

DEGRADASI LIGNIN DARI AMPAS SAGU MENGGUNAKAN FOTOKATALIS TiO_2 DAN UJI AKTIFITAS ANTIBAKTERI

Irwan Irwan

Program Studi Farmasi, Fakultas Sains dan Teknologi, Institut Teknologi dan Kesehatan Avicenna,
Indonesia

Correspondensi author email : nazrilirwan16@gmail.com

Wayuningsih Wayuningsih

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Halu Oleo,
Indonesia

wayuningsih99@gmail.com

Muhammad Natsir

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Halu Oleo, Indonesia
natsirsibali@yahoo.com

ABSTRACT

*This study reports the effectiveness of the TiO_2 photocatalyst in degrading lignin in sago pulp waste and testing its antibacterial activity on *Escherichia coli*. The lignin degradation process was carried out using a TiO_2 photocatalyst in a photocatalytic reactor operated with a UV lamp. The degradation results of sago pulp waste were analyzed using a UV-Vis spectrophotometer to measure the decrease in absorbance. The results showed that the TiO_2 photocatalyst was able to degrade lignin from sago pulp waste with high effectiveness. It is proved that the concentration of lignin decreased with increasing photooxidation time. In addition, the results of the degradation of sago pulp waste also showed antibacterial activity against *E. coli*, as seen from the presence of very strong inhibition zones at concentrations of 500 ppm and 1000 ppm with a photooxidation time of 250 minutes. This indicates that the potential use of degradation products as antimicrobial compounds.*

Keywords: Sago pulp, lignin, TiO_2 , antibacterial, *Escherichia coli*.

ABSTRAK

Studi ini melaporkan efektivitas fotokatalis TiO_2 dalam mendegradasi lignin pada limbah ampas sagu serta uji aktivitas antibakteri pada *Escherichia coli*. Proses degradasi lignin dilakukan dengan menggunakan fotokatalis TiO_2 dalam reaktor fotokatalitik yang dioperasikan dengan lampu UV. Hasil degradasi limbah ampas sagu dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis untuk mengukur penurunan absorbans. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fotokatalis TiO_2 mampu mendegradasi lignin dari limbah ampas sagu dengan efektivitas yang tinggi. Terbukti bahwa konsentrasi lignin menurun seiring dengan meningkatnya waktu fotooksidasi. Selain itu, hasil degradasi limbah ampas sagu juga menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *E. coli*, terlihat dari adanya zona hambat yang sangat kuat pada konsentrasi 500 ppm dan 1000 ppm dengan waktu fotooksidasi 250 menit. Hal ini menandakan bahwa potensi penggunaan hasil degradasi sebagai senyawa antimikroba.

Kata Kunci : Ampas Sagu, lignin, TiO_2 , Antibakteri, *Escherichia coli*

PENDAHULUAN

Tanaman sagu (*Metroxylon sago*) merupakan salah satu sumber bahan pangan penting di Sulawesi Tenggara. Malemba (Melamba, 2014) menyebutkan bahwa hamparan sagu di Sulawesi Tenggara tersebar di beberapa wilayah daratan diantaranya Kabupaten Konawe, Konawe Selatan, Kolaka, Kolaka Utara, Kolaka Timur, Bombana, dan Kota Kendari dengan luas sekitar 5.083 ha. Selama ini, pemanfaatan tanaman sagu hanya terfokus pada ekstraksi patinya dimana pati yang dihasilkan hanya 20-30% sedangkan 75-83% berupa limbah ampas sagu (Dewi, Kusumaningrum, Edowai, Pranoto, & Darmadji, 2017). Berdasarkan proporsi antara pati sagu dengan ampas sagu dapat diperkirakan betapa banyaknya limbah yang dihasilkan dari satu pohon sagu. Kandungan empulur tanaman sagu per pohon mencapai 1 ton (1000 kg), sehingga bisa didapatkan 815 kg ampas sagu. Jumlah ampas sagu yang banyak tersebut sampai saat ini belum dimanfaatkan secara optimal, hanya dibiarkan menumpuk di lokasi pengolahan tepung sagu yang pada akhirnya dapat menyebabkan pencemaran lingkungan (Wambrauw, Agustinus, Allo, & Agnesari, 2017).

