

# Pembuatan Bambu Sebagai Bahan Micro Partikel Menggunakan Mesh

Megara Munandar<sup>1</sup>, Aditya karel<sup>1</sup>, Hendrawan<sup>1</sup>, Vector anggiti<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila

<sup>2</sup>Jl. Lenteng Agung Raya No. 56, RT. 1/RW.3, Srengseng Sawah, Kec. Jagakarsa, Kota Jakarta Selatan, Indonesia

Corresponding author. [megara@univpancasila.ac.id](mailto:megara@univpancasila.ac.id)

## Abstract

*Bamboo is an organic material that grows and can be used as a strengthening and energy-producing material. The research aims to make bamboo microparticles, which can later be used as a composite material or energy producer. This research aims to make bamboo microparticles using a top-down method. The top-down method is a process of changing material from large to small with several process stages. The process uses a blender and Mesh 200, 300. Bamboo microparticles are materials for making micro composites and energy harvesters. Bamboo microparticles have environmentally friendly properties, morphological size, and energy gap. The results showed that bamboo measuring 10 $\mu$ m experienced changes in cellulose structure. Micro-sized bamboo has crystalline properties.*

**Keywords:** Bamboo, micro-particles, Top-down.

## Abstrak

Bambu merupakan bahan organik yang tumbuh dan dapat dimanfaatkan sebagai bahan penguat dan penghasil energi. Penelitian tersebut bertujuan untuk membuat mikropartikel bambu yang nantinya dapat digunakan sebagai material komposit atau penghasil energi. Penelitian ini bertujuan untuk membuat mikropartikel bambu dengan metode top-down. Metode top-down merupakan suatu proses perubahan material dari besar menjadi kecil dengan beberapa tahapan proses. Proses menggunakan blender, dan Mesh 200, 300. Mikropartikel bambu merupakan bahan pembuatan mikrokomposit dan pemanen energi. Mikropartikel bambu memiliki sifat ramah lingkungan, ukuran morfologi, dan kesenjangan energi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bambu berukuran 10 $\mu$ m mengalami perubahan struktur selulosa. Bambu berukuran mikro memiliki sifat kristal.

**Kata kunci:** Bambu, micro-particle, Top-down.

## 1. Pendahuluan

Perkembangan material yang menggunakan serat alam merupakan kelompok material yang relatif baru. Serat diperoleh dari serat kulit pohon, serat daun, serat biji, serat buah, serat rumput dan serat kayu [1]. Pemilihan serat berdasarkan sifat mekanik, fisik dan kimia serat. Pemilihan serat local memiliki sifat mekanik yang dapat menentukan pemilihan serat. Bahan organik untuk material dikembangkan sebagai komposit partikel dan komposit fiber. Komposit partikel dibuat nano partikel atau micro partikel. Sedangkan, komposit fiber digunakan berupa serat alam yang memiliki kemampuan kekuatan tarik dst. Sedangkan, bahan energi material digunakan untuk

menghasilkan energi pembangkit energi [2].

Bahan alam sangat melimpah [3], [4]. Bahan alam merupakan bahan yang diperoleh langsung dari alam. Sumber daya bambu tersebar luas dalam jumlah besar. Bambu memiliki sifat mekanik. Bambu merupakan bahan organik yang mengandung kandungan kimia karbon, oksigen, dan hidrogen [5]. Salah satu bahan yang sesuai dengan kebutuhan adalah karbon aktif berbahan dasar bambu [6]. Proses pembuatan karbon aktif yaitu dengan perlakuan panas untuk menghilangkan kandungan oksigen dari gugus fungsi. Atom yang terikat satu sama lain akan membentuk sarang lebah. Bambu agar dapat menghasilkan energi dibutuhkan larutan elektrolit, salah satu elektrolit yang digunakan ialah air. Sehingga, ion pada

elektrolit air akan berinteraksi dengan bambu dan elektroda [7]. Atom-atom ini terikat satu sama lain dan membentuk sarang lebah. Bambu mengandung selulosa, hemiselulosa, dan lignin [1], [3], [8], [9]. Ikatan hidrogen yang terbentuk memudahkan struktur selulosa menjadi struktur kristal [10]. Monosakarida adalah senyawa karbohidrat paling sederhana yang digunakan untuk energi. Oksigen mengikat selulosa menjadi rantai panjang dan mikrofibril ketika berbentuk kristal dan membentuk bagian nonkristalin [11]. Mikro atau nanoteknologi mengacu pada teknologi dan aplikasinya di dunia nyata. Mikro atau nano telah diteliti pada kayu dan bambu, sedangkan bambu memerlukan penelitian lebih lanjut.

