

POROSITAS POROUS MATERIAL BERBAHAN BAKU SERAT TEBU DENGAN PENGIKAT PVA

Riwaldi¹, Agus Rino², Megasyani Anaperta³
Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Sains Dan Teknologi
Universitas PGRI Sumatera Barat Padang
Alamat e-mail : ¹riwalputra@gmail.com, ²agusrino8@gmail.com,
³Megasyani0801@gmail.com

ABSTRACT

Utilization of sugarcane bagasse waste with PVA binder as raw material for the manufacture of porous materials that function as soundproofing. Porous materials are materials with cavities or pores within their structure. The pores in porous materials can be filled with gas, air, liquid, or fluid, depending on the type of material used. Porous materials can be used as sound-absorbing materials. The research used an experimental method. In this study, the binder mass used was the same while the bagasse mass was varied to obtain a ratio of binder to bagasse of 17:6, 17:15, 17:24. The design of the porous material obtained an average pore diameter of 256.6 μm , the average distance between pores obtained was 780.85 μm and the fiber diameter obtained was 357 μm . Kinematically, the pores formed in the porous material are closed pores. The percentage of porosity in the porous material is 76% and the resistivity value is 326.271 Pa.s/m². The physical properties of the porous material made from sugarcane fiber with a PVA binder, in sample 1 with a thickness of 1.4 cm has a water content of 28% and a density value of 0.3002 gr/cm³. In sample 2 with a thickness of 1.7 cm, the water content is 25% and the density value is 0.3596 gr/cm³. In sample 3 with a thickness of 2.0 cm, the water content is 24% and the density value is 0.3949 gr/cm³. Based on the research results, the porosity of the porous material made from sugarcane fiber with a PVA binder produces a material with an average pore diameter of 256.6 μm or 256600 nm. Based on its size, this porosity is included in the macropore section, namely the type of pores with a size larger than 50 nm, more suitable for absorbing low-frequency sound.

Keywords: Porous Porosity, Cane Fiber, Pva Binder

ABSTRAK

Pemanfaatan limbah ampas tebu dengan pengikat PVA sebagai bahan baku untuk pembuatan porous material yang berfungsi sebagai material peredam suara. Porous material adalah material yang memiliki rongga atau pori di dalam struktur. Pori pada porous material dapat mengisi gas, udara, cairan atau fluida, tergantung pada jenis material yang digunakan. Porous material dapat digunakan

sebagai material penyerap suara. Penelitian menggunakan metode eksperimental. Pada penelitian ini massa pengikat yang digunakan sama sedangkan massa ampas tebu divariasikan sehingga memperoleh rasio perbandingan pengikat dengan ampas tebu 17:6, 17: 15, 17:24. Perancangan porous material memperoleh diameter pori rata-rata diameter pori 256,6 μm jarak, rata-rata antar pori yang diperoleh sebesar 780,85 μm dan diameter serat yang diperoleh sebesar 357 μm . Secara kinematik pori yang terbentuk pada porous material adalah pori tertutup. Adapun persentase porositas pada porous material yaitu 76 % dan nilai resistivitasnya adalah 326,271 Pa.s/m^2 . Sifat fisis porous material berbahan baku serat tebu dengan pengikat PVA, pada sampel 1 dengan ketebalan 1,4 cm memiliki kadar air 28 % dan nilai densitasnya 0,3002 gr/cm^3 . pada sampel 2 dengan ketebalan 1,7 cm memiliki kadar air 25 % dan nilai densitasnya 0,3596 gr/cm^3 . pada sampel 3 dengan ketebalan 2,0 cm memiliki kadar air 24 % dan nilai densitasnya 0,3949 gr/cm^3 . Berdasarkan hasil penelitian, porositas porous material berbahan baku serat tebu dengan pengikat PVA menghasilkan material dengan rata-rata diameter pori 256,6 μm atau 256600 nm. Berdasarkan ukurannya porositas ini termasuk pada bagian makropori yaitu jenis pori-pori dengan ukuran lebih besar dari 50 nm, lebih sesuai untuk menyerap suara dengan frekuensi rendah.