Limbah ampas sagu merupakan limbah lignoselulosa yang kaya akan selulosa dan pati. Limbah sagu berupa ampas sagu mengandung 18,5% (Asben & Permata, 2018) pati dan sisanya berupa serat kasar, (Ginting & Pase, 2018) protein kasar, (Hehanussa, Ralahalu, & Latupeirissa, 2018) lemak (Amalia, Prihastanti, & Hastuti, 2019) dan abu (Ngaini, Noh, & Wahi, 2018). Berdasarkan persentase tersebut ampas mengandung residu lignin sebesar 21% sedangkan kandungan selulosanya sebesar 20% dan sisanya merupakan zat ekstraktif dan abu (N. I. S. Anuar et al., 2018; Widiyandari et al., 2013). Selain itu, kulit batang sagu mengandung selulosa 57% (K. Anuar, Zul, & Fitmawati, 2014) dan lignin yang lebih banyak 38% dari ampas sagu (Nurmalasari & Afiah, 2017). Salah satu komponen yang berpotensi pada limbah ampas sagu adalah lignin. Lignin merupakan senyawa pada tanaman yang mempunyai peranan sebagai antikanker, antibakteri, antijamur dan antivirus.

Lignin sebagai salah satu komponen utama dalam ampas sagu adalah suatu polimer yang kompleks dengan bobot molekul tinggi yang tersusun atas unit-unit fenilpropana yang juga merupakan komponen utama penyusun kayu (Collins et al., 2019; Feghali et al., 2018; Gilca, Popa, & Crestini, 2015). Struktur molekul lignin sangat berbeda bila dibandingkan dengan polisakarida karena terdiri atas sistem aromatik yang tersusun atas unit-unit fenilpropana. Dalam kayu lunak kandungan lignin lebih banyak bila dibandingkan dengan kayu keras. Beberapa sifat-sifat lignin adalah tidak larut dalam air, berat molekul berkisar antara 2.000-15.000, molekul lignin mengandung gugus hidroksil, metoksil dan karboksil dan bila didegradasi oleh basa akan membentuk turunan benzene (Coniwanti, Anka, & Sanders, 2017; Setiati, Wahyuningrum, Siregar, & Marhaendrajana, 2016).

Umumnya kandungan lignin yang tinggi, yang sulit terdegradasi secara alami dan dapat menyebabkan pencemaran lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengurangi kandungan lignin dalam limbah ampas sagu adalah dengan menggunakan fotokatalis TiO_2 . Fotokatalis TiO_2 telah terbukti efektif dalam mendegradasi senyawa organik yang sulit terurai seperti lignin melalui proses oksidasi fotokatalitik. Proses fotokatalisis melibatkan absorpsi foton oleh TiO_2 yang menghasilkan pasangan elektron-holes. Elektron yang dihasilkan akan bereaksi dengan oksigen di udara, membentuk spesies radikal bebas seperti ion hidroksil dan superoksida yang sangat reaktif dan dapat mengoksidasi senyawa organik. Proses ini dapat diintensifkan dengan menggunakan lampu UV sebagai sumber cahaya.

Dalam konteks limbah ampas sagu, penggunaan fotokatalis TiO_2 dapat membantu mengurangi kandungan lignin dalam limbah, sehingga dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Selain itu, proses fotokatalisis juga dapat meningkatkan nilai ekonomi limbah ampas sagu dengan menghasilkan senyawa organik yang lebih sederhana dan dapat dimanfaatkan sebagai

bahan baku industri lainnya. Kandungan lignin dari limbah ampas sagu pada penelitian ini akan dimanfaatkan sebagai bakterisida (antibakteri) khususnya pada bakteri *Escherichia coli* (*E. coli*). Pemilihan bakteri *E. coli* sebagai fokus utama dalam penelitian ini sebab bakteri *Escherichia coli* saat ini penyebarannya dalam kehidupan manusia utamanya pada lingkungan serta pengaplikasiannya pada dunia industri semakin luas menyebabkan mudahnya masyarakat terinfeksi bakteri *E. coli*. Keberadaan jumlah bakteri *E. coli* yang melebihi ambang batas didalam tubuh diakibatkan oleh konsumsi makanan dan minuman yang terkontaminasi oleh bakteri *Escherichia coli*. Kontaminasi *E. coli* pada bahan pangan berasal dari kontaminasi pada saat pemrosesan atau pengolahan bahan pangan tersebut yang tidak higienis dan saniter.

