

KAJIAN PARTIKEL ARANG DAUN BAMBU TUTUL HASIL TUMBUKAN *HIGH ENERGY BALL MILLING* TIPE *SHAKER MILL*

Yoyo Saputro

Dosen Program Studi Teknik Mesin Politeknik Muhammadiyah Pekalongan
Jl. Raya Pahlawan No.10 Gejlig – Kajen Kab. Pekalongan Telp : (0285)385313
E-mail : yoyosaputro9@gmail.com

Abstrak

Arang daun bambu tutul sebagai kajian produk nanopartikel dan penghasil silica yang memiliki berbagai keunggulan dari segi sifat fisika dan kimia. Pada penelitian ini produksi nanopartikel menggunakan *High Energy Milling* (HEM) tipe *shaker mill* untuk memproduksi nanopartikel dari arang daun bambu tutul. Pada penelitian ini dilakukan uji PSA untuk menganalisa ukuran partikel, untuk menganalisa distribusi morfologi partikel dan komposisi kimia yang terkandung dalam material menggunakan uji SEM dan EDX. Siklus yang digunakan pada penelitian adalah 2 juta siklus dengan putaran motor listrik 1000 rpm, dan diameter bola baja 1/4 inchi. Tabung *stainless steel* berjumlah 4 dengan diameter tabung 2 inchi dan tinggi tabung 120 mm dengan perbandingan volume ruang kosong tabung yaitu 1:1, 1:2, 1:3, dan 1:4 dengan material.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh volume ruang kosong tabung dan rata – rata diameter partikel, distribusi partikel, dan komposisi yang terkandung dalam partikel hasil tumbukan dengan alat *shaker mill*.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa volume ruang kosong tabung sangat berpengaruh pada mekanisme tumbukan. Dari uji PSA semakin besar volume ruang kosong tabung, semakin kecil ukuran partikel material yang dihasilkan. Hasil uji SEM dan EDX didapatkan unsur kimia karbon yang paling tinggi 68,47 % pada volume 1:1 ruang kosong tabung. Sehingga arang daun bambu tutul merupakan sumber potensi sebagai penghasil silica.

Kata kunci: Arang Daun Bambu Tutul, Nanopartikel, *High Energy Milling* (HEM), Silica.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan Negara yang sangat kaya dengan sumber daya alam yang potensial, didukung dengan keadaan geografis Indonesia. Adapun salah satu sumber daya alam yang ada di Indonesia adalah bambu. Bambu merupakan tanaman *Ordo Bamboo idea* yang pertumbuhannya cepat dan bambu dapat dipanen pada umur 3 tahun dan memiliki jumlah produksi yang tinggi. Bambu mengandung silikat yang cukup tinggi, bambu memiliki komposisi kimia diantaranya terdapat unsur silikat yang terkandung didalam bambu. Hal ini silikat merupakan senyawa yang umum ditemukan dalam kehidupan sehari-hari dan banyak digunakan dalam aplikasi elektronik, keramik, adsorben semen, katalisator, dan masih banyak lagi pemanfaatannya. (Ii & Pustaka, 2007) Dengan keterbatasan sumber daya, material silica

diharapkan dapat menjadi salah satu solusi untuk pengembangan nanoteknologi. Nanoteknologi sudah digiatkan diberbagai benua baik Amerika, Australia, sebagian Eropa dan sebagian Asia, namun di Indonesia masih dalam tahap rintisan.

(Martien. dkk, 2012) Nanopartikel adalah partikel berukuran 1-100 nanometer. Nanopartikel telah dijadikan sebagai kajian yang sangat menarik, oleh karena itu nanopartikel arang daun bambu tutul merupakan suatu partikel yang didefinisikan sebagai obyek kecil yang berperilaku sebagai satu kesatuan terhadap sifat transportasinya yang yang baru atau lebih baik berdasarkan karakteristik dibanding dengan partikel *bulk* yang lebih besar. (Waluyo. dkk, 2013) Menggabungkan ball-milling dan ultrasonic milling yang diproses dengan planetary ball-mill selama 40 jam untuk membuat nanopartikel.