Kata Kunci: Porositas Porous, Serat Tebu, Pengikat Pva

A. Pendahuluan

Kegiatan konsumsi manusia dalam kehidupan sehari-hari menghasilkan limbah yang berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik. Limbah merupakan bahan sisa dari aktivitas rumah tangga, industri, maupun pertanian yang seringkali memberikan dampak negatif terhadap kesehatan dan lingkungan (Sunarsih, 2014:162). Oleh karena itu, diperlukan upaya pengolahan limbah yang tidak hanya mampu mengurangi volume

buangan, tetapi juga menghasilkan nilai tambah bagi masyarakat. Salah satu limbah yang memiliki potensi pemanfaatan tinggi adalah ampas tebu.

Tebu (*Saccharum officinarum*) merupakan tanaman penghasil gula yang banyak dibudidayakan di wilayah tropis (Misran, 2005). Selain sebagai sumber gula, tanaman tebu juga menghasilkan limbah berupa ampas tebu setelah melalui proses ekstraksi nira. Serat tebu sebagai komponen utama ampas tebu memiliki kandungan selulosa,

hemiselulosa, dan lignin yang berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku produk kreatif dan material ramah lingkungan (Nurbaeti et al., 2018). Namun, pemanfaatan limbah ampas tebu di Indonesia masih terbatas pada skala industri besar sebagai bahan bakar boiler, bahan pulp, pupuk organik, dan pakan ternak dengan nilai ekonomi rendah (Yuliani dkk., 2010). Di banyak daerah, termasuk Matur (Kab. Agam) dan Gunung Pangilun (Kec. Padang Utara), ampas tebu masih dibuang tanpa pengolahan, bahkan ditimbun sehingga berpotensi menimbulkan pencemaran dan bahaya kebakaran.

Di sisi lain, perkembangan penelitian material menunjukkan bahwa ampas tebu memiliki struktur berpori yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan peredam suara (porous material). Porous material mampu menyerap energi suara dan mengurangi kebisingan yang dapat mengganggu aktivitas manusia, seperti gangguan tidur, komunikasi, hingga kerusakan pendengaran (Khoirul dkk., 2019; Fathoni, 2010). Sementara itu, bahan peredam suara konvensional seperti glasswool dan

rockwool memiliki dampak lingkungan dan risiko kesehatan, sehingga diperlukan alternatif material yang lebih aman dan berkelanjutan (Bimara dkk., 2021). Serat tebu berpotensi menjadi alternatif tersebut karena struktur berporinya dapat meningkatkan mekanisme penyerapan suara. Untuk mengoptimalkan karakteristik tersebut, diperlukan bahan pengikat seperti Polyvinyl Acetate (PVA), yakni polimer biodegradable yang memiliki sifat adhesif kuat, larut dalam air, dan aman secara lingkungan (Harper & Petrie, 2003).

Berdasarkan urgensi pengelolaan limbah tebu dan potensi pemanfaatannya sebagai material ramah lingkungan, penelitian ini mengembangkan porous material berbahan baku serat tebu dengan pengikat PVA. Penelitian ini diharapkan dapat memperluas pemanfaatan limbah ampas tebu, meningkatkan nilai ekonomisnya, dan menghasilkan alternatif material peredam suara yang ekologis dan berkelanjutan.

B. Metode Penelitian

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2024 hingga Februari 2025. Proses pembuatan porous material dilakukan di Laboratorium Fisika Dasar Universitas PGRI Sumatera Barat. Sementara itu, pengujian struktur mikro menggunakan Scanning Electron Microscope (SEM) dilakukan di Laboratorium Politeknik Manufaktur Bandung. Seluruh rangkaian penelitian dilaksanakan secara terstruktur dan mengikuti prosedur standar laboratorium terkait pemanfaatan limbah ampas tebu sebagai material berpori.

Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang bertujuan mengetahui pengaruh pemanfaatan serat tebu dan menggunakan Polyvinyl Acetate (PVA) sebagai perekat terhadap karakteristik porous material yang dihasilkan. Penelitian eksperimental dipilih karena metode ini memungkinkan peneliti mengontrol variabel bebas dan mengamati perubahan yang terjadi pada variabel terikat untuk melihat hubungan sebab-akibat secara langsung

(Ratminingsih, 2010:30). Pada penelitian ini, serat tebu bertindak sebagai variabel bebas, sedangkan bahan perekat PVA menjadi variabel terikat yang digunakan untuk memperoleh karakteristik material yang optimal.