METODE PENELITIAN

Preparasi Limbah Ampas Sagu

Limbah ampas sagu terlebih dahulu dibersihkan dari kotoran yang bercampur dengan ampas sagu kemudian dikeringkan selama satu minggu di udara terbuka (sinar matahari) untuk menghilangkan kandungan air dalam ampas sagu. Ampas sagu yang telah kering digiling dengan menggunakan blender agar diperoleh serbuk halus. Serbuk yang terbentuk diayak menggunakan saringan ukuran 60 mesh.

Ekstraksi Lignin dari Limbah Ampas Sagu

Serbuk ampas sagu sebanyak 500 gram yang telah dikeringkan direndam menggunakan 2500 mL NaOH 2 M selama 3×24 jam dalam toples. Campuran kemudian disaring dengan menggunakan kain. Filtrat diencerkan dengan air perbandingan 1:2 (v/v). Filtrat yang diperoleh dari hasil pengenceran diendapkan ligninnya melalui cara titrasi dengan menggunakan H₂SO₄ 20% sampai pH 2 sambil dilakukan pemanasan pada suhu 60 °C dan diaduk cepat dengan magnetic stirer, kemudian didiamkan selama 24 jam agar pengendapan sempurna. Endapan lignin dipisahkan dari campuran menggunakan centrifuge (4500 rpm, 15 menit) kemudian disaring dengan kertas saring. Untuk meningkatkan kemurnian lignin, endapan lignin tersebut dilarutkan kembali dengan NaOH 1 M dan diendapkan kembali dengan cara titrasi menggunakan asam sulfat (H₂SO₄) 5%. Endapan yang telah dicuci dikeringkan dalam oven (50 °C) selama 24 jam sampai berat konstan sehingga dihasilkan lignin berbentuk serbuk. Rendemen lignin dihitung berdasarkan perbedaan berat antara lignin yang diperoleh setelah dikeringkan dengan berat sampel (ampas sagu) yang digunakan.

Fotooksidasi Lignin dengan sinar UV dan Katalis TiO₂

Fotooksidasi dapat didefinisikan sebagai suatu reaksi kimia yang melibatkan cahaya dan katalis padat seperti semikonduktor TiO₂ untuk mengoksidasi suatu senyawa. Lignin dapat dioksidasi menjadi senyawa yang lebih sederhana melalui fotooksidasi menggunakan katalis TiO₂. Fotooksidasi dilakukan dengan cara 100 mL larutan lignin konsentrasi 500 ppm dan 1000 ppm dalam gelas kimia 250 mL ditambahkan katalis TiO₂ diaduk dengan stirer selama 24 jam. Kemudian dimasukkan dalam 10 gelas kimia berukuran 50 mL masing-masing sebanyak 20 mL. Pada gelas kimia diberi label 1, 2, 3, 4, dan 5 kemudian dimasukkan dalam reaktor sinar UV. Setiap 50 menit dikeluarkan gelas kimia dari reaktor UV sesuai nomor label. Hasil perlakuan diendapkan selama satu malam. Lapisan atas diambil dan disentrifugasi kemudian larutan diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum.

Uji Aktivitas Antibakteri

Uji Aktivitas antibakteri dilakukan dengan menggunakan metode sumur difusi. Sumur difusi adalah

uji untuk menunjukkan daya hambat larutan lignin yang telah difotooksidasi terhadap bakteri E.Coli. Aktivitas antibakteri diukur dari diameter zona bening (mm) pada media NA untuk larutan lignin yang dibandingkan dengan senyawa standar antibakteri supertetra sebagai kontrol positif dan pelarut yang digunakan dalam proses ekstraksi sebagai kontrol negatif. Uji aktivitas antibakteri dilakukan dengan dua kali pengulangan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi Lignin dari Limbah Ampas Sagu

Preparasi sampel dalam penelitian ini dengan menguraikan limbah ampas sagu ke dalam bentuk serat dan digiling menggunakan mesin *ball mill* agar diperoleh serat ampas sagu dengan ukuran yang lebih kecil untuk mempermudah reaksi kontak terhadap sampel dengan pelarut dan mengoptimalkan *proses pretreatment*.