(Joharwan. dkk, 2017) Membuat penelitian tentang kajian nanopartikel dari arang bambu wulung yang diproduksi dengan *High Energy Ball Milling* tipe *Shaker mill*. (Mei. dkk, 2006) Melakukan penelitian karbon nanopartikel yang berbentuk cobble seperti diameter 21-198 nm dinding sel serat bambu. (Kumar. dkk, 2016) Telah melakukan penelitian bambu mentah menjadi produk terkompresi atau dilaminasi dengan resin termosetel dengan kerapatan 800-1200kg. (Sharma. dkk, 2015) Melakukan penelitian pengolahan batang bambu menjadi komposit berlapis yang mirip dengan produk kayu dilaminasi. (Schuster.dk, 2012) Membuat penelitian tentang sintesis nanopartikel mesopori yang sumbernya dari (PMMA) *poli metal akrilat*. Yang fungsinya untuk menghilangkan silica yang sumbernya dari komposit. (Falco.dkk, 2013) Telah meneliti produk partikel nanopartikel mikropori dari furfural alcohol dengan karbonisasi sebagai metode tersebut. (Ghraiir. dkk, 2009) Telah Melakukan penelitian dibidang lingkungan remediasi yang menghasilkan dan mengkarakterisasi tuf Na-Zeolitik. (Agung, Hanafie, & Mardina, 2013) Pernah melakukan penelitian temperature pemanasan dan waktu pemanasan terhadap yield silica yang dihasilkan dari sekam padi. (Sa'diyah.dkk, 2016) Membuat penelitian dari arang daun bambu yang menghasilkan ekstrak silica dengan pencucian HCl 7%. (Rasyidi. dkk, 2015) Telah meneliti oksidasietanol yang membentuk asetaldehida dengan menggunakan katalis molib denumoksida berpenyangga silica oksida. (Rao. dkk, 2011) Memodifikasi serbuk silicon dan karbida yang berukuran mikroterbentuk menjadi serbuk silicon karbida terstruktur nano yang menggunakan metode *High Energy Milling* (HEM). (Muhriz, n.d.) Membuat zeolit alam yang diproduksi menjadi nanopartikel yang menggunakan metode *High Energy Milling* (HEM). (Fajarin. dkk, 2014) Telah Melakukan penelitian Fe₂TiO₅ sebagai salah satu jenis *titanate* atau MxTiyOz yang memiliki sifat elektrik magnetic yang menggunakan type *mechanical alloying* model *planetary ball mill*. (Giat.dkk, 2012) Pernah meneliti paduan Co-Cr-Mo menggunakan proses metode *milling* menggunakan metode *High Energy Milling* (HEM) type PW700i *mixer/mill*. (Herminiwati.dkk, 2015) Melakukan penelitian nano nabati dari ekstrak kulit kayu akasia sebagai komposisi metode *High Energy Milling* (HEM) model *planetary ball mill*. (Jearanaasilawong. dkk, 2015) Telah membuat karbon hitam dari bambu ori (*Bambu sarundinacea*) dan bambu petung (*Dendrocalamusasper*) dapat dihasilkan dari pemanasan dengan *furnace* dengan temperatur pemanasan 300° C, 500° C, 800° C dengan waktu tahan 1 jam.(Chen. dkk, 2015) Dalam penelitiannya menyampaikan arang bambu merupakan alternative penghasil produk karbon, dikarenakan karbon merupakan sumberdaya alam yang bias diperbaharui. (Salihati. dkk, 2013) Keberadaan bambu banyak kita

jumpai di berbagai wilayah, mulai dari yang tumbuh secara alami ataupun dengan sengaja untuk dibudidayakan. Populasi bambu didunia ini diperkirakan sekitar 1200-1300 jenis bambu. Di Indonesia terdapat jumlah 143 jenis macam bambu, dan 60 jenis bambu ada di pulau Jawa termasuk di dalamnya ada jenis bamboo tutul. (Charomaini. 2013) Di dunia ini bambu merupakan tanaman dengan pertumbuhan yang paling cepat. dikarenakan mempunyai *system rhizomadenpenden* yang unik, dalam waktu sehari-hari bambu dapat berkembang setinggi 60 cm (24 inchi) bahkan lebih dari 60 cm, dan tergantung pada kondisi tanah atau klimatologi tempat bambu ditanam. (Sulandari. dkk, 2013) Telah melakukan penelitian tentang pengaruh parameter plasma oksidasi pada pembentukan lapisan tipis isolator silicon dioksida (SiO₂) dengan plasma lucutan pijar. (Radhip, Pradeep, & M, 2015) Melakukan penelitian dari pasir pantai malpe, dengan metode ball-mill dengan RPM yang digunakan 250 untuk menghasilkan silica.(Waheed Ahmad Khanday. dkk, 2016) Telah melakukan penelitian tentang perancangan atau mengembangkan tempat tidur terfluidisasi skala pilot dari pembakaran sekam padi.