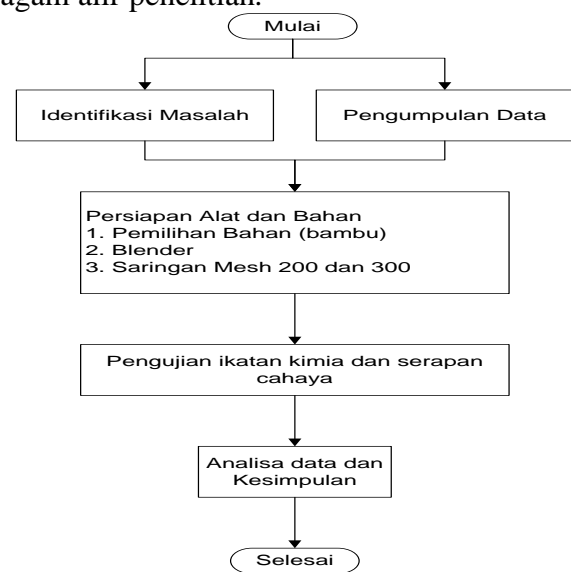
Pembuatan mikro partikel bambu menggunakan metode top-down dalam pembuatan. Penggunaan metode top-down ialah untuk mengubah ukuran material dari besar menjadi kecil [12]. Proses pembuatan menggunakan sifat mekanik yaitu dengan menghancurkan material menjadi ukuran mikro. Fase amorf yang terkandung telah membangkitkan antusias di bidang penyimpanan energi karena memiliki isotropi intrinsik, distribusi cacat, tidak ada batas butir, fleksibel dan variasi komposisi [13]. Umumnya bahan amorf memiliki energi internal yang lebih rendah, luas permukaan yang besar, ketahanan korosi yang kuat, kekuatan yang tinggi, gaya antar molekul dan stabilitas kimia dibandingkan bahan kristal. Penggilingan dan mesh, dilaporkan sebagai teknik untuk mensintesis paduan, menjadi pendekatan universal untuk menghasilkan bahan amorf. Banyak terjadi retak, dislokasi dan permukaan terbelah dapat dibaut dengan menggunakan ball milling [14].

Berdasarkan permasalahan peneliti mengembangkan bahan organik sebagai bahan mikro partikel. Tetapi bahan tersebut dapat memberikan kekuatan mekanik dan menghasilkan energi. Penelitian ini bertujuan untuk membuat mikropartikel dari bambu. Bambu dibuat dengan metode top-down dengan mengubah ukuran dari

centimeter menjadi mikropartikel. Penelitian ini memberikan peluang besar untuk kontribusi pada pengetahuan mikropartikel. Mikropartikel bambu dapat berkembang sebagai bahan komposit dengan campuran resin atau epoxy. Sedangkan, untuk energi sebagai pembangkit energi untuk produksi hidrogen dan pembangkit listrik (elektrolit).

## 2. Metode Penelitian

Penelitian merupakan penelitian eksperimen. Eksperimen melibatkan mesin serut kayu, mesin blender kasar, mesin blender halus, ayakan atau mesh 200 dan 300. Variabel bebas berupa bambu menjadi mikro partikel. Sedangkan, variabel terikat berupa mesin serut, blender kasar dan blender halus; dan saringan mesh. Berikut diagram alir penelitian.



Gambar 1. Diagram Alir penelitian

Berdasarkan hal tersebut, alur penelitian meliputi: identifikasi masalah dan pengumpulan data; persiapan alat dan bahan; pengujian ikatan kimia dan serapan cahaya; analisa data dan kesimpulan.

