

# PENGARUH VARIASI KONSENTRASI NaOH DAN WAKTU FERMENTASI TERHADAP PEMBUATAN BIOETANOL DARI SERBUK TONGKOL JAGUNG

Bintang Yudhistira Adi Wibowo<sup>1</sup>, Kosjoko<sup>2</sup>, Nely Ana Mufarida<sup>3\*</sup>

Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Jember, Indonesia

\*email: [nelyana@unmuhjember.ac.id](mailto:nelyana@unmuhjember.ac.id)

DOI : 10.48144/suryateknika.v9i2.2084

Received: 22 Mei 2025

Revised: 20 Juni 2025

Accepted: 12 Agustus 2025

## Abstract

*The global energy crisis has driven the development of alternative fuels, including bioethanol, which offers a sustainable solution to reduce dependence on fossil fuels. Corn cobs, an agricultural waste rich in lignocellulose, have the potential to be converted into bioethanol, but require pretreatment to enhance efficiency. This study aims to evaluate the effect of NaOH concentration in the delignification process and fermentation duration on bioethanol production from corn cob powder. The experimental method was applied with NaOH concentrations of 5%, 10%, and 15%, and fermentation durations of 72, 96, and 120 hours. The parameters analyzed include glucose concentration, bioethanol yield, bioethanol content, and calorific value. The results indicate that NaOH 15% produced the highest glucose concentration of 19%. The combination of NaOH 15% and 120-hour fermentation resulted in the highest bioethanol content of 80%, the highest yield of 17%, and the highest calorific value of 1560.37 Cal/gram. These findings demonstrate that delignification and fermentation duration play a crucial role in optimizing biomass conversion into bioethanol, contributing to the advancement of renewable energy technology utilizing agricultural waste.*

*Keywords: Bioethanol; corn cobs; delignification; fermentation; renewable energy*

## Abstrak

Krisis energi global mendorong pengembangan bahan bakar alternatif yang lebih berkelanjutan, salah satunya bioetanol. Tongkol jagung sebagai limbah pertanian memiliki kandungan lignoselulosa yang berpotensi dikonversi menjadi bioetanol, namun diperlukan pretreatment untuk meningkatkan efisiensinya. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh variasi konsentrasi NaOH dalam proses delignifikasi serta waktu fermentasi terhadap produksi bioetanol dari serbuk tongkol jagung. Metode penelitian dilakukan secara eksperimental dengan variasi konsentrasi NaOH 5%, 10%, dan 15% serta waktu fermentasi selama 72, 96, dan 120 jam. Parameter yang dianalisis meliputi kadar glukosa, rendemen bioetanol, kadar bioetanol, dan nilai kalor bioetanol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi NaOH 15% menghasilkan kadar glukosa tertinggi sebesar 19%. Kombinasi perlakuan NaOH 15% dan fermentasi selama 120 jam menghasilkan kadar bioetanol tertinggi sebesar 80%, rendemen tertinggi sebesar 17%, serta nilai kalor tertinggi sebesar 1560,37 Cal/gram. Temuan ini menunjukkan bahwa proses delignifikasi dan durasi fermentasi berperan penting dalam meningkatkan efisiensi konversi biomassa menjadi bioetanol, memberikan potensi bagi pengembangan energi terbarukan berbasis limbah pertanian.

**Kata kunci:** Bioetanol; tongkol jagung; delignifikasi; fermentasi; energi terbarukan

## 1. Pendahuluan

Krisis energi global, termasuk di Indonesia, semakin menjadi perhatian utama akibat meningkatnya permintaan energi yang tidak sebanding dengan ketersediaannya. Ketergantungan pada bahan bakar fosil tidak hanya menyebabkan ketidakstabilan pasokan energi tetapi juga berkontribusi terhadap pencemaran lingkungan dan pemanasan global [1]. Oleh karena itu, diperlukan solusi alternatif yang berkelanjutan untuk mengurangi penggunaan bahan bakar fosil dan beralih ke sumber energi terbarukan [2]. Salah satu bentuk energi baru terbarukan yang menjanjikan adalah bioetanol, yang dapat dihasilkan dari berbagai sumber biomassa, termasuk limbah pertanian seperti tongkol jagung.