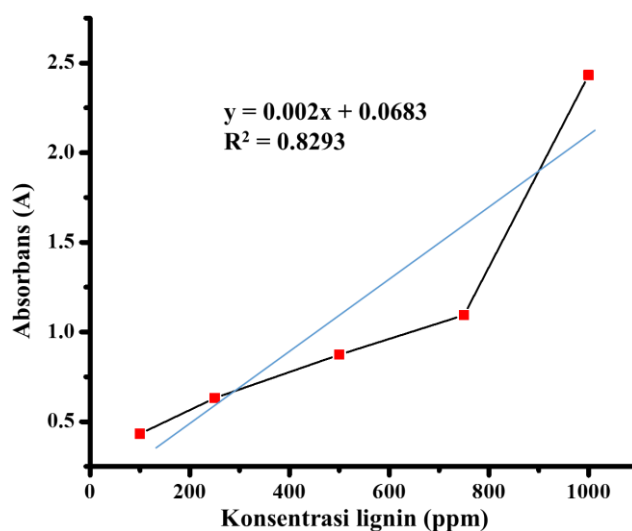


Gambar 1. Hasil isolasi limbah sagu, (A) pengendapan lignin selama 24 jam; (B) lignin kering

Proses isolasi lignin dilakukan dengan serbuk ampas sagu direndam dengan NaOH 2 M selama 3×24 jam (Gambar 1A) untuk memisahkan lignin dari ampas sagu selanjutnya. Menurut Natsir et al. 2018 penambahan basa merupakan metode yang paling efektif untuk merusak ester antara lignin, hemiselulosa, dan selulosa serta mencegah terjadinya fermentasi hemiselulosa. Selain itu, lignin memiliki sifat mudah larut dalam kondisi basa. Gambar 1B menunjukkan hasil pemisahan ekstrak ampas sagu dengan lignin yang diperoleh berwarna coklat dan persen rendamen sebesar 1,62%. Semakin rendahnya konsentrasi NaOH yang digunakan ternyata membuat reaksi lebih efektif sehingga rendemen yang didapatkan meningkat. Hal ini dapat terjadi dikarenakan kontak antara pelarut NaOH dan serabut ampas sagu membutuhkan waktu yang cukup lama walaupun diberikan suhu yang tinggi dan pengaduk yang konstan.

Fotooksidasi Larutan Lignin

Penentuan kurva larutan lignin menggunakan larutan lignin dengan konsentrasi 100 ppm, 250 ppm, 500 ppm, 750 ppm dan 1000 ppm. Selanjutnya ditentukan nilai absorbansi dari masing-masing konsentrasi pada panjang gelombang 420 nm. Kurva kalibrasi dibuat dengan menghubungkan antara konsentrasi larutan lignin dengan absorbansi (Gambar 2).



Gambar 2. Kurva kalibrasi hubungan antara konsentrasi larutan lignin dengan absorbansi
Fotooksidasi lignin dilakukan pada larutan lignin dengan konsentrasi 1000 ppm dan 500

ppm masing-masing ditambahkan katalis TiO_2 (Tabel 1 dan 2) dan difotooksidasi menggunakan sinar UV untuk menguraikan senyawa lignin. Larutan lignin hasil fotooksidasi yang disajikan pada gambar 9 selanjutnya diukur absorbansinya dengan menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis. Nilai konsentrasi larutan lignin hasil fotooksidasi didapat dari hasil persamaan regresi linear, dimana persamaan regresi linear dari larutan lignin yang didapat adalah $y = 0,002x + 0,068$ dan $R^2 = 0,829$.