Alat dan Bahan Penelitian

1. Alat

Penelitian ini menggunakan beberapa alat yang berfungsi mendukung proses pembuatan porous material dan analisis struktur pori. Gunting digunakan untuk memotong ampas tebu sesuai ukuran yang diperlukan. Mistar digunakan untuk menentukan ukuran potongan serat tebu. Timbangan digital berfungsi menimbang ampas tebu, perekat PVA, dan massa akhir porous material. Cetakan digunakan untuk membentuk sampel berbentuk silinder dengan diameter tertentu. SEM digunakan untuk mengamati struktur mikro porous material, khususnya diameter pori dan jarak antar pori pada sampel.

2. Bahan

Bahan utama dalam penelitian ini adalah ampas tebu sebanyak 90 gram sebagai material dasar

pembentuk porous material. Bahan perekat yang digunakan adalah PVA (Polyvinyl Acetate) sebanyak 102 gram yang berfungsi sebagai pengikat serat tebu. Kedua bahan ini dicampurkan untuk memperoleh struktur material yang kompak dan memiliki pori-pori yang stabil sehingga dapat diuji sifat fisiknya.

D. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan utama yang meliputi pemilahan bahan, pembersihan, pengeringan, pengukuran, pencampuran, pencetakan, hingga pengujian. Langkah pertama diawali dengan pengecekan seluruh alat dan bahan yang digunakan. Ampas tebu diperoleh dari penjual es tebu di kawasan Gunung Panglun, kemudian dipilih dan dipersiapkan sebagai bahan utama penelitian.

Tahap berikutnya adalah proses pengeringan ampas tebu menggunakan sinar matahari. Pada musim panas, penjemuran dilakukan selama 3–4 hari dengan durasi 6 jam per hari, sedangkan pada musim hujan atau mendung berlangsung selama 5–6 hari. Pengeringan

diperlukan untuk menurunkan kadar air pada ampas tebu sehingga proses pencampuran menjadi lebih efektif.

Setelah itu, dilakukan proses pemotongan dan pembersihan. Kulit tebu dipisahkan terlebih dahulu sebelum ampas tebu dipotong dengan panjang 1,5 cm. Ampas tebu yang telah dipotong kemudian ditempatkan dalam wadah khusus untuk mencegah pencampuran dengan material lain.

Tahap selanjutnya adalah penyiapan perekat PVA. Bahan perekat dimasukkan ke dalam wadah kemudian ditimbang menggunakan timbangan digital sesuai kebutuhan formulasi. Setelah perekat siap, dilakukan pencampuran ampas tebu dengan perekat PVA dan diaduk hingga seluruh bahan tercampur dan homogen.

Campuran tersebut dimasukkan ke dalam cetakan berbentuk lingkaran berdiameter 10 cm dan selanjutnya dijemur kembali untuk mengurangi kadar air pada sampel. Sampel yang sudah kering kemudian dikeluarkan dari cetakan untuk dilanjutkan pada tahap pengujian struktur mikro dan sifat fisik.

Diagram alur penelitian ditunjukkan pada Gambar 10, yang menggambarkan proses penelitian mulai dari studi literatur, pengolahan limbah, sintesis bahan, fabrikasi fibrous absorber, karakterisasi sampel, analisis data, hingga penyusunan laporan akhir. Studi literatur dilakukan untuk memperoleh dasar teoretis dan penelitian sebelumnya yang relevan. Proses pengolahan limbah mencakup pemotongan, pembersihan, pengeringan, pencampuran, pencetakan, dan penjemuran sampel. Sintesis dilakukan untuk menggabungkan material menjadi porous material, kemudian tahap fabrikasi fibrous absorber dilakukan untuk menghasilkan material penyerap suara. Setelah itu, dilakukan pengujian karakteristik material untuk melihat sifat fisik serta struktur pori. Tahap akhir meliputi analisis data dan penyusunan laporan akhir penelitian.

Teknik Pengumpulan Data

1. Data Pengukuran

Data pengukuran diperoleh berdasarkan perbandingan massa serat tebu dan massa perekat PVA.