Bioetanol memiliki karakteristik yang memungkinkan penggunaannya sebagai bahan bakar alternatif yang lebih ramah lingkungan dibandingkan bahan bakar fosil. Keunggulan bioetanol meliputi kandungan oksigen yang lebih tinggi, angka oktan yang lebih baik, serta emisi gas CO<sub>2</sub> yang lebih rendah dibandingkan bahan bakar minyak [3]. Selain itu, bahan baku bioetanol seperti tongkol jagung tersedia dalam jumlah besar di Indonesia, sehingga berpotensi dikembangkan sebagai sumber energi yang berkelanjutan.

Tongkol jagung merupakan limbah pertanian yang kaya akan lignoselulosa, terdiri dari selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Namun, struktur lignoselulosa yang kompleks menghambat proses konversi menjadi bioetanol, sehingga diperlukan pretreatment untuk menghilangkan lignin dan meningkatkan aksesibilitas selulosa terhadap hidrolisis. Penelitian oleh [4] menunjukkan bahwa konsentrasi NaOH yang tinggi efektif dalam mengurangi kandungan lignin, dengan konsentrasi optimum 15% menghasilkan kadar lignin sebesar 5%, hemiselulosa 22%, dan selulosa 59%. Proses delignifikasi yang efektif terbukti meningkatkan efisiensi hidrolisis asam encer, sehingga lebih banyak glukosa tersedia untuk fermentasi.

Selain pretreatment, durasi fermentasi juga berpengaruh terhadap hasil produksi bioetanol. [5] menemukan bahwa fermentasi selama 120 jam menghasilkan kadar bioetanol tertinggi sebesar 30%. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh variasi konsentrasi NaOH dan waktu fermentasi terhadap produksi bioetanol dari serbuk tongkol jagung. Dengan memahami interaksi antara kedua variabel ini, penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi optimal dalam meningkatkan efisiensi konversi biomassa menjadi bioetanol serta berkontribusi terhadap pengembangan teknologi bahan bakar alternatif berbasis sumber daya hayati.

## **2. Metode**

### **Metode Penelitian**

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental untuk menguji hipotesis melalui pengamatan dan pengukuran terhadap variabel-variabel terkait. Metode eksperimental dapat memberikan hasil yang valid dan reliabel dalam menguji pengaruh suatu variabel terhadap variabel lain [6].

### **Alat dan Bahan**

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Ayakan 40 mesh
2. Ayakan 250 mesh
3. Blender
4. Wadah
5. Neraca Analitik
6. Hot plate magnetic stirrer
7. Thermometer stick digital
8. Oven digital
9. Alat distilasi sederhana
10. Botol
11. Aluminium foil
12. Selang silikon
13. Selotip
14. Pipet tetes

15. Batang pengaduk
16. Beaker glass 1000 mL
17. Beaker glass 100 mL
18. Gelas ukur 100 mL
19. pH meter
20. Refractometer brix
21. Alcoholmeter
22. Bomb calorimeter

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Serbuk Tongkol Jagung
2. Aquades
3. NaOH
4. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
5. Ragi (*Saccharomyces cerevisiae*)
6. Pupuk Urea
7. Pupuk NPK

### Variabel Penelitian

1. Variabel bebas pada pengujian ini adalah variasi konsentrasi NaOH 5%, 10%, 15% dan variasi waktu fermentasi 72 jam, 96 jam, dan 120 jam.
2. Variabel terikat pada pengujian ini adalah kadar glukosa, rendemen bioetanol, kadar bioetanol, dan nilai kalor

### Prosedur Pembuatan Bioetanol

Serbuk tongkol jagung dipersiapkan dengan penyaringan menggunakan ayakan 40 mesh untuk memastikan ukuran partikel yang seragam. Proses delignifikasi dilakukan dengan merendam 100 g serbuk tongkol jagung dalam larutan NaOH dengan konsentrasi 5%, 10%, dan 15% pada suhu 100°C selama 1 jam. Endapan kemudian disaring, dibilas dengan aquades, dan dikeringkan dalam oven pada suhu 90°C hingga beratnya konstan.