Beberapa prosedur yang harus dilakukan pada tahap persiapan alat meliputi; pemilihan bambu; mesin serut, blender kasar dan blender halus; dan saringan mesh 200 dan 300. Proses pembuatan mikro partikel bambu, menentukan bambu yang akan dibuat menjadi

mikro partikel. Bambu diserut hingga menjadi lembaran tipis dan kecil agar memudahkan proses blender. Bambu di blender dengan menggunakan blender kasar. Selanjutnya, bambu diayak menggunakan saringan agar terjadi pemisahan bambu dengan serbuk bambu. Bambu kemudian blender halus agar mencapai ukuran mikro partikel. Bambu yang telah diblender halus kemudian di ayak menggunakan mesh 200 (74  $\mu\text{m}$ ). Bambu yang melewati ayakan kemudian di blender halus kembali. Bambu yang telah halus kemudian diayak dengan mesh 300 (50  $\mu\text{m}$ ). Setelah mendapatkan sampel serbuk bambu kemudian dilakukan pengujian.

Proses pengujian dengan XRD, FTIR dan UV-Vis. Pengujian XRD untuk mengetahui bentuk material kristalin atau amorf. Bambu kondisi awal memiliki sifat kristalin dan bambu setelah menjadi mikropartikel bambu memiliki sifat amorf. Sedangkan, pengujian FTIR yaitu pengujian untuk mengetahui gugus fungsi yang terkandung. Pengujian UV-Vis untuk mengetahui serapan cahaya saat dipancarkan dan mengetahui ukuran material bambu.

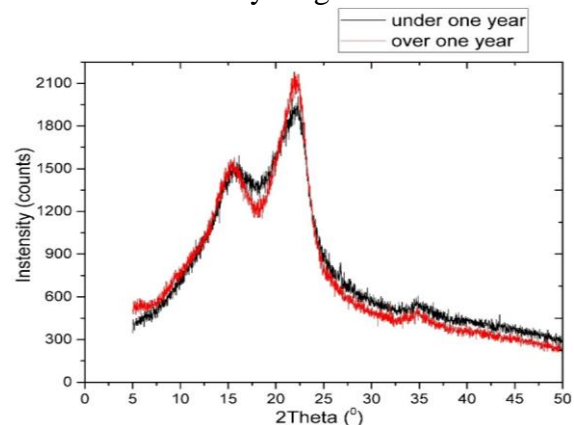
### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Pengujian XRD

Bambu yang telah melewati mesh 300 selanjutnya dilakukan pengujian. Material disiapkan sebanyak 10 gram untuk dilakukan pengujian XRD. Gambar 1 merupakan hasil pengujian XRD bambu dengan sampel dibawah 1 tahun dan diatas 1 tahun. Pemilihan sampel untuk mengungkap sifat bambu, sifat kristal dan gugus fungsi yang terkandung. Gambar 1 terdapat 2 sampel yang berwarna hitam untuk bambu di bawah satu tahun. Sedangkan, sampel 2 bambu berwarna merah menandakan bambu di atas satu tahun.

Gambar 1 dengan garis berwarna hitam bambu dengan umur dibawah satu tahun. Bambu memiliki sifat kristal yang terdiri dari atom yang berikatan. Kristal terbentuk dari atom-atom yang tersusun secara merata melalui pemanasan dan

pendinginan. Selulosa mencerminkan kekuatan, dan hemiselulosa kemampuan fleksibel, peningkatan kristalin dan terjadi penurunan hemiselulosa menyebabkan meningkat stabilitas dimensi serta meningkatkan kekuatan mekanik [15]. Bahan kristal terbentuk dari ikatan ion dan ikatan kovalen, yang memiliki kekuatan tarik dan modulus young.



Gambar 1. Pengujian XRD

Gambar 1 bambu diatas satu tahun dengan garis berwarna merah memiliki sifat kristal. Bambu dibawah satu tahun dan diatas satu tahun memiliki sifat kristal. Sebuah pola XRD menunjukkan puncak difraksi luas yang terletak 16 dan 23 yang ditetapkan. Menunjukkan kedua sampel dalam keadaan fase kristal. Kristal terbentuk dari atom-atom yang tersusun secara merata dengan perbedaan keelektronegativan [16].