Pada penelitian ini, variabel bebas berupa serat tebu diubah sementara perekat PVA tetap. Tabel berikut menunjukkan pengukuran massa bahan yang digunakan.

Tabel 1. Pengukuran massa perekat PVA dan massa ampas tebu

No	Massa Perekat PVA	Massa Ampas Tebu	Perbandingan
1			
2			
3			

2. Data Pengujian SEM

Pengujian SEM dilakukan untuk mengetahui diameter pori dan jarak antar pori yang terbentuk pada porous material. Data struktur mikro disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Diameter pori dan jarak antar pori

No	Diameter Pori	Jarak Antar Pori
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
Σ		
\bar{x}		

3. Data Sifat Fisis Porous Material

Pengukuran sifat fisik porous material dilakukan dengan mengukur

massa basah, perubahan massa, kadar air, densitas, ketebalan, porositas, dan resistivitas aliran udara. Data disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Sifat fisis porous material

Sam pel	Ma ssa Bas ah (gr)	Perub ahan Massa Ming gu 1	Min ggu 2	Min ggu 3	Ka dar Air (%)	Dens itas (gr/c m ³)	Keteb alan (cm)	Poro sitas (%)	Resisti vitas (Pa.s/ m ²)
1									
2									
3									

Teknik Analisis Data

1. Porositas

Menurut Pasaribu (2016:18), mekanisme penyerapan suara pada material berpori sangat dipengaruhi oleh jumlah, ukuran, dan tipe rongga pori. Porositas didefinisikan sebagai perbandingan antara volume rongga dengan total volume material. Pada penelitian ini, perhitungan porositas dilakukan menggunakan metode volumetrik. Rumus porositas adalah:

$$\Phi = 1 - \frac{V_{\text{void}}}{V_{\text{total}}} \times 100\%$$

Metode ini melibatkan pengukuran volume total dan volume rongga secara langsung. Perhitungan dilakukan untuk melihat seberapa besar kapasitas porous material dalam mereduksi suara.

2. Kadar Air

Kadar air menunjukkan jumlah air yang terkandung dalam material sebelum dan sesudah proses pengeringan. Rumus kadar air yang digunakan adalah:

$$KA = \frac{M_b - M_k}{M_b} \times 100\%$$

Parameter ini digunakan untuk mengetahui tingkat kekeringan material sebelum proses pencampuran dan pencetakan.

3. Densitas

Densitas merupakan rasio antara massa total dengan volume sampel. Rumus densitas adalah:

$$\rho = \frac{M_{\text{tot}}}{V}$$

Densitas diperlukan untuk mengetahui kepadatan porous material yang berpengaruh pada sifat mekanik dan akustiknya.

4. Flow Resistivity

Flow resistivity dihitung berdasarkan model Yang & Li (2012:78–83). Rumus yang digunakan adalah:

$$\sigma = \frac{8,8\eta(1-\varepsilon)^{1,298}}{\alpha^2 \varepsilon^2}$$

Nilai resistivitas aliran udara menggambarkan tingkat hambatan udara ketika melewati pori. Semakin besar nilai resistivitas, semakin besar

kemampuan material dalam meredam suara.

Pada bagian ini menjelaskan metodologi yang digunakan dalam penelitian yang dianggap perlu untuk memperkuat naskah yang dipublikasikan.

C.Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil Penelitian

1. Data Pengukuran Sampel

Penelitian ini menghasilkan tiga sampel porous material berbahan ampas tebu dengan massa perekat PVA yang sama (34 g) dan variasi massa serat tebu. Rincian komposisi ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi massa ampas tebu dan perekat PVA

Sampel	Massa PVA (g)	Massa Ampas Tebu (g)	Perbandingan
1	34	12	17:6
2	34	30	17:15
3	34	48	17:34

Variasi massa ampas tebu tersebut memengaruhi ketebalan, kadar air, serta densitas material yang terbentuk.

