



Analisis Nilai Tambah Ampas Tebu menjadi Mikrokristalin Selulosa (MCC) dengan Metode Hayami

Azzahra Azizi, & Fitriani Kasim*

Departemen Teknologi Industri Peranian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas, Indonesia

ABSTRAK

Ampas tebu merupakan hasil samping agroindustri yang berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku produk bernilai tambah, salah satunya mikrokristalin selulosa (MCC). Penelitian ini bertujuan menganalisis nilai tambah pengolahan ampas tebu menjadi MCC serta komponen ekonomi yang membentuk nilai tambah menggunakan metode Hayami. Penelitian dilakukan dengan menganalisis penggunaan bahan baku, hasil produksi, tenaga kerja, harga output, harga bahan baku, dan input lain dalam satu kali proses produksi. Hasil analisis menunjukkan bahwa pengolahan 0,075 kg ampas tebu menghasilkan 0,018 kg MCC dengan faktor konversi sebesar 0,24. Nilai output yang dihasilkan sebesar Rp1.032.000/kg bahan baku dan nilai tambah sebesar Rp630.306,67/kg bahan baku dengan rasio nilai tambah sebesar 61,08%, yang termasuk dalam kategori tinggi. Imbalan tenaga kerja sebesar Rp533.333,33/kg bahan baku dengan pangsa tenaga kerja sebesar 84,62%, sedangkan keuntungan yang diperoleh sebesar Rp96.973,34/kg bahan baku dengan tingkat keuntungan sebesar 9,40%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pengolahan ampas tebu menjadi MCC mampu meningkatkan nilai ekonomi bahan baku dan menghasilkan nilai tambah yang tinggi. Dengan demikian, pemanfaatan ampas tebu sebagai bahan baku MCC berpotensi dikembangkan sebagai alternatif produk bernilai tambah, dengan peningkatan efisiensi proses dan skala produksi untuk meningkatkan keuntungan.

KATA KUNCI

Ampas tebu; MCC; metode hayami; nilai tambah

PENULIS KORESPONDEN

Alamat e-mail penulis koresponden: fitrianikasim@ae.unand.ac.id

1. Pendahuluan

Ampas tebu merupakan salah satu hasil samping dari kegiatan agroindustri yang jumlahnya cukup besar dan masih memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku produk bernilai tambah. Selama ini, pemanfaatan ampas tebu masih banyak diarahkan untuk kebutuhan dengan nilai ekonomi relatif rendah, sehingga diperlukan upaya pengolahan yang mampu meningkatkan nilai guna dan nilai ekonominya [1]. Salah satu alternatif pemanfaatan ampas tebu adalah melalui isolasi selulosa untuk menghasilkan mikrokristalin selulosa (MCC). Kandungan selulosa pada ampas tebu menjadikannya berpotensi sebagai sumber bahan baku selulosa untuk menghasilkan produk turunan dengan nilai guna yang lebih tinggi [2].

Mikrokristalin selulosa merupakan turunan selulosa yang diperoleh melalui proses penghilangan komponen non-selulosa dan hidrolisis bagian amorf selulosa. Proses pengolahan tersebut umumnya meliputi delignifikasi, *bleaching*, isolasi alfa-selulosa, dan hidrolisis asam. Karakteristik MCC yang dihasilkan dipengaruhi oleh karakteristik bahan baku serta kondisi proses pengolahannya. Nawangsari et al. (2019) menunjukkan bahwa ampas tebu dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam pembuatan mikrokristalin selulosa [3]. Sementara itu, Kasim dan Asben (2022) menunjukkan bahwa kondisi hidrolisis asam, khususnya konsentrasi asam dan waktu hidrolisis, berpengaruh terhadap hasil MCC yang diperoleh. Hal tersebut menunjukkan bahwa pengolahan ampas tebu menjadi MCC memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai salah satu bentuk pemanfaatan biomassa agroindustri [4].

Pemanfaatan biomassa menjadi produk turunan tidak hanya perlu ditinjau dari aspek teknis, tetapi juga dari aspek ekonomi. Proses pengolahan menyebabkan bahan baku mengalami perubahan bentuk dan fungsi sehingga dapat



menghasilkan peningkatan nilai ekonomi. Nilai tambah merupakan peningkatan nilai suatu produk sebagai akibat adanya perlakuan atau proses pengolahan terhadap bahan baku [5]. Oleh karena itu, keberhasilan pengolahan ampas tebu menjadi MCC tidak cukup hanya dinilai berdasarkan kemampuan menghasilkan produk, tetapi juga perlu diketahui sejauh mana proses tersebut mampu menciptakan nilai tambah bagi bahan baku yang digunakan [6].