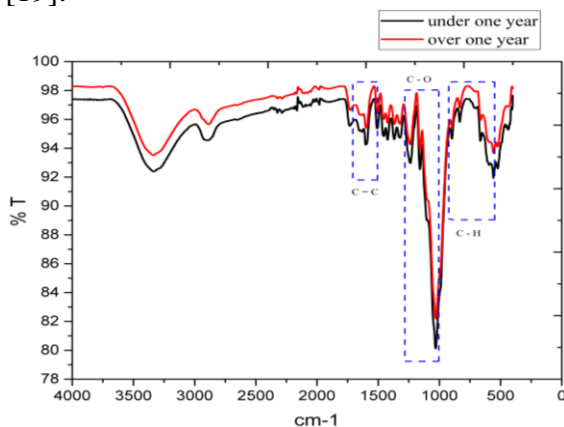
#### 3.2 Pengujian FTIR

Pengujian FTIR dapat mengetahui serapan gelombang dan gugus fungsi yang terkandung. Selulosa yang terbentuk akan membentuk suatu daerah kristalin [10]. Daerah kristalin akan membentuk selulosa dan menghasilkan gugus fungsi. Gugus fungsi pada selulosa, alkena, cincin aromatik, karbon silikat, fenol, dan ester [17]. Gugus fungsi alkena C – H, cincin aromatik C = C, karbonsilat dan ester C – O, cincin aromatik C = C, dan alkena C – H.

Pada gambar 2, garis grafik hitam menunjukkan hasil pengujian bambu di bawah satu tahun. Garis hitam menunjukkan hubungan antara panjang gelombang dan gugus fungsi. C – H gugus fungsi 675 – 995  $\text{cm}^{-1}$  alkena, C - H 690 – 900  $\text{cm}^{-1}$  cincin aromatik, C – O 1050 – 1300  $\text{cm}^{-1}$  karbon

silat dan ester, C = C 1500 – 1600 cm<sup>-1</sup> cincin aromatik, dan 1610 – 1680 cm<sup>-1</sup> alkena. Trent terbentuk ketika bambu baru berkembang dan menciptakan struktur selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Selain itu, karbon yang terbentuk memperkuat struktur segi enam. Oksigen yang terkandung diperoleh dari fotosintesis dan air yang dihirup. Sifat hidrofilik yang terkandung memudahkan bambu untuk dirakit.

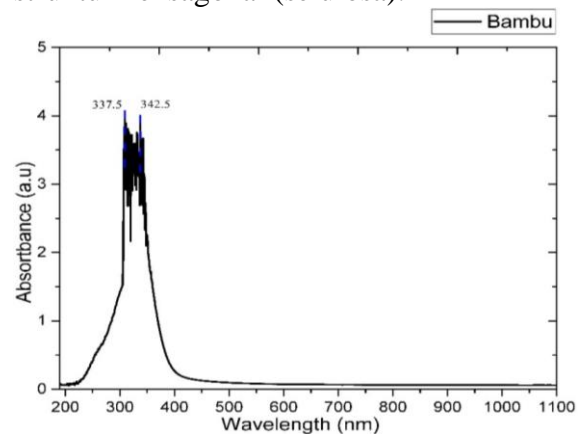
Pada gambar 2, garis merah menunjukkan hasil pengujian bambu diatas satu tahun. Garis merah menunjukkan hubungan antara panjang gelombang dan gugus fungsi. Gugus fungsi C – H 675 – 995 cm<sup>-1</sup> alkena, C - H 690 – 900 cm<sup>-1</sup> cincin aromatik, C – O 1050 – 1300 cm<sup>-1</sup> karbon silat dan ester, C = C 1500 – 1600 cm<sup>-1</sup> cincin aromatik, dan 1610 – 1680 cm<sup>-1</sup> alkena [18]. Bambu yang berumur lebih dari satu tahun memiliki struktur selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Bambu mulai menguat dengan sifat hidrofilik dan hidrofobiknya. Semakin kuat kandungan hidrofiliknya maka fotosintesis akan semakin cepat berjalan. Matahari memancarkan cahaya dalam bentuk energi foton. Bambu yang mempunyai gugus fungsi menarik energi foton dari matahari. Energi foton yang diserap dalam bentuk elektron memasuki struktur selulosa. Pada struktur selulosa terjadi gaya tarik menarik dengan energi foton. Energi foton memasuki atom karbon, dan terjadi delokalisasi elektron. Penyerapan sinar matahari merupakan fenomena mekanisme Grotthuss [19].