Penelitian ini mengkaji partikel arang daun bambu tutul hasil tumbukan dengan *High Energy Ball Milling* tipe *Shaker Mill*. Kajian dilakukan terhadap ukuran partikel, morfologi partikel dan unsur-unsur kimia yang terkandung di dalam partikel tersebut. Pengkajian ukuran partikel dilakukan dengan menggunakan alat uji PSA, morfologi dengan foto SEM. Dimana diameter bola baja yang digunakan adalah 1/4 inchi. Siklus yang digunakan adalah 2 juta siklus. Variasi volume tabung kosong 1:1, 1:2, 1:3 dan 1:4 inchi.

2. KERANGKA TEORI

Bambu masuk dalam jenis tanaman rerumputan, yang tumbuh dengan cara penyebaran perakaran dan rhizomanya di bawah tanah. Akar bambu terdapat di bawah permukaan tanah dan membentuk system percabangan. Batang-batang bambu muncul dari akar rimpang dan ketika menua, batang mengeras dan biasanya berongga, setelah sebelumnya muncul tunas dari permukaan dasar rumput yang biasanya orang menyebutnya dengan nama rebung. Daun bambu merupakan jenis daun yang lengkap karena memiliki bagian-bagian seperti pelepah daun, tangki daun, dan helaian daun.yang berbentuk langset, ujung daunnya meruncing, pangkal daun tumpul, tepi daun merata, dan daging daun seperti kertas.Pertulangan daun bambu sejajar, yaitu mempunyai satu tulang di tengah yang besar sedangkan tulang-tulang lainnya lebih kecil dan tampak sejajar dengan ibu tulang daun.Permukaan daun bagian atas berbulu, sedangkan permukaan daun bagian bawah berbulu kasar.Bagian atas daun berwarna hijau cerah sedangkan permukaan bagian bawahnya hijau gelap.

Penelitian kali ini menggunakan salah satu jenis bambu yang sangat mudah dijumpai di Indonesia. Walaupun jauh dari penyebarannya yakni wilayah asia tropis:India dan kawasan Malaysia, namun sekarang bambu tutul sering dijumpai di pedesaan jawa, terutama jawa tengah dan jawa barat, karena sangat bermanfaat untuk dibuat angklung, bambu ini banyak tumbuh di daerah tropis yang lembab, bambu wulung terkenal dengan nama bambu hitam atau pring ireng karena batangnya berwarna hijau kehitaman tak jarang ditemukan pula berwarna hijau semu ungu tua, beda dengan tanaman bambu lainnya bambu tutul pertumbuhannya agak lambat dan memiliki sifat tidak begitu keras saat basah, namun ketika bambu ini dalam keadaan kering bisa sangat keras sehingga daya lemturnya kurang dan menjadikannya mudah pecah dan putus.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan

BahanPenelitian

- 1) Arang daun bambu tutul.
- 2) Pembuatan bahan uji menggunakan *shaker mill*.
- 3) Ukuran bola baja yang digunakan 1/4 inci.
- 4) Kecepatan putaran mesin 1000 rpm.
- 5) Siklus tumbukan 2 juta tumbukan.
- 6) Tabung diisi dengan perbandingan volume 1:1,1:2,1:3 dan1:4 ruang kosong tabung dan material

AlatPenelitian

- 1) *shaker mill*.
- 2) tabung
- 3) Ayakan

3.2 Prosedur Penelitian

- 1) Pembuatan arang daun bambu tutul.
- 2) Penghancuran arang daun bambu tutul.
- 3) Pengayakan arang daun bambu tutul.
- 4) Pengisian tabung.
- 5) Produksi nanopartikel.
- 6) Pengambilan hasil.
- 7) Pengujian hasil dengan PSA.
- 8) Pengujian hasil dengan SEM dan EDX.
- 9) Karakteristik nanopartikel.

3.3 Tahapan Pembuatan Nanopartikel

Pembuatan nanopartikel melalui tahapan sebagai berikut (a) persiapan bahan baku, daun bambu tutul yang kering dibakar di kaleng yang minim oksigen, proses pembakaran membutuhkan waktu sekitar 2 jam, Setelah proses pembakaran selesai maka tunggu sampai kondisi kaleng dingin agar mudah untuk mengangkat arang daun bambu tutul tersebut. (b) kemudian arang daun tutul ditumbuk dengan alat penumbuk untuk mendapatkan partikel yang halus setelah proses pembakaran. (c) setelah ditumbuk kemudian diayak untuk mendapatkan diameter partikel yang lolos 200 mesh. (d) partikel yang lolos

200 mesh kemudian dimasukkan kedalam tabung dengan valume isi yang berbeda untuk ditumbuk menggunakan alat *shaker mill* dengan jumlah 2 juta siklus tumbukan untuk memproduksi nanopartikel.