Tabel 1. Konsentrasi larutan lignin 500 ppm hasil fotooksidasi

Waktu fotooksidasi (menit)	Absorbans (A)	Konsentrasi lignin (ppm)
50	0,325	128,5
100	0,312	122
150	0,256	94
200	0,214	73
250	0,168	50

Tabel 2. Konsentrasi larutan lignin 1000 ppm hasil fotooksidasi

Waktu fotooksidasi (menit)	Absorbans (A)	Konsentrasi lignin (ppm)
50	0,216	74
100	0,211	71,5
150	0,191	61,5
200	0,112	22
250	0,109	20,5

Uji Aktivitas Antibakteri *E. Coli*

Uji aktivitas antibakteri terhadap bakteri *E. Coli* telah dilakukan pada penelitian ini, dengan menggunakan sampel lignin dari ampas sagu yang telah diperoleh turunan senyawa fenolik yang dapat bertindak sebagai penghambat tumbuhnya bakteri. Aktivitas antibakteri diukur dari diameter zona bening (mm) pada media NA untuk sampel uji yang dibandingkan dengan senyawa standar antibakteri supertetra sebagai kontrol positif dan pelarut yang digunakan sebagai kontrol negatif.

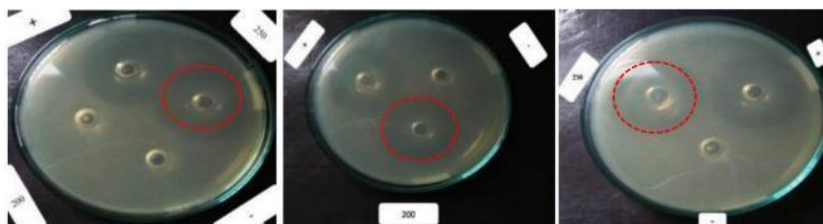
Penggunaan supertetra sebagai kontrol positif karena mengandung antibiotik tetrasiklin. Dimana tetrasiklin termasuk antibiotik dengan spektrum luas yang dapat menghambat hampir semua bakteri gram negatif maupun gram positif (Muharni dkk., 2017). Hasil uji aktivitas antibakteri dari lignin 500 ppm dan 700 ppm dapat dilihat masing-masing pada Tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Hasil pengukuran diameter zona hambat larutan lignin 500 ppm

Kode Sampel	Diameter hambat (mm)	Keterangan
Kontrol	26	Kuat
NaOH Kontrol	0	-
Lignin 500 ppm fotooksidasi 200 menit	0	-
Lignin 500 ppm fotooksidasi 250 menit	25	Kuat

Tabel 4. Hasil pengukuran diameter zona hambat larutan lignin 1000 ppm

Kode Sampel	Diameter hambat (mm)	Keterangan
Kontrol	27	Kuat
NaOH Kontrol	0	-
Lignin 1000 ppm fotooksidasi 200 menit	26	Kuat
Lignin 1000 ppm fotooksidasi 250 menit	26,5	Kuat



Gambar 3. Aktivitas antimikroba senyawa degradasi lignin terhadap *E. Coli*

KESIMPULAN

Singkatnya, fotokatalis TiO_2 efektif dalam mendegradasi lignin dari limbah ampas sagu dengan efektivitas yang tinggi. Hasil degradasi limbah ampas sagu juga menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli*, yang menunjukkan potensi penggunaan hasil degradasi sebagai kandidat senyawa antimikroba. Secara keseluruhan, penggunaan fotokatalis TiO_2 dalam degradasi lignin dari limbah ampas sagu dapat memberikan manfaat yang signifikan dalam pengolahan limbah dan potensi pengembangan teknologi pengolahan limbah berbasis fotokatalis TiO_2 dengan aplikasi yang lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, S. N., Prihastanti, E., & Hastuti, E. D. (2019). Effect of the combination of tofu liquid waste and plant media of sago waste on the growth of cayenne (*Capsicum frutescens* L.). In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1217, p. 12157). IOP Publishing.
- Anuar, K., Zul, D., & Fitmawati, F. (2014). Potensi Limbah Sagu (Metroxylon SP.) Di Kecamatan Tebing Tinggi Barat Kabupaten Kepulauan Meranti Sebagai Substrat Penghasil Biogas. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau*, 1(1).