Gambar 2. pengujian FTIR

### 3.3 Pengujian UV-Vis

Jika dilihat dari hasil pengujian pada gambar 3, bambu mempunyai ukuran puncak pertama sebesar 337.5 nm sedangkan puncak kedua sebesar 342.5 nm. Cahaya yang dipancarkan terserap oleh bambu, proses penyerapan dipengaruhi oleh ukuran partikel. Cahaya panas yang dipancarkan membuat atom-atom bergetar, dan getaran yang dihasilkan mempengaruhi awan elektron (elektron). Elektron pada kulit terluar mempunyai gaya tarik menarik antara proton dan elektron. Semakin besar energi yang diserap atom menyebabkan elektron tereksitasi menuju pita konduksi [20]. Pergerakan elektron dipengaruhi oleh entalpi (energi dalam) masing-masing atom. Hal ini terjadi pada bambu yang memiliki struktur heksagonal (selulosa).



Gambar 3. Pengujian UV-Vis

Mikropartikel bambu yang dihasilkan akan dikembangkan menjadi bahan penyimpan energi. Mikropartikel bambu digunakan sebagai larutan elektrolit sebagai bahan baterai dan superkapasitor. Mikropartikel akan dikembangkan sebagai produksi hidrogen dengan beberapa penambahan salah satu dengan pirolisis cepat. Pirolisis cepat digunakan untuk memproduksi hidrogen. Mikropartikel akan dikembangkan sebagai penyerap panas dengan penambahan resin atau epoxy sebagai pengikat.

### 4. Kesimpulan

Hasil penelitian pembuatan mikropartikel bambu, mempunyai ukuran

puncak pertama sebesar 3.672 dengan panjang gelombang 337.5 nm sedangkan puncak kedua sebesar 3.672 dengan panjang gelombang 342.5 nm. Setelah, dilakukan pembuatan mikro partikel bambu akan dikembangkan menjadi nano partikel, material komposit dan pemanen energi dan informasi kuantum.

### Ucapan terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Pancasila atas dukungan batuan penelitian. Terima kasih Badan Riset Dan Inovasi Nasional BRIN.

### Referensi

- [1] A. Koffi, D. Koffi, and L. Toubal, "Mechanical properties and drop-weight impact performance of injection-molded HDPE/birch fiber composites," *Polym. Test.*, vol. 93, no. October 2020, p. 106956, 2021, doi: 10.1016/j.polymertesting.2020.106956.
- [2] J. Wang et al., "Electrochemical Performance of Bamboo Porous C@SiO<sub>2</sub> Anode Composites," *Int. J. Electrochem. Sci.*, vol. 17, no. 9, p. 22092, 2022, doi: 10.20964/2022.09.44.
- [3] S. Biswas et al., "Cellulose and lignin profiling in seven, economically important bamboo species of India by anatomical, biochemical, FTIR spectroscopy and thermogravimetric analysis," *Biomass and Bioenergy*, vol. 158, no. September 2021, p. 106362, 2022, doi: 10.1016/j.biombioe.2022.106362.
- [4] Q. Lin et al., "Advanced functional materials based on bamboo cellulose fibers with different crystal structures," *Compos. Part A Appl. Sci. Manuf.*, vol. 154, no. October 2021, 2022, doi: 10.1016/j.compositesa.2021.106758.
- [5] Q. Zhang et al., "In situ fabrication of Na<sub>3</sub>V<sub>2</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> quantum dots in hard carbon nanosheets by using lignocelluloses for sodium ion batteries," *J. Mater. Sci. Technol.*, vol. 35, no. 10, pp. 2396–2403, 2019, doi: 10.1016/j.jmst.2019.06.002.
- [6] S. P. G. G. Tista, E. Siswanto, M. N. Sasongko, and I. N. G. Wardana, "Development of voltage generation using bamboo-based activated carbon with water electrolyte in three types of electrodes," *Eastern-European J. Enterp. Technol.*, vol. 6, no. 6–108, pp. 71–79, 2020, doi: 10.15587/1729-4061.2020.213099.
- [7] J. Wang et al., "Thermal Charging Phenomenon in Electrical Double Layer Capacitors," *Nano Lett.*, vol. 15, no. 9, pp. 5784–5790, 2015, doi: 10.1021/acs.nanolett.5b01761.
- [8] F. Rusch, A. D. Wastowski, T. S. de Lira, K. C. C. S. R. Moreira, and D. de Moraes Lúcio, "Description of the component properties of species of bamboo: a review," *Biomass Convers. Biorefinery*, no. April, 2021, doi: 10.1007/s13399-021-01359-3.
- [9] Y. Y. Wang et al., "High-Performance Bamboo Steel Derived from Natural Bamboo," *ACS Appl. Mater. Interfaces*, vol. 13, no. 1, pp. 1431–1440, 2021, doi: 10.1021/acsami.0c18239.
- [10] T. Arfin and A. Tarannum, *Engineered nanomaterials for industrial application: An overview*. Elsevier Inc., 2018.
- [11] S. Youssefian and N. Rahbar, "Molecular origin of strength and stiffness in bamboo fibrils," *Sci. Rep.*, vol. 5, pp. 1–13, 2015, doi: 10.1038/srep11116.
- [12] N. Ngafwan, I. N. G. Wardana, W. Wijayanti, and E. Siswanto, "The role of NaOH and papaya latex bio-activator during production of carbon nanoparticle from rice husks," *Adv. Nat. Sci. Nanosci. Nanotechnol.*, vol.