3.4 Pengujian Hasil Tumbukan dengan alat *Shaker Mill*

Nanopartikel akan di uji PSA untuk menganalisa ukuran partikel dan untuk menganalisa distribusi morfologi partikel dan komposisi kimia yang terkandung dalam material menggunakan uji SEM dan EDX.

3.5 Teknik Analisa Data

1) Pengamatan Ukuran Partikel

Pengamatan ukuran partikel dilakukan dengan pengujian PSA (*Particle Size Analyzer*), dari pengujian ini dapat dilihat berapa ukuran partikel hasil pengujian.

2) Pengamatan Struktur Mikro

Pengamatan struktur mikro pada pengujian ini dilakukan untuk melihat visualisasi hasil pengujian dan melihat komposisi hasil pengujian. Pengamatan struktur mikro dilakukan dengan SEM (*Scanning Electron Microscope*), dan EDX (*Energy Dispersive X-ray*) dari hasil pengujian ini dapat dilihat visualisasi hasil pengujian berupa photo mikro ataupun nano dan komposisi yang terkandung pada hasil pengujian.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian PSA (*Particle SizeAnalyzer*)

Dari pengujian PSA (*Particle Size Analyzer*) akan diketahui ukuran partikel dari bahan yang diuji. Alat uji yang digunakan yaitu PSA Horiba SZ-100 dengan pembacaan scala micrometer sampai dengan nanometer. Hasil PSA (*Particle SizeAnalyzer*) berupa rata-rata diameter partikel.

Table 4.1 Hasil Pengujian PSA

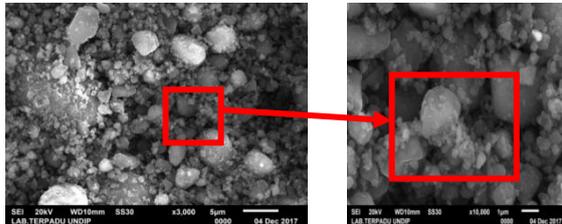
Perbandingan volume ruang kosong tabung dengan material	Ukuran Partikel (nm)
1:1	627,3
1:2	795
1:3	801,2
1:4	836,36

Berdasarkan data hasil uji PSA menunjukkan bahwa perbandingan volume ruang kosong tabung dan material 1:1 menghasilkan ukuran partikel yang paling kecil. Hal ini disebabkan pada volume ruang kosong tabung yang besar mempunyai luas bidang kontak (bola baja dan arang daun bambu) yang lebih

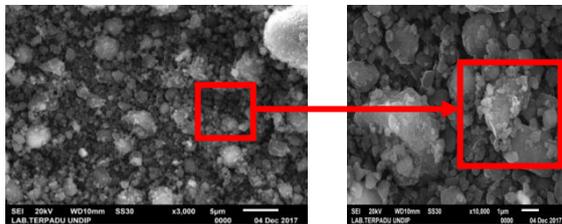
besar, sehingga dapat menghasilkan partikel dengan ukuran yang kecil.

4.2 Pengujian SEM/ EDX

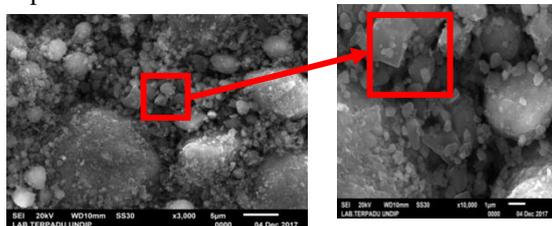
Hasil uji SEM berupa foto dengan pembesaran 3000x dan 10000x pembesaran, dengan perbandingan volume ruang kosong tabung dan material.