- Anuar, N. I. S., Zakaria, S., Kaco, H., Hua, C. C., Chunhong, W., & Abdullah, H. S. (2018). Physico-mechanical, chemical composition, thermal degradation and crystallinity of oil palm empty fruit bunch, kenaf and polypropylene fiber: A comparative study. *Sains Malaysiana*, 47(4), 839–851.
- Asben, A., & Permata, D. A. (2018). PENGARUH UKURAN PARTIKEL AMPAS SAGU DALAM PRODUKSI PIGMEN ANGKAK MENGGUNAKAN *Monascus purpureus*. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 22(2), 111–117.
- Collins, M. N., Nechifor, M., Tanasă, F., Zănoagă, M., McLoughlin, A., Stróżyk, M. A., ... Teacă, C.-A. (2019). Valorization of lignin in polymer and composite systems for advanced engineering applications—a review. *International Journal of Biological Macromolecules*.
- Coniwanti, P., Anka, M. N. P., & Sanders, C. (2017). PENGARUH KONSENTRASI, WAKTU DAN TEMPERATUR TERHADAP KANDUNGAN LIGNIN PADA PROSES PEMUTIHAN BUBUR KERTAS BEKAS. *Jurnal Teknik Kimia*, 21(3).
- Dewi, A. M. P., Kusumaningrum, M. Y., Edowai, D. N., Pranoto, Y., & Darmadji, P. (2017). Ekstraksi dan Karakterisasi Selulosa Dari Limbah Ampas Sagu. *Prosiding SNST Fakultas Teknik*, 1(1).
- Feghali, E., Torr, K. M., van de Pas, D. J., Ortiz, P., Vanbroekhoven, K., Eevers, W., & Vendamme, R. (2018). Thermosetting polymers from lignin model compounds and depolymerized lignins. *Topics in Current Chemistry*, 376(4), 32.
- Gilca, I. A., Popa, V. I., & Crestini, C. (2015). Obtaining lignin nanoparticles by sonication. *Ultrasonics Sonochemistry*, 23, 369–375.
- Ginting, N., & Pase, E. (2018). Effect of incubation time of sago (metroxylon sago) waste by local microorganism "ginta" on ph, crude protein, and crude fiber content. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 130, p. 12022). IOP Publishing.
- Hehanussa, S. C. H., Ralahalu, T. N., & Latupeirissa, C. C. E. (2018). Kinerja Produksi dan Kualitas Karkas Itik yang Diberi Ransum Mengandung Ampas Sagu. *AGRITEKNO, Jurnal Teknologi Pertanian*, 7(1), 1–8.
- Melamba, B. (2014). Sagu (Tawaro) dan Kehidupan Etnik Tolaki di Sulawesi Tenggara. *Paramita: Historical Studies Journal*, 24(2).
- Ngaini, Z., Noh, F., & Wah, R. (2018). Facile sorbent from esterified cellulosic sago waste for engine oil removal in marine environment. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 15(2), 341–348.
- Nurmalasari, N., & Afiah, N. (2017). BRIKET KULIT BATANG SAGU (Metroxylon sago) MENGGUNAKAN PEREKAT TAPIOKA DAN EKSTRAK DAUN KAPUK (*Ceiba pentandra*). *Journal of Mathematics and Natural Sciences*, 8(1), 1–10.
- Setiati, R., Wahyuningrum, D., Siregar, S., & Marhaendrajana, T. (2016). Optimasi Pemisahan Lignin Ampas Tebu Dengan Menggunakan Natrium Hidroksida. *Ethos (Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat)*, 4(2), 257–264.
- Wambraw, E. V., Agustinus, A., Allo, E. P., & Agnesari, L. (2017). PELATIHAN PEMBUATAN BAHAN BAKAR BRIKET AMPAS SAGU SEBAGAI ALTERNATIF ENERGI DALAM SKALA RUMAH TANGGA DI DISTRIK SENTANI TIMUR. *JURNAL PENGABDIAN PAPUA*, 1(2).
- Widiyandari, H., Setiabudi, W., Subagio, A., Haryanti, S., Siahaan, P., & Tjahjana, H. (2013). Pengaruh Penggunaan Binder terhadap Densitas dan Kalor Pembakaran Briket dari Limbah Sagu. *Indonesian Journal Of Applied Physics*, 3(02), 188–194.