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menganalisis nilai tambah hasil pengolahan adalah metode Hayami. Metode Hayami digunakan untuk mengetahui nilai tambah yang dihasilkan melalui suatu proses pengolahan dengan mempertimbangkan penggunaan bahan baku, hasil produksi, tenaga kerja, harga produk, serta input lain yang digunakan selama proses produksi [7]. Analisis tersebut dapat memberikan gambaran mengenai nilai output, nilai tambah, rasio nilai tambah, imbalan tenaga kerja, keuntungan, dan margin yang dihasilkan dari suatu kegiatan pengolahan. Dengan demikian, metode Hayami dapat digunakan untuk memberikan perspektif ekonomi terhadap pemanfaatan ampas tebu sebagai bahan baku MCC.

Penelitian mengenai ampas tebu menjadi MCC yang telah dilakukan sebelumnya lebih banyak berfokus pada aspek teknis, seperti proses isolasi, kondisi hidrolisis, rendemen, dan karakteristik MCC. Sementara itu, kajian yang secara khusus menghubungkan proses pengolahan ampas tebu menjadi MCC dengan penciptaan nilai tambah ekonomi masih perlu dikembangkan. Kondisi tersebut menjadi dasar dilakukannya penelitian mengenai analisis nilai tambah pengolahan ampas tebu menjadi mikrokristalin selulosa (MCC) menggunakan metode Hayami [8]. Penelitian ini berfokus pada pengukuran nilai tambah yang dihasilkan dari proses pengolahan ampas tebu menjadi MCC serta komponen-komponen ekonomi yang membentuk nilai tambah tersebut, sehingga dapat memberikan gambaran mengenai potensi pemanfaatan ampas tebu sebagai bahan baku produk bernilai tambah:

2. Metode Penelitian

2.1. Bahan dan Alat

Alat yang digunakan yaitu timbangan analitik, gelas beaker, pipet tetes, pipet ukur, kertas pH, aluminum foil, thermometer, erlenmeyer, *hot plate*, *magnetic stirrer*, ayakan 40 mesh, cawan aluminium, sentrifugasi. Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini yaitu ampas tebu, gliserol, aquades, HNO_3 3,5%, NaNO_2 , NaOH 2%, Na_2SO_3 2%, NaOCl 1,75%, NaOH 17,5%, H_2O_2 10%, H_2SO_4 35%.

2.2. Pembuatan MCC dari Ampas Tebu

Ampas tebu dicuci secara berulang hingga bersih, kemudian dipotong dengan ukuran sekitar 3–4 cm. Ampas tebu dikeringkan dengan cara dijemur di bawah sinar matahari hingga mencapai kondisi kering dengan kadar air <10%. Ampas tebu kering kemudian dihaluskan menggunakan *blender* dan diayak dengan ayakan berukuran 40 mesh. Serat hasil preparasi sebelumnya ditimbang sebanyak 75 g dan dimasukkan ke dalam gelas piala kemudian ditambahkan 1 l larutan HNO_3 3,5% serta 10 mg NaNO_2 , lalu dipanaskan menggunakan *hot plate* dengan pengaduk magnetik pada suhu 90°C selama 2 jam. Campuran selanjutnya disaring dan *pulp* yang diperoleh dicuci hingga mencapai pH netral. *Pulp* kemudian direaksikan dengan 750 ml larutan 2% NaOH dan 2% Na_2SO_3 pada suhu 50°C selama 1 jam, disaring, dan dicuci hingga pH netral. Proses pemutihan dilakukan menggunakan 250 ml larutan NaOCl 1,75% pada suhu 100°C selama 30 menit, kemudian produk disaring dan dicuci hingga netral. Tahap pemurnian alfa-selulosa selanjutnya dilakukan dengan menambahkan 500 ml larutan NaOH 17,5% pada suhu 80°C selama 30 menit, diikuti dengan proses penyaringan dan pencucian hingga pH netral. Pada tahap akhir, pulp diputihkan kembali menggunakan 250 ml larutan H_2O_2 10% pada suhu



60°C selama 5 menit. Terhadap alfa (α)-selulosa yang diperoleh dilakukan isolasi mikrokristalin selulosa dengan menggunakan 100 ml larutan 35% H_2SO_4 selama 10 menit [9].