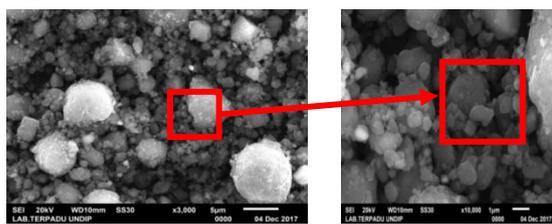
Gambar (a) Hasil uji SEM volume 1:1 dengan pembesaran 10000x



Gambar (b) Hasil uji SEM volume 1:2 dengan pembesaran 10000x



Gambar (c) Hasil uji SEM volume 1:3 dengan pembesaran 10000x



Gambar (d) Hasil uji SEM volume 1:4 dengan pembesaran 10000x

Dari hasil uji SEM menunjukkan bahwa material hasil tumbukan pada perbandingan volume ruang kosong tabung dan material 1:1 lebih homogen dibandingkan perbandingan volume yang lain. Hal ini disebabkan pada material hasil tumbukan perbandingan volume 1:1 mempunyai ukuran partikel yang lebih kecil, sehingga material hasil tumbukan mempunyai kerapatan yang lebih besar.

Hasil uji EDX ditunjukkan pada tabel 4.2. berupa komposisi kimia yang terkandung dalam material hasil tumbukan.

Tabel 4.2 hasil uji EDX dengan perbandingan volume ruang kosong dan material

Unsur kimia	Komposisi kimia (% berat)			
	Perbandingan Volume 1:1	Perbandingan Volume 1:2	Perbandingan Volume 1:3	Perbandingan Volume 1:4
C	67,21	66,14	67,09	68,47
MgO	0,66	0,66	0,66	0,66
Al ₂ O ₃	1,02	1,02	1,02	1,01
SiO ₂	24,09	21,39	23,19	22,59
SO ₃	0,46	0,43	0,48	0,43
C1	0,15	0,16	0,16	0,19
K ₂ O	0,50	0,50	0,52	0,51
C ₄ O	2,19	1,90	1,43	1,87
F ₄ O	0,99	0,87	1,18	1,23
C ₇ O	0,92	0,82	0,80	0,76
ZnO	1,10	1,15	1,10	1,22
ZrO ₂	0,69	0,97	0,87	1,07

5. KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil uji PSA, Semakin besar volume ruang kosong tabung maka semakin kecil ukuran partikel material yang dihasilkan. Hal ini disebabkan pada volume ruang kosong yang besar mempunyai luas bidang kontak (bola baja dan arang bambu) yang lebih besar, sehingga dapat menghasilkan partikel material dengan ukuran yang kecil.
2. Dari hasil SEM, Semakin besar volume ruang kosong tabung maka tingkat homogenitas partikel material yang dihasilkan semakin besar. Hal ini disebabkan pada material hasil tumbukan pada perbandingan volume 1:1 mempunyai ukuran partikel yang lebih kecil, sehingga material hasil tumbukan mempunyai kerapatan yang lebih besar.
3. Dari hasil EDX pada 2 jutasiklus, Semakin kecil volume ruang kosong tabung maka aglomerasi material semakin besar. Hal ini disebabkan semakin kecil ruang kosong yang digunakan maka tingkat aglomerasi material akan semakin besar.

Daftar Pustaka

- Agung, G. F., Hanafie, M. R., & Mardina, P. (2013). Ekstraksi Silika Dari Abu Sekam Padi Dengan Pelarut Koh. *Konversi*, vol.2, p 28–31.
- Charomaini, (2013). Budidaya Bambu Jenis Komersial. Institut Pertanian Bogor., vol.1, pp. 17-20

