13 satuan percobaan. Respons utama yang diukur adalah kadar etanol (% v/v) menggunakan alkoholometer tipe *alla france* tanpa distilasi, sedangkan pH akhir dan Brix akhir dianalisis sebagai data pendukung. Hasil analisis menunjukkan model regresi kuadratik signifikan dengan P value 0,009, Lack of Fit 0,538, dan R^2 0,848. Kondisi optimum diperoleh pada konsentrasi urea 3,4 g/L dan lama fermentasi 57,3 jam, dengan prediksi kadar etanol 12,61% v/v. Validasi eksperimental pada kondisi optimum menghasilkan rata-rata kadar etanol aktual 13,7% v/v dengan persentase kesalahan relatif 8,7%, berada dalam selang prediksi 95%. pH akhir seluruh perlakuan berada pada rentang 4,1–5,3, menunjukkan tidak terjadi toksisitas amonia. Kadar gula reduksi sisa rata-rata tercatat 11,59 g/L dengan nilai yield etanol (Yp/s) sebesar 0,500 g/g dan efisiensi fermentasi mencapai 97,7%, mengindikasikan proses konversi gula menjadi etanol berlangsung sangat efisien. Selain itu, pengukuran Optical Density (OD_{600}) inokulum menghasilkan nilai 3,73 yang setara dengan konsentrasi sel 3,73–7,46 × 10^7 sel/mL. Nilai tersebut mengonfirmasi bahwa kepadatan sel awal inokulum sangat memadai untuk mendukung jalannya proses fermentasi. Dengan demikian, urea merupakan sumber nitrogen alternatif yang efektif, murah, dan aman untuk meningkatkan produksi bioetanol dari nira sorgum varietas Bioguma.

Kata kunci: bioetanol, nira sorgum Bioguma, urea, lama fermentasi, Response Surface Methodology, Central Composite Design, alkoholometer.

Optimasi Konsentrasi Urea dan Lama Fermentasi Nira Sorgum Manis Varietas Bioguma Menggunakan
Response Surface Methodology untuk Produksi Bioetanol
Laduna Ilman, Dr. Darmawan Ari Nugroho, S.T.P., M.P. ; Dr. Wagiman, S.T.P., M.Si.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

OPTIMIZATION OF UREA CONCENTRATION AND FERMENTATION TIME OF SWEET SORGHUM JUICE OF BIOGUMA VARIETY USING *RESPONSE SURFACE METHODOLOGY* FOR BIOETHANOL PRODUCTION

ABSTRACT

By :

LADUNA ILMAN
21/479753/TP/13242

Increasing energy consumption has driven the need for renewable fuels like bioethanol. Sweet sorghum juice of the Bioguma variety is a potential feedstock (15–20 °Brix) but requires nitrogen supplementation due to its low nitrogen content. This study aimed to determine the optimum urea concentration and fermentation time using *Response Surface Methodology* with a Central Composite Design (CCD). Fermentation by *Saccharomyces cerevisiae* used urea concentrations of 0.6, 1.0, 2.0, 3.0, and 3.4 g/L and times of 14, 24, 48, 72, and 82 hours across 13 experimental runs. The main response was ethanol content (% v/v) measured via an *alla france* alcoholmeter without distillation, while final pH and Brix were analyzed as supporting data. The model was significant (p-value=0.009; Lack of Fit=0.538; R^2=0.848), yielding optimum conditions at 3.4 g/L urea and 57.3 hours with a predicted 12.61% v/v ethanol. Validation produced an actual ethanol content of 13.7% v/v (8.7% relative error, within the 95% prediction interval). The final pH (4.1–5.3) indicated no ammonia toxicity occurred. The average residual reducing sugar was 11.59 g/L, with an ethanol yield (Yp/s) of 0.500 g/g and a fermentation efficiency of 97.7%, indicating a highly efficient conversion process. Additionally, the inoculum's Optical Density (OD_{600}) was 3.73 (equivalent to 3.73–7.46 × 10^7 cells/mL), confirming an adequate initial cell density. Thus, urea is an effective, inexpensive, and safe alternative nitrogen source to enhance bioethanol production from sweet sorghum juice of the Bioguma variety.

Keywords: bioethanol, Bioguma sweet sorghum juice, urea, fermentation time, Response Surface Methodology, Central Composite Design, Alcoholmeter