Serbuk yang telah mengalami delignifikasi kemudian dihidrolisis menggunakan larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 N dengan perbandingan 1:10 (padat:cair). Campuran dipanaskan hingga suhu 100°C sambil diaduk selama 1 jam menggunakan magnetic stirrer. Setelah proses hidrolisis selesai, larutan didinginkan dan kadar glukosa diukur menggunakan refractometer brix.

Fermentasi dilakukan dengan menyesuaikan pH larutan hasil hidrolisis dalam rentang 4,5-5 menggunakan NaOH. Campuran kemudian ditambahkan pupuk urea 0,3%, pupuk NPK 0,1%, dan ragi *Saccharomyces cerevisiae* sebanyak 10% dari volume larutan hidrolisis. Proses fermentasi berlangsung selama 72 jam, 96 jam, dan 120 jam dalam kondisi anaerob dengan sistem fermentasi tertutup menggunakan selang yang direndam dalam air bersih.

Setelah fermentasi, larutan disaring dan dimurnikan melalui distilasi pada rentang suhu 75°C-80°C untuk memperoleh bioetanol dengan kemurnian tinggi.

### Pengujian Bioetanol

Pengujian bioetanol dilakukan dengan mengukur kadar glukosa pada larutan hidrolisis menggunakan refractometer brix, menentukan rendemen bioetanol dengan perhitungan berdasarkan volume bioetanol yang diperoleh, mengukur kadar bioetanol menggunakan

alcoholmeter, serta menguji nilai kalor bioetanol menggunakan bomb calorimeter. Persamaan perhitungan rendemen bioetanol dapat dijelaskan sebagai berikut:

$$\text{Rendemen \%} = \frac{\text{Volume Bioetanol (mL)}}{\text{Volume Bahan Baku (kg)}} \times 100$$

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### Hasil

Kadar glukosa merupakan indikator keberhasilan proses hidrolisis dalam mengonversi selulosa menjadi glukosa sebagai substrat fermentasi. Dalam penelitian ini, perlakuan delignifikasi dengan NaOH bertujuan untuk meningkatkan ketersediaan selulosa, sehingga kadar glukosa yang diperoleh setelah hidrolisis dapat optimal. Pengukuran kadar glukosa dilakukan menggunakan refractometer brix, dan hasilnya ditampilkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Kadar Glukosa

| No. | Perlakuan              | Kadar Glukosa (%) |
|-----|------------------------|-------------------|
| 1   | Delignifikasi NaOH 5%  | 4                 |
| 2   | Delignifikasi NaOH 10% | 9                 |
| 3   | Delignifikasi NaOH 15% | 19                |

Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi NaOH dalam tahap delignifikasi secara langsung meningkatkan kadar glukosa yang dihasilkan setelah hidrolisis. Perlakuan dengan NaOH 15% memberikan hasil tertinggi sebesar 19%, sementara NaOH 5% menghasilkan kadar glukosa terendah sebesar 4%.

Rendemen bioetanol dihitung berdasarkan volume bioetanol yang diperoleh dari proses distilasi dibandingkan dengan volume bahan baku yang digunakan. Parameter ini menunjukkan tingkat konversi biomassa menjadi bioetanol serta efisiensi proses fermentasi. Tabel 2 menunjukkan hasil perhitungan rendemen bioetanol berdasarkan variasi konsentrasi NaOH dan waktu fermentasi.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Rendemen Bioetanol

| No. | Perlakuan              | Fermentasi | Rendemen Bioetanol (%) |
|-----|------------------------|------------|------------------------|
| 1   | Delignifikasi NaOH 5%  | 72 Jam     | 14,9                   |
| 2   | Delignifikasi NaOH 5%  | 96 Jam     | 15,2                   |
| 3   | Delignifikasi NaOH 5%  | 120 Jam    | 15,4                   |
| 4   | Delignifikasi NaOH 10% | 72 Jam     | 15,8                   |
| 5   | Delignifikasi NaOH 10% | 96 Jam     | 16                     |
| 6   | Delignifikasi NaOH 10% | 120 Jam    | 16,3                   |
| 7   | Delignifikasi NaOH 15% | 72 Jam     | 16,5                   |
| 8   | Delignifikasi NaOH 15% | 96 Jam     | 16,8                   |
| 9   | Delignifikasi NaOH 15% | 120 Jam    | 17                     |

Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi NaOH dan semakin lama waktu fermentasi, semakin tinggi rendemen bioetanol yang dihasilkan. Perlakuan dengan NaOH 15% dan fermentasi selama 120 jam memberikan rendemen

tertinggi sebesar 17%, dibandingkan dengan rendemen terendah sebesar 14.9% yang diperoleh pada perlakuan NaOH 5% dan fermentasi selama 72 jam.

Kadar bioetanol diuji untuk menentukan konsentrasi bioetanol dalam larutan hasil fermentasi yang telah dimurnikan melalui distilasi. Pengujian dilakukan menggunakan alkoholmeter untuk mengukur persentase etanol dalam sampel. Hasil analisis kadar bioetanol ditampilkan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Kadar Bioetanol

| No. | Perlakuan              | Fermentasi | Kadar Bioetanol (%) |
|-----|------------------------|------------|---------------------|
| 1   | Delignifikasi NaOH 5%  | 72 Jam     | 57                  |
| 2   | Delignifikasi NaOH 5%  | 96 Jam     | 59                  |
| 3   | Delignifikasi NaOH 5%  | 120 Jam    | 63                  |
| 4   | Delignifikasi NaOH 10% | 72 Jam     | 66                  |
| 5   | Delignifikasi NaOH 10% | 96 Jam     | 68                  |
| 6   | Delignifikasi NaOH 10% | 120 Jam    | 70                  |
| 7   | Delignifikasi NaOH 15% | 72 Jam     | 74                  |
| 8   | Delignifikasi NaOH 15% | 96 Jam     | 77                  |
| 9   | Delignifikasi NaOH 15% | 120 Jam    | 80                  |

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa peningkatan kadar bioetanol sejalan dengan peningkatan konsentrasi NaOH dan waktu fermentasi. Perlakuan dengan NaOH 15% dan fermentasi selama 120 jam menghasilkan kadar bioetanol tertinggi sebesar 80%, sementara perlakuan dengan NaOH 5% dan fermentasi 72 jam menghasilkan kadar bioetanol terendah sebesar 57%.

Nilai kalor bioetanol diuji menggunakan bomb calorimeter untuk menentukan besarnya energi yang terkandung dalam bioetanol hasil fermentasi dan distilasi. Parameter ini menunjukkan potensi bahan bakar bioetanol berdasarkan jumlah energi yang dilepaskan saat pembakaran. Hasil uji nilai kalor ditampilkan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Nilai Kalor

| No. | Perlakuan              | Fermentasi | Nilai Kalor (Cal/gram) |
|-----|------------------------|------------|------------------------|
| 1   | Delignifikasi NaOH 5%  | 72 Jam     | 1,04                   |
| 2   | Delignifikasi NaOH 5%  | 96 Jam     | 18,93                  |
| 3   | Delignifikasi NaOH 5%  | 120 Jam    | 22,58                  |
| 4   | Delignifikasi NaOH 10% | 72 Jam     | 33,31                  |
| 5   | Delignifikasi NaOH 10% | 96 Jam     | 520,81                 |
| 6   | Delignifikasi NaOH 10% | 120 Jam    | 807,57                 |
| 7   | Delignifikasi NaOH 15% | 72 Jam     | 850,58                 |
| 8   | Delignifikasi NaOH 15% | 96 Jam     | 1345,29                |
| 9   | Delignifikasi NaOH 15% | 120 Jam    | 1560,37                |

Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat bahwa peningkatan konsentrasi NaOH dan durasi fermentasi berkontribusi terhadap kenaikan nilai kalor bioetanol, dengan perlakuan NaOH 15% dan fermentasi 120 jam menghasilkan nilai kalor tertinggi sebesar 1560.37 Cal/gram. Sebaliknya, nilai kalor terendah sebesar 1.04 Cal/gram diperoleh pada perlakuan dengan NaOH 5% dan fermentasi selama 72 jam.

## Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi NaOH dalam tahap delignifikasi berkontribusi terhadap peningkatan kadar glukosa yang tersedia untuk fermentasi. Temuan ini sejalan dengan penelitian [4], yang menyatakan bahwa NaOH 15% mampu mengurangi kandungan lignin secara efektif, sehingga selulosa lebih mudah diakses untuk hidrolisis. Dalam penelitian ini, kadar glukosa tertinggi sebesar 19% diperoleh pada perlakuan dengan NaOH 15%, yang menunjukkan bahwa proses delignifikasi dengan konsentrasi basa yang lebih tinggi dapat meningkatkan ketersediaan substrat fermentasi.

Kaitan antara durasi fermentasi dan produksi bioetanol juga telah diteliti dalam beberapa studi sebelumnya. [5] menemukan bahwa fermentasi selama 120 jam menghasilkan kadar bioetanol tertinggi sebesar 30% dari pati ubi jalar ungu. Penelitian ini memperkuat temuan tersebut dengan hasil yang lebih tinggi, yakni kadar bioetanol mencapai 80% pada perlakuan NaOH 15% dengan fermentasi selama 120 jam. Perbedaan hasil ini dapat disebabkan oleh perbedaan substrat yang digunakan, di mana tongkol jagung memiliki komposisi lignoselulosa yang lebih kompleks dibandingkan ubi jalar ungu. Namun, peningkatan kadar bioetanol dalam penelitian ini menegaskan bahwa substrat dengan kandungan glukosa lebih tinggi memungkinkan metabolisme *Saccharomyces cerevisiae* berlangsung lebih optimal, menghasilkan bioetanol dalam jumlah yang lebih besar.

Rendemen bioetanol dalam penelitian ini juga meningkat seiring bertambahnya konsentrasi NaOH dan waktu fermentasi, dengan nilai tertinggi sebesar 17% pada perlakuan dengan NaOH 15% dan fermentasi 120 jam. Hasil ini relevan dengan penelitian [7], yang menunjukkan bahwa kombinasi pretreatment NaOH dan enzim selulase-xilanase dapat meningkatkan kandungan selulosa dalam tongkol jagung dan meningkatkan hasil bioetanol. Dengan demikian, penelitian ini semakin menguatkan hipotesis bahwa optimasi proses fermentasi dan pretreatment memiliki dampak signifikan terhadap efisiensi konversi biomassa menjadi bioetanol.

Nilai kalor bioetanol yang diperoleh dalam penelitian ini menunjukkan hasil yang lebih tinggi dibandingkan beberapa penelitian sebelumnya. Perlakuan dengan NaOH 15% dan fermentasi selama 120 jam menghasilkan bioetanol dengan nilai kalor tertinggi sebesar 1560.37 Cal/gram. Dibandingkan dengan penelitian [8], yang meneliti bioetanol berbasis limbah pertanian dan memperoleh nilai kalor yang lebih rendah, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa optimasi kombinasi pretreatment dan fermentasi dapat meningkatkan kualitas bioetanol sebagai bahan bakar alternatif. Peningkatan nilai kalor ini menunjukkan bahwa kadar bioetanol yang lebih tinggi memiliki konsentrasi energi yang lebih besar, sehingga lebih efisien sebagai bahan bakar.

Meskipun hasil penelitian ini mendukung temuan-temuan sebelumnya, terdapat beberapa aspek yang perlu dieksplorasi lebih lanjut. Salah satu aspek yang perlu dipertimbangkan adalah evaluasi lebih mendalam mengenai batas optimal durasi fermentasi agar mikroorganisme tetap dapat bekerja secara efisien tanpa mengalami penurunan efektivitas. Selain itu, eksplorasi mengenai teknik pemurnian lebih lanjut dapat dilakukan untuk meningkatkan kemurnian dan efisiensi bioetanol yang dihasilkan. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan metode produksi bioetanol yang lebih efisien dan berkelanjutan.