2. Hasil Uji SEM (Scanning Electron Microscope)

Uji SEM dilakukan pada satu sampel, yaitu sampel 1, karena memiliki kadar air tertinggi. Pengukuran menghasilkan 10 data diameter pori dan 7 data jarak antar pori. Rangkuman disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengukuran diameter pori dan jarak antar pori porous material

Parameter	Rata-rata	Nilai Minimum	Nilai Maksimum
Diameter pori (μm)	256,6	136	421
Jarak antar pori (μm)	780,85	186	2050

Hasil SEM menunjukkan struktur material terdiri atas pori-pori besar (makropori) dengan distribusi yang tidak seragam. Citra SEM memperlihatkan sebagian pori bersifat tertutup akibat pengerasan PVA selama proses pengeringan.

3. Sifat Fisis Porous Material

Hasil pengukuran sifat fisis ketiga sampel dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Sifat fisis porous material

Sam pel	Keteb alan (cm)	Ka dar Air (%)	Dens itas (g/c m ³)	Poros itas (%)	Resisti vitas (Pa·s/ m ²)
1	1,4	28	0,3002	76	326,271
2	1,7	25	0,3596	–	–
3	2,0	24	0,3949	–	–

Hanya sampel 1 yang diuji porositas dan resistivitasnya karena uji lanjutan (SEM, ImageJ, dan Origin) dilakukan pada sampel tersebut.

4. Hasil Uji Porositas dan Resistivitas Akustik

Pengolahan citra SEM dengan software Origin dan ImageJ menghasilkan:

- a. Porositas: 76%
- b. Resistivitas aliran udara: 326,271 Pa·s/m²

Nilai ini menunjukkan bahwa material memiliki ruang kosong yang tinggi dan resistivitas rendah sehingga mendukung karakter sebagai material peredam suara.

Pembahasan

1. Pengaruh Massa Ampas Tebu terhadap Sifat Fisis Material

Variasi massa ampas tebu berpengaruh langsung terhadap ketebalan, kadar air, dan densitas material. Semakin banyak massa serat tebu yang digunakan:

- a. Ketebalan material meningkat (1,4 cm → 2,0 cm)
- b. Densitas meningkat (0,3002 g/cm³ → 0,3949 g/cm³)

- c. Kadar air menurun (28% → 24%)

Penurunan kadar air disebabkan oleh meningkatnya jumlah serat yang mengurangi kemampuan material menyimpan kelembapan. Pada sampel yang lebih padat, ruang kosong menjadi lebih sedikit sehingga air lebih mudah menguap saat proses pengeringan.

2. Karakteristik Mikrostruktur Berdasarkan Uji SEM

Hasil SEM menunjukkan:

1. Diameter pori berada pada rentang 136–421 µm, termasuk kategori makropori (> 50 nm menurut klasifikasi IUPAC).
2. Jarak antar pori sangat bervariasi, dari 186–2050 µm, menunjukkan struktur material heterogen.
3. Kehadiran pori tertutup disebabkan oleh pengerasan PVA saat proses penjemuran.

Makropori dan jarak antar pori yang lebar mengindikasikan bahwa material memiliki kemampuan baik untuk menghambat pergerakan gelombang suara, terutama pada frekuensi rendah.

3. Porositas dan Potensi Peredaman Suara

Porositas sebesar 76% menunjukkan bahwa sebagian besar struktur material merupakan ruang kosong. Tingkat porositas tinggi ini menjadi indikator penting dalam performa material akustik, karena:

- a. Semakin besar porositas, semakin banyak energi suara yang dapat masuk ke material.
- b. Energi suara akan terdisipasi menjadi panas ketika melewati serat-serat dan pori material.
- c. Resistivitas $326,271 \text{ Pa}\cdot\text{s}/\text{m}^2$ menunjukkan hambatan aliran udara berada pada kategori sesuai untuk material penyerap suara berbasis serat.

Dengan demikian, porous material berbahan ampas tebu memiliki karakteristik yang mendukung fungsi sebagai **peredam suara ramah lingkungan**.

4. Implikasi Hasil Penelitian

Berdasarkan keseluruhan temuan:

- a. Ampas tebu yang selama ini menjadi limbah dapat diolah

menjadi material bernilai tambah.

- b. PVA sebagai bahan pengikat efektif mengikat serat tebu dan membentuk struktur pori stabil.
- c. Struktur makropori yang terbentuk alami dari serat tebu berpotensi digunakan sebagai bahan penyerap suara alternatif pengganti glasswool atau rockwool.