2.3. Analisis Nilai Tambah Metode Hayami

Pada penelitian ini digunakan metode Hayami untuk menghitung nilai tambah. Perhitungan nilai tambah dengan Metode Hayami dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rincian Perhitungan Nilai Tambah, Pendapatan, dan Balas Jasa Faktor Produksi dalam Proses Produksi MCC

No.	Variabel	Notasi
I. Output, Input, Harga		
1.	Output (kg)	a
2.	Input (kg)	b
3.	Tenaga Kerja (JOK)	c
4.	Faktor Konversi	$d = a/b$
5.	Koefisien Tenaga Kerja (JOK/kg)	$e = c/b$
6.	Harga Output (Rp/kg)	f
7.	Upah Rata-Rata (Rp/JOK)	g
II. Penerimaan dan Keuntungan		
8.	Harga Bahan Baku (Rp/kg)	h
9.	Sumbangan Input Lain (Rp/kg)	i
10.	Nilai Output (Rp/kg)	$j = d \times f$
11.	a. Nilai Tambah (Rp/kg)	$k = j - h - i$
	b. Rasio Nilai Tambah (%)	$l = (k/j) \times 100\%$
12.	a. Imbalan Tenaga Kerja (Rp/kg)	$m = e \times g$
	b. Pangsa Tenaga Kerja (%)	$n = (m/k) \times 100\%$
13.	a. Keuntungan (Rp/kg)	$o = k - m$
	b. Tingkat Keuntungan (%)	$p = (o/j) \times 100\%$
III. Balas Jasa Pemilik Faktor Produksi		
14.	Marjin Keuntungan (Rp/kg)	$q = j - h$
	a. Pendapatan Tenaga Kerja Langsung (%)	$r = (m/q) \times 100\%$
	a. Sumbangan Input Lain (%)	$s = (i/q) \times 100\%$
	b. Keuntungan (%)	$t = (o/q) \times 100\%$

Sumber: Hayami et al. (1987).

3. Hasil dan Pembahasan

Perhitungan nilai tambah dilakukan untuk mengetahui nilai tambah dari bahan baku yang digunakan yaitu ampas tebu. Analisis nilai tambah produk dapat dihitung dengan menggunakan metode Hayami. Perhitungan nilai tambah mikrokristalin selulosa dari ampas tebu untuk satu kali proses produksi menggunakan metode Hayami dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Analisis Nilai Tambah Produksi Mikrokristalin Selulosa (MCC dari Ampas Tebu)

No.	Variabel	Notasi	Nilai
I. Output, Input, Harga			
1	Output (kg)	a	0,018
2	Input (kg)	b	0,075



No.	Variabel	Notasi	Nilai
3	Tenaga Kerja (JOK)	c	8
4	Faktor Konversi	$d = a/b$	0,24
5	Koefisien Tenaga Kerja (JOK/kg)	$e = c/b$	106,67
6	Harga Output (Rp/kg)	f	4.300.000
7	Upah Rata-Rata (Rp/JOK)	g	5.000
II. Penerimaan dan Keuntungan			
8	Harga Bahan Baku (Rp/kg)	h	1.000
9	Sumbangan Input Lain (Rp/kg)	i	408.533,33
10	Nilai Output (Rp/kg)	$j = d \times f$	1.032.000
11	a. Nilai Tambah (Rp/kg)	$k = j - h - i$	630.306,67
	b. Rasio Nilai Tambah (%)	$l = (k/j) \times 100\%$	61,08
12	a. Imbalan Tenaga Kerja (Rp/kg)	$m = e \times g$	533.333,33
	b. Pangsa Tenaga Kerja (%)	$n = (m/k) \times 100\%$	84,62
13	a. Keuntungan (Rp/kg)	$o = k - m$	96.973,34
	b. Tingkat Keuntungan (%)	$p = (o/j) \times 100\%$	9,40
III. Balas Jasa Pemilik Faktor Produksi			
14	Marjin Keuntungan (Rp/kg)	$q = j - h$	1.031.000
	Pendapatan Tenaga Kerja Langsung (%)	$r = (m/q) \times 100\%$	51,73
	b. Sumbangan Input Lain (%)	$s = (i/q) \times 100\%$	38,87
	c. Keuntungan (%)	$t = (o/q) \times 100\%$	9,41

Berdasarkan hasil analisis nilai tambah menggunakan metode Hayami, pengolahan ampas tebu menjadi MCC menghasilkan faktor konversi sebesar 0,24 yang berarti setiap 1 kg ampas tebu mampu menghasilkan 0,24 kg MCC, Faktor konversi tersebut menunjukkan tingkat efisiensi proses produksi dalam mengubah bahan baku menjadi produk akhir. Nilai faktor konversi dipengaruhi oleh kandungan selulosa ampas tebu, efektivitas proses delignifikasi, *bleaching*, hidrolisis asam, serta kehilangan bahan selama proses produksi. Semakin tinggi faktor konversi yang dihasilkan, maka semakin besar jumlah produk yang diperoleh dari setiap satuan bahan baku sehingga nilai output yang dihasilkan juga akan semakin tinggi [10].