## 4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa konsentrasi NaOH dalam proses delignifikasi berpengaruh secara signifikan terhadap kadar glukosa

yang tersedia untuk fermentasi, di mana NaOH 15% menghasilkan kadar glukosa tertinggi sebesar 19%. Kombinasi konsentrasi NaOH dan durasi fermentasi juga berperan dalam peningkatan produksi bioetanol, dengan perlakuan NaOH 15% dan fermentasi selama 120 jam menghasilkan kadar bioetanol tertinggi sebesar 80%, rendemen tertinggi sebesar 17%, serta nilai kalor tertinggi sebesar 1560,37 Cal/gram. Temuan ini menguatkan hasil penelitian sebelumnya mengenai efektivitas pretreatment NaOH serta pengaruh waktu fermentasi terhadap produksi bioetanol, sekaligus menunjukkan bahwa kombinasi keduanya mampu meningkatkan efisiensi konversi biomassa secara optimal. Selain itu, penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan teknologi energi terbarukan berbasis sumber daya hayati dengan pemanfaatan limbah pertanian, khususnya tongkol jagung, sebagai bahan baku bioetanol.

## Referensi

- [1] A. Abidin, S. F. Yanuar, Nurhalim, M. Z. Ridlo, N. A. Mufarida, and A. A. M. Putra, "Penambahan Bioethanol terhadap Karakteristik Performa Motor 150 dan 160 cc Menggunakan Dynotest," *J-Proteksion*, no. 1, 2023, doi: 10.32528/jp.v8i1.512.
- [2] D. W. Pratama, N. A. Mufarida, and A. Abidin, "PENGARUH VARIASI KOMPOSISI STARTER KOTORAN KUDA, RAGI DAN EM-4 TERHADAP KUALITAS BAHAN BAKAR BIOGAS LIMBAH CAIR TAHU," *J-Proteksion*, vol. 4, no. 2, pp. 1–10, Feb. 2020.
- [3] Y. Kurniati, I. E. Khasanah, and K. Firdaus, "Kajian Pembuatan Bioetanol dari Limbah Kulit Nanas (*Ananas comosus*. L)," *Jurnal Teknik Kimia USU*, vol. 10, no. 2, pp. 95–101, 2021, [Online]. Available: <https://talenta.usu.ac.id/jtk>
- [4] N. Hayati, Masrullita, I. Ibrahim, Suryati, and Sulhatun, "PEMBUATAN GLUKOSA DENGAN MEMANFAATKAN LIMBAH BONGGOL JAGUNG," *Chemical Engineering Journal Storage*, vol. 2, no. 1, pp. 1–11, May 2022.
- [5] M. Gustina, Jalaluddin, N. ZA, S. Bahri, and Masrullita, "PENGARUH LAMA WAKTU FERMENTASI TERHADAP KADAR BIOETANOL DARI PATI UBI JALAR UNGU (*Ipomea batata* L)," *Chemical Engineering Journal Storage*, vol. 2, no. 2, pp. 116–125, 2022.
- [6] N. A. Mufarida, A. Abidin, M. Z. Ridlo, and Nurhalim, "Unjuk Kerja Performa Mesin Motor 4 Langkah dengan Menggunakan Campuran Bioethanol-Pertamax," *Jurnal Penelitian Ipteks*, vol. 9, no. 1, pp. 224–230, Jul. 2024.
- [7] A. Bin Arif, A. Budiyanto, W. Diyono, M. Hayuningtyas, T. Marwati, and N. Richana, "PENGARUH KONSENTRASI NaOH DAN ENZIM SELULASE: XILANASE TERHADAP PRODUKSI BIOETANOL DARI TONGKOL JAGUNG," 2016.
- [8] Cornelia. M. A. Wattimena, L. R. Parera, and W. N. Imlabla, "TEKNIK BUDIDAYA BEBERAPA JENIS KAYU PENGHASIL BIOENERGI UNTUK MENUNJANG PRODUKTIFITAS BRIKET ARANG," *JURNAL OF DEDICATION TO PAPUA COMMUNITY*, vol. 4, no. 1, pp. 39–58, 2021.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)