Penelitian ini menunjukkan bahwa limbah ampas tebu dapat berfungsi sebagai bahan porous yang memiliki sifat akustik dasar, khususnya pada frekuensi rendah, sehingga dapat dikembangkan menjadi panel akustik ramah lingkungan.

E. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa limbah ampas tebu yang dikombinasikan dengan perekat PVA dapat diolah menjadi porous material yang memiliki karakteristik fisis dan mikrostruktur yang mendukung fungsinya sebagai bahan peredam suara ramah lingkungan. Variasi massa ampas tebu berpengaruh terhadap ketebalan, densitas, dan kadar air material, di mana

peningkatan massa serat menghasilkan material yang lebih tebal dan padat namun memiliki kadar air lebih rendah.

Hasil uji SEM memperlihatkan bahwa porous material memiliki struktur makropori dengan rata-rata diameter pori sebesar 256,6 μm dan jarak antar pori rata-rata 780,85 μm . Struktur makropori ini diperkuat dengan nilai porositas 76% dan resistivitas udara 326,271 Pa-s/m², yang menunjukkan kemampuan material dalam menyerap dan meredam gelombang suara, terutama pada frekuensi rendah.

Secara keseluruhan, porous material berbahan ampas tebu dengan perekat PVA memiliki potensi tinggi sebagai alternatif material akustik yang lebih ekologis dibandingkan bahan sintetis seperti glasswool dan rockwool. Pengolahan limbah tebu melalui metode ini sekaligus memberikan nilai tambah dan solusi terhadap permasalahan lingkungan terkait penumpukan limbah ampas tebu.

DAFTAR PUSTAKA

- Amrillah, Zaini, Farrah Fadhilah Hanum, and Aster Rahayu. 2022. "Studi Efektivitas Metode Ekstraksi Selulosa Dari Agricultural Waste." *Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ*, 8. <http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnaslit%0AE-ISSN:2745-6080>.
- Angreni, Widya, Mursal Mursal, Irhamni Irhamni, and Maulinda Maulinda. 2023. "Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu (Saccharum Offinarum) Dengan Campuran Semen Terhadap Penyerapan Bunyi Panel Akustik." *Jurnal Serambi Engineering* 8 (3): 6139–44. <https://doi.org/10.32672/jse.v8i3.6110>.
- Ariyanto, Kevin Dave, Serin Rabin, Dewy Belavista Saleky, Aloysius Titirloloby, Yudho Dwi, Galih Cahyono, Teknik Pertambangan, Insititut Teknologi, and Adhi Tama. 2020. "Analisis Pengaruh Porositas Terhadap Uji Kuat Tekan Unikasioal Pada Batu Gamping." *PROSIDING, Seminar Teknologi Kebumihan Dan Kelautan (SEMATAN II)*, 467–71.
- Bahri, Syamsul. 2017. "Pembuatan Pulp Dari Batang Pisang." *Jurnal Teknologi Kimia Unimal* 4 (2): 36. <https://doi.org/10.29103/jtku.v4i2.72>.
- Bimara, Billy Cessar, Aulia Rahma Azizah, Tri Anita Wulansari, Upik Nurbaiti, and Fianti, (2021) "Analisi Material Serat Alam Tebu Sebagai Bahan Peredam Suara" *Jurnal fisika: Fisika Sains dan Aplikasinya*. 6(2): 97-100
- Duru, Intan. n.d. "Paper Review : Analisis Karakteristik Sifat Fisik Serat Alam Sebagai Material Akustik."
- Fadilla, Aulia, Vina Amalia, and Ira