Nilai output yang diperoleh sebesar Rp 1.032.000/kg bahan baku yang merupakan hasil perkalian antara faktor konversi (0,24) dengan harga jual MCC sebesar Rp 4.300.000/kg. Harga jual MCC tersebut jika dicari BEP/kg maka didapat lah BEPnya 0,55 kg atau dibulatkan menjadi 0,6 kg sehingga jika MCC terjual 0,6 kg sudah balik modal atau terjual lebih dari itu sudah mendapatkan untung dan jika dicari BEP rupiahnya didapatkan Rp 2.370/gram MCC atau Rp 2.370.000/kg MCC sehingga harga output tersebut sudah memberikan untung untuk penjualan MCC. Setelah dikurangi biaya bahan baku sebesar Rp 1.000/kg dan biaya input lain sebesar Rp 400.693,33/kg diperoleh nilai tambah sebesar Rp 630.306,67/kg



bahan baku. Nilai tersebut menunjukkan bahwa setiap satu kilogram ampas tebu yang diolah mampu memberikan peningkatan nilai ekonomi sebesar Rp 630.306,67 setelah memperhitungkan seluruh biaya. Menurut Hayami et al. (1987), besarnya nilai tambah menunjukkan besarnya peningkatan nilai ekonomi yang diperoleh akibat adanya proses pengolahan suatu komoditas. Semakin besar nilai tambah yang dihasilkan, maka semakin tinggi pula kemampuan suatu proses pengolahan dalam meningkatkan nilai ekonomi bahan baku [11].

Rasio nilai tambah yang diperoleh sebesar 61,08%. Menurut klasifikasi Hayami et al. (1987), rasio nilai tambah dikategorikan menjadi rendah (<15%), sedang (15–40%), dan tinggi (>40%) [5]. Rasio nilai tambah pada penelitian ini termasuk dalam kategori tinggi. Tingginya rasio nilai tambah menunjukkan bahwa sebagian besar nilai output berasal dari proses pengolahan, bukan hanya dari nilai bahan bakunya. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa pemanfaatan ampas tebu sebagai bahan baku mikrokristal selulosa mampu meningkatkan nilai ekonomi limbah agroindustri secara signifikan. Hal ini juga menunjukkan bahwa produksi MCC memiliki prospek yang baik untuk dikembangkan sebagai produk bernilai tinggi (*high value-added product*) karena harga jualnya jauh lebih tinggi dibandingkan bahan baku ampas tebu [12].

Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa imbal jasa tenaga kerja sebesar Rp 533.333,33/kg dengan pangsa tenaga kerja mencapai 84,62% dari nilai tambah. Persentase tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar nilai tambah yang dihasilkan masih digunakan untuk membayar tenaga kerja langsung. Tingginya pangsa tenaga kerja mengindikasikan bahwa proses produksi mikrokristal selulosa masih bersifat padat karya (*labour intensive*), karena sebagian besar tahapan produksi, seperti preparasi bahan baku, delignifikasi, *bleaching*, hidrolisis, pencucian, pengeringan, hingga penghalusan produk masih dilakukan secara manual atau semi-manual [13], [14]. Kondisi ini menyebabkan biaya tenaga kerja menjadi komponen terbesar dalam pembentukan nilai tambah.

