

**PEMANFAATAN KULIT DURIAN DAN PELEPAH PISANG SEBAGAI
SUMBER KARBON DALAM PEMBUATAN BRIKET DAN SERAT
PENGUAT DALAM PEMBUATAN KAMPAS REM**

SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains pada
Program Studi Kimia



Oleh
Alma Tyara Simbara
1705233

**PROGRAM STUDI KIMIA
DEPARTEMEN PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG
2021**

**PEMANFAATAN KULIT DURIAN DAN PELEPAH PISANG SEBAGAI
SUMBER KARBON DALAM PEMBUATAN BRIKET DAN SERAT
PENGUAT DALAM PEMBUATAN KAMPAS REM**

Oleh

Alma Tyara Simbara

1705233

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Sains pada Program Studi Kimia Departemen Pendidikan Kimia

Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Alma Tyara Simbara

Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2021

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

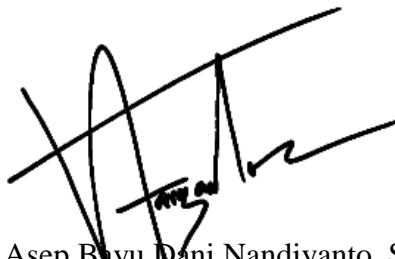
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak
ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin penulis

ALMA TYARA SIMBARA

**PEMANFAATAN KULIT DURIAN DAN PELEPAH PISANG SEBAGAI
SUMBER KARBON DALAM PEMBUATAN BRIKET DAN SERAT
PENGUAT DALAM PEMBUATAN KAMPAS REM**

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

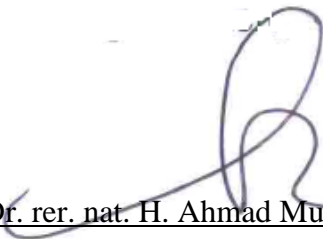
Pembimbing I



Dr. Eng. H. Asep Bayu Dani Nandiyanto, S.T., M.Eng.

NIP. 198309192012121002

Pembimbing II

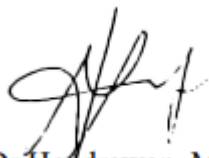


Dr. rer. nat. H. Ahmad Mudzakir, M.Si.

NIP. 196611211991031002

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan Kimia FPMIPA UPI



Dr. Hefdrawan, M.Si.

NIP. 196309111989011001

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ukuran partikel dan komposisi material terhadap kinerja briket dan kampas rem dari kulit durian dan pelepah pisang. Mikropartikel untuk pembuatan briket dihasilkan dari metode karbonisasi pada suhu 200-350°C selama 4-8 jam. Bahan adhesif (pasta pati) digunakan untuk mengikat karbon dengan variasi komposisi karbon kulit durian/pelepah pisang 50/50, 60/40, dan 70/30 %. Briket dihasilkan dari pencetakan silindris dan pemadatan semua bahan baku dengan beban 19,6 kg. Sedangkan, serat penguat untuk pembuatan kampas rem dihasilkan dari metode *saw-milling*. *Unsaturated polyester resin* (UPR) yang terbuat dari reaksi *step-growth* antara asam phtalat atau isophtalat dengan asam maleat atau fumarat yang dikondensasi dengan alkohol dihidris, digunakan sebagai bahan dasar kampas rem. Percobaan dilakukan dengan mencampurkan 75% UPR dengan serat kulit durian dan pelepah pisang menggunakan rasio 1/1, 3/2, dan 2/3. Katalis metil etil keton peroksida (MEKP) ditambahkan sebagai *hardener* dalam reaksi *curing* hingga kampas rem terbentuk. Seluruh penelitian dilakukan pada ukuran partikel 104 dan 250 μm . Hasil penelitian menunjukkan ukuran partikel dan komposisi material berpengaruh terhadap karakterisasi briket dan kinerja kampas rem. Keseluruhan parameter dalam pengujian karakterisasi briket menunjukkan bahwa ukuran partikel karbon kecil (104 μm) menghasilkan briket yang lebih baik, akan tetapi memiliki durabilitas yang rendah. Sedangkan, dalam pengujian kinerja kampas rem, ukuran partikel mempengaruhi sifat mekanik, sifat gesekan, ikatan antar muka, interpacking, juga jumlah dan ukuran pori. Hal ini terjadi karena udara dapat terperangkap selama proses pencampuran material pada ukuran partikel yang besar, sehingga mengakibatkan banyak pori-pori besar dan mempengaruhi kinerja kampas rem secara keseluruhan. Sebaliknya, semakin kecil ukuran partikelnya semakin baik performanya, tetapi memiliki tingkat keausan yang lebih tinggi. Selain itu, peningkatan persentase pelepah pisang dan penurunan persentase kulit durian secara garis besar menghasilkan briket dan kampas rem yang