- Ryski Wahyuni. 2023. "Pengaruh Selulosa Ampas Tebu (*Saccharum Officinarum*) Sebagai Zat Pengisi Plastik Biodegradable Berbasis Pati Kulit Singkong (*Manihot Esculenta*)." *In Gunung Djati Conference Series* 34 (1): 69–80.
- Hakim, EL Zaky Rizki, Hafidh Hasan, and Syukriyadin Syukriyadin. 2017. "Perancangan Mesin Pengereng Hasil Pertanian Secara Konveksi Dengan Elemen Pemanas Infrared Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Dengan Sensor DS18B20." *Jurnal Komputer, Informasi Teknologi, Dan Elektro* 2 (3): 2017. <https://jurnal.usk.ac.id/kitektro/article/view/8325>.
- Hanif, Larantika, and Rozalina. 2020. "PEREKAT POLYVINYL ACETATE (PVAc)." *Jurnal Akar* 9 (1): 50–60. <https://doi.org/10.36985/jar.v9i1.193>.
- Harper C, A, Petre(2003) *Plastics Materials and proses: A Concise Encyclopedia*. New York : Wiley
- Indarti, Retno, Agustinus Ngatin, Robby Sudarman, Tifa Paramitha, and Rony Pasonang Sihombing. 2022. "Delaminasi Perekat Polivinil Asetat Berbasis Air Satu Komponen Untuk Aplikasi Kayu Keras Ulin Dan Merbau." *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia* 8 (2): 113–19. <https://doi.org/10.22487/kovalen.2022.v8.i2.15900>.
- Irham Nurwidyanto, M, Meida Yustiana, and Sugeng Widada. 2006. "Pengaruh Ukuran Butir Terhadap Porositas Dan Permeabilitas Pada Batupasir." *Berkala Fisika* 9 (4): 191–95.
- Khoirul, M, A, Pratama, A dan Fainal M, L. (2019). Uji Efektivitas Peredam Kebisingan Ruangan Dengan Pemanfaatan Limbah Kain Perca Menggunakan Variasi Bentuk Ruang. *Jurnal V- Mac* 4(2) : 28
- Koizumi, T, N, Tsujiuchi, and A. Adachi. (2002) *The Development of Sound Absorbing Materials Using Natural Bamboo Fibers*. WIT Press. Southhampton
- Liu, P S, G F Chen, and Porous Materials. 2019. "Metal Foam," 111–17.
- Misran, Erni. 2005. "Industri Tebu Menuju" 4 (2): 6–10.
- Nurbaeti, Lutfi, Agung Tri Prasetya, Jurusan Kimia, Universitas Negeri Semarang, and Info Artikel. 2018. "Indonesian Journal of Chemical Science Arang Ampas Tebu (Bagasse) Teraktivasi Asam Klorida Sebagai Penurun Kadar Ion" 7 (2).
- Purwasasmita, B.S., Roland, P.H(2008). 2008. "Purwasasmita, B. S., & Roland, P. H. (2008). Sintesa, Karakterisasi Dan Fabrikasi Material Berpori Untuk Aplikasi Pelet Apung (Floating Feed). *Bionatura*, 10(1).," 13–28. <http://jurnal.unpad.ac.id/bionatura/article/download/7749/3594>.
- Ratminingsih, Ni Made. 2010. "Penelitian Eksperimental Dalam Pembelajaran Bahasa Kedua." *Prasi* 6 (11): 31–40.
- Septiano, Alvin Fachrully, and Natalia Erna Setyaningsih. 2021. "Analisis Citra Hasil Scanning Electron Microscopy Energy Dispersive X-Ray (SEM EDX) Komposit Resin

Timbal Dengan Metode Contrast to Noise Ratio (CNR)” 44 (2): 81–85.

Sujatno, Agus, Rohmad Salam, Arbi Dimyati, Pusat Sains, and Bahan Maju. 2015. “STUDI SCANNING ELECTRON MICROSCOPY (SEM) UNTUK KARAKTERISASI PROSES OXIDASI PADUAN ZIRKONIUM” 9 (November): 44–50.

Sunarsih, Elvi. 2014. “Konsep Pengolahan Limbah Rumah Tangga Dalam Upaya Pencegahan Pencemaran Lingkungan Concept of Household Waste in Environmental Pollution Prevention Efforts.” *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat* 5 (3): 162–67.
<http://ejournal.fkm.unsri.ac.id/index.php/jikm/article/view/158>.

Yang, Wei Dong, and Yan Li. 2012. “Sound Absorption Performance of Natural Fibers and Their Composites.” *Science China Technological Sciences* 55 (8): 2278–83.
<https://doi.org/10.1007/s11431-012-4943-1>.

Yuliani, F., & Nugraheni, F. (2010). Pembuatan Pupuk Organik (kompos) dari Arang Ampas Tebu dan Limbah Ternak. *Sains dan Teknologi*, 3(1), 1-11. Retrieved