Keuntungan yang diperoleh dari proses produksi sebesar Rp 96.973,34/kg bahan baku, dengan tingkat keuntungan sebesar 9,40% dari nilai output. Nilai tersebut menunjukkan bahwa usaha produksi mikrokristal selulosa masih memberikan keuntungan ekonomi setelah memperhitungkan seluruh biaya produksi. Meskipun persentase keuntungan relatif lebih kecil dibandingkan pangsa tenaga kerja, kondisi ini masih menunjukkan bahwa usaha pengolahan ampas tebu menjadi MCC layak untuk dikembangkan, terutama apabila dilakukan peningkatan efisiensi proses produksi. Penerapan peralatan yang lebih modern atau peningkatan kapasitas produksi diperkirakan dapat menurunkan biaya tenaga kerja per satuan produk sehingga keuntungan yang diperoleh dapat meningkat [15], [16]. Berdasarkan analisis distribusi margin yang sebesar Rp 1.031.000/kg dengan 51,73% dialokasikan sebagai pendapatan tenaga kerja langsung, 38,87% digunakan untuk memenuhi kebutuhan input lain, sedangkan 9,41% merupakan keuntungan perusahaan. Distribusi tersebut menunjukkan bahwa biaya operasional terkhususnya biaya tenaga kerja dan penggunaan bahan kimia selama proses ekstraksi selulosa hingga pembentukan mikrokristal selulosa masih mendominasi struktur biaya produksi.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian-penelitian mengenai pemanfaatan biomassa lignoselulosa yang menyatakan bahwa pengolahan limbah pertanian menjadi produk turunan selulosa mampu menghasilkan nilai tambah yang tinggi karena terjadi perubahan bahan baku yang bernilai ekonomi rendah menjadi produk dengan nilai jual yang jauh lebih tinggi [17]. Pemanfaatan ampas tebu sebagai bahan baku mikrokristal selulosa tidak hanya mendukung konsep *zero waste* pada industri gula, tetapi juga memberikan peluang pengembangan agroindustri berbasis biomassa yang memiliki nilai ekonomi tinggi serta berpotensi meningkatkan pendapatan pelaku usaha melalui diversifikasi produk.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil Penelitian yang telah dilakukan, nilai tambah yang diperoleh dari proses pengolahan 0,075 kg ampas tebu menjadi MCC adalah Rp 630.306,67/kg ampas tebu, dengan rasio nilai tambah sebesar 61,08%. Besar keuntungan yang diperoleh dalam pembuatan MCC adalah sebesar Rp 96.973,34 dengan tingkat keuntungan sebesar 9,40%. Penelitian



selanjutnya disarankan untuk mengoptimalkan kondisi proses pembuatan MCC serta melakukan analisis ekonomi pada skala yang lebih besar dengan mempertimbangkan biaya produksi secara lebih menyeluruh. Selain itu, analisis sensitivitas terhadap perubahan harga bahan baku, bahan pendukung, dan harga jual MCC dapat dilakukan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap nilai tambah yang dihasilkan.