- Chen, G., Du, G., Ma, W., Yan, B., Wang, Z., & Gao, W. (2015). Production of amorphous rice husk ash in a 500 kw fluidized bed combustor *Fuel.*, vol.2, p 214–221.
- Fajarin, R., Purwaningsih, H., Susanti, D., & Kurnia, R. (2014). Milling Time and Temperature Dependence on Fe₂TiO₅ Nanoparticles Synthesized by Mechanical Alloying Method Helmy. *3rd International Conference On theoretical and Applied Physics*, vol.2, p 63–66.
- Falco, C., Sieben, M., Brun, N., Sevilla, M., Maehlen, T. Van Der, Morallón, E., & Cazorla-amorós, D. (2013). Hydrothermal Carbons from Hemicellulose-Derived Aqueous Hydrolysis Products as Electrode Materials for Supercapacitors., vol.4,p374-382
- Ghrai, A. M., & Ingwersen, J. (2009). Nanoparticulate Zeolitic Tuff for Immobilizing Heavy Metals in Soil: Preparation and Characterization., vol.2, p.155-168.
- Giat, S., & Ari, W. (2012). Fabrication of a novel electrochemical immunosensor based on the gold nanoparticles_ colloidal carbon nanosphere hybrid.pusat teknologi bahan industri nuklir - Batan vol.2,p 3-6.
- Herminiwati, H., Waskito, S., Purwanti, C. M. H., Prayitno, P., & Ningsih, D. (2015). Pembuatan bahan penyamak nano nabati dan aplikasinya dalam penyamakan kulit. *Majalah Kulit, Karet, Dan Plastik.*,vol.1, p15-22.
- Hosokawa. (2007). Mechanical Milling a Top Down Approach for the Synthesis of Nanomaterials and Nanocomposites, *Journal Powder Technology*, vol.1, p7-42.
- Jearanaisilawong, P., Eahkanong, S., Phungsara, B., & Manonukul, A. (2015). Determination of in-plane elastic properties of rice husk composite. *Journal Of Materials & Design*.vol.76, pp.55-63.
- Joharwan, Supriyono. (2017). Produksi nanopartikel arang bambu wulung dengan menggunakan High Energy Milling (HEM) model shaker mill.p1-5.
- Kumar, A., Vlach, T., Laiblova, L., Hrouda, M., Kasal, B., Tywoniak, J., & Hajek, P. (2016). Engineered bamboo scrimber: Influence of density on the mechanical and water absorption properties. *Construction and Building Materials*. vol.2, p815-827.
- Martien, R., Adhyatmika, Irianto, I. D. K., Farida, V., Dian, & Sari, P. (2012). Technology Developments Nanoparticles As Drug. *Majalah Farmaseutik*. vol.1, p133-144.
- Mei, F., Liu, C., Zhang, L., Ren, F., Zhou, L., Zhao, W. K., & Fang, Y. L. (2006). Microstructural study of binary TiO₂: SiO₂ nanocrystalline thin films. *Journal of Crystal Growth*. vol.1, p87-91.
- Muhriz, A. Subagio, and Pardoyo, “Pembuatan Zeolit Nanopartikel. vol.2, p34-36.
- Radhip, N. R., Pradeep, N., & M, A. A. (2015). Synthesis of Silica Nanoparticles from Malpe Beach Sand using Planetary Ball Mill Method.vol.5, p165-172.
- Rao, J. B., Catherin, G. J., Murthy, I. N., Rao, D. V., & Raju, B. N. (2011). Production of nano structured silicon carbide by high energy ball milling.*International Journal of Engineering, Science and Teknologi*.vol.4,p82-88.
- Rasyidi, A., & Hasfita, F. (2015). Sintesis Molibdenum Oksida Berpenyanga Silika sebagai Katalis pada Reaksi Oksidasi Etanol Menjadi Asetaldehida Synthesis of Molibdenum Oxide with Silica Supported Catalyst for Oxidation of Ethanol to Acetaldehyde.vol.3, p23-26.
- Sa'diyah, H., Nurhimawan, S., Fatoni, S. A., Irmansyah, & Irzaman. (2016). Ekstraksi silikon dioksida dari daun bambu. *Prosiding Seminar Nasional Fizika*. vol.5, p13-16.
- Salihati, F. G., & Ardhyantana, H. (2013). Studi Pembuatan Karbon Hitam dari Bambu Ori (*Bambusa arundinacea*) dan Bambu Petung (*Dendrocalamus asper*). *Teknik Pomits*. vol.2, p1-6.
- Schuster, J., He, G., Mandlmeier, B., Yim, T., Lee, K. T., Bein, T., & Nazar, L. F. (2012). Spherical Ordered Mesoporous Carbon Nanoparticles with High Porosity for Lithium – Sulfur Batteries *Angewandte*.vol.2, p3591-3595.
- Sharma, B., Gatóo, A., Bock, M., & Ramage, M. (2015). Engineered bamboo for structural applications. *Construction and Building Materials*. vol.81, p66-73
- Sulandari, S. A., Susita, L., & Murwani, D. (2013). Studi Fabrikasi Isolator Silikon Dioksida (SiO₂) Berbasis Lapisan Tipis Menggunakan Teknik Plasma.vol.1, p2-5.
- Waluyo, T. B., & Rochman, N. T. (2013). Pembuatan Partikel Nano Fe₂O₃ dengan Kombinasi Ball-Milling dan Ultrasonic-Milling.vol.1, p48-51.
- Waheed Ahmad Khanday, G. Kabir, B. H. H. (2016). Production of amorphous silica from rice husk in fluidised bed system. *Universiti Teknologi Malaysia.*, vol. 2, p.362.