- 9, no. 4, 2018, doi: 10.1088/2043-6254/aaf3af.
- [13] B. Li et al., “High energy ball milling to synthesize transition metal vanadates with boosted lithium storage performance,” *Mater. Today Commun.*, vol. 37, no. November, 2023, doi: 10.1016/j.mtcomm.2023.107496.
- [14] C. M. Montemayor Palos et al., “Large-scale production of ZnO nanoparticles by high energy ball milling,” *Phys. B Condens. Matter*, vol. 656, no. December 2022, pp. 3–8, 2023, doi: 10.1016/j.physb.2023.414776.
- [15] H. Lv, C. Lian, B. Xu, X. Shu, J. Yang, and B. Fei, “Effects of microwave-assisted drying on the drying shrinkage and chemical properties of bamboo stems,” *Ind. Crops Prod.*, vol. 187, no. June, 2022, doi: 10.1016/j.indcrop.2022.115547.
- [16] S. Wang et al., “Natural bamboo-derived O-doped rocky electrocatalyst for high-efficiency electrochemical reduction of O<sub>2</sub> to H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>,” *Int. J. Hydrogen Energy*, vol. 47, no. 9, pp. 5961–5973, 2022, doi: 10.1016/j.ijhydene.2021.11.218.
- [17] E. S. Astuti, A. A. ad Sonief, M. Sarosa, N. Ngafwan, and I. N. G. Wardana, “Synthesis, characterization and energy gap of silica quantum dots from rice husk,” *Bioresour. Technol. Reports*, vol. 20, no. 167, p. 101263, 2022, doi: 10.1016/j.biteb.2022.101263.
- [18] Q. Wang et al., “Weavable and wearable strip-shaped supercapacitors from bamboo cellulose nanofibers,” *Ind. Crops Prod.*, vol. 186, no. June, p. 115174, 2022, doi: 10.1016/j.indcrop.2022.115174.
- [19] J. Stefanski, C. Schmidt, and S. Jahn, “Aqueous sodium hydroxide (NaOH) solutions at high pressure and temperature: Insights from: In situ Raman spectroscopy and ab initio molecular dynamics simulations,” *Phys. Chem. Chem. Phys.*, vol. 20, no. 33, pp. 21629–21639, 2018, doi: 10.1039/c8cp00376a.
- [20] F. Gasparyan, N. Boichuk, and S. Vitusevich, “Activation-relaxation processes and related effects in quantum conductance of molecular junctions,” *Nanotechnology*, vol. 31, no. 4, 2020, doi: 10.1088/1361-6528/ab4d96.