5. Referensi

- [1] V. F. Nurunisa and L. M. Baga, "Analisis Daya Saing dan Strategi Pengembangan Agribisnis Teh Indonesia," *Forum Agribisnis*, vol. 2, no. 1, pp. 33–52, Mar. 2012, doi: 10.29244/FAGB.2.1.33-52.
- [2] T. H. Ichwani, A. Daryanto, and A. M. Fauzi, "Strategi Peningkatan Keberlanjutan Daya Saing Teh Organik," *Jurnal Aplikasi Bisnis dan Manajemen*, vol. 5, no. 1, p. 109, Apr. 2019, doi: 10.17358/jabm.5.1.109.
- [3] W. N. A. Prayoga, A. A. Aziz, A. Syahrir, and A. B. Pitaloka, "Optimization of Microcrystalline Cellulose from Bagasse (*Saccharum officinarum*) by Acid Hydrolysis," *World Chemical Engineering Journal*, vol. 7, no. 2, p. 61, Dec. 2023, doi: 10.62870/wcej.v7i2.23125.
- [4] F. Kasim and Asben, "Synthesis of Microcrystalline Cellulose at Several Variations in Alpha-Cellulose Hydrolysis Time from Oil Palm Empty Fruit Bunches by Microwave Pre-treatment," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Jul. 2022, p. 012079. doi: 10.1088/1755-1315/1059/1/012079.
- [5] D. Nawangsari, "Isolasi dan Karakterisasi Selulosa Mikrokristal dari Ampas Tebu (*Saccharum officinarum* L.)," *Pharmakon: Jurnal Farmasi Indonesia*, vol. 16, no. 2, pp. 67–72, Dec. 2019, doi: 10.23917/pharmakon.v16i2.9150.
- [6] M. A. Hidayatulloh, E. S. Murtiono, and B. Siswanto, "Analisis Nilai Fisis dan Mekanis Batu Bata Tanpa Proses Pembakaran Dengan Campuran Abu Ampas Tebu dan Fly Ash Sebagai Pengganti Sebagian Tanah Liat," *Indonesian Journal of Civil Engineering Education*, vol. 10, no. 1, p. 1, Oct. 2024, doi: 10.20961/ijcee.v10i1.94382.
- [7] I. Nurdiani, S. Suwardiyono, and L. Kurniasari, "Pengaruh Ukuran Partikel dan Waktu Perendaman Ampas Tebu pada Peningkatan Kualitas Minyak Jelantah," *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, vol. 6, no. 1, May 2021, doi: 10.31942/inteka.v6i1.4451.
- [8] P. I. Safei, A. Dayanti, and E. M. Sari, "Analisis Potensi Pemanfaatan Ampas Tebu Sebagai Sumber Energi Bioetanol di Provinsi Lampung," *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 6, no. 1, pp. 64–70, Jan. 2026, doi: 10.14710/jebt.2025.25432.
- [9] T. Yulianto, M. W. Nugroho, T. Sundari, A. Khiyana, and I. K. D. Nuryana, "Rancang Bangun Batako Ramah Lingkungan dengan Bahan Tambah Ampas Tebu: Analisis Ketahanan terhadap Uji Kuat Tekan," *Media Konstruksi*, vol. 9, no. 4, pp. 317–326, Dec. 2024, doi: 10.33772/medkons.v9i4.70.
- [10] S. Y. E. Siska, E. W. Fatmawati, and N. Winahyu, "Analysis of Added Value of Brown Sugar, Cane Shell, Coin, and Crystals Agroindustry at Pt Tiga Dewi Timur Raya, Mojo District, Kediri Regency," *Jurnal Agri-Tek: Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Eksakta*, vol. 26, no. 1, pp. 12–25, Mar. 2025, doi: 10.33319/agtek.v26i1.179.
- [11] F. Zulaiha, N. Indriani, A. Miryani, P. Anggraeni, and F. Fattaqullah, "Inovasi Produk Kerupuk Ampas Tebu Sebagai Potensi Unggulan Desa Kalimeang Karangsembung," in *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat*, Nov. 2024, pp. 493–503. doi: 10.52188/psnpm.v4i-.980.
- [12] R. R. Margaritha, N. W. Maharani, and V. N. Choirina, "Analisis Nilai Tambah Gula Merah Tebu (Studi Kasus di UD. Joyo Roso Kecamatan Kandat Kabupaten Kediri)," *Jurnal Agribisnis Cendekia*, vol. 1, no. 2, p. 50, Jul. 2024, doi: 10.32503/jac.v1i2.5735.
- [13] K. P. Mahendra, H. Suryanto, Mudjijanto, and E. H. Herrapstanti, "Analisis Efisiensi Boiler Berbahan Bakar Ampas Tebu dengan Metode Langsung," *Prosiding Snast*, pp. C23–33, Nov. 2024, doi: 10.34151/prosidingsnast.v1i1.4993.



- [14] F. A. Munandar, M. Yerizam, and F. Fadarina, "Pembuatan Selulosa Asetat dari Ampas Tebu untuk Diaplikasikan sebagai Bahan Baku Plastik Biodegradable," *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Indonesia*, vol. 2, no. 9, pp. 393–399, Sep. 2022, doi: 10.52436/1.jpti.206.
- [15] E. P. Pradaniz, W. A. Prawesti, I. Iwahyuningtyas, N. A. Naufiannida, A. Maharani, and F. Fadilah, "Synthesis of Gelatin-Free Halal Capsule Shells Based on Microcrystalline Cellulose from Solid Sugar Palm (Aren) Waste," *Equilibrium Journal of Chemical Engineering*, vol. 9, no. 2, p. 91, Jan. 2026, doi: 10.20961/equilibrium.v9i2.105387.
- [16] A. N. Pambowo, R. Dewati, and Y. W. Harinta, "Analisis Nilai Tambah Gula Kelapa Industri Rumah Tangga di Desa Gunturharjo Kecamatan Paranggupito Kabupaten Wonogiri," *Agrisaintifika: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, vol. 8, no. 1, pp. 117–122, Jun. 2024, doi: 10.32585/ags.v8i1.5101.
- [17] R. Katakojwala and S. V. Mohan, "Microcrystalline Cellulose Production from Sugarcane Bagasse: Sustainable Process Development and Life Cycle Assessment," *J. Clean. Prod.*, vol. 249, p. 119342, Mar. 2020, doi: 10.1016/j.jclepro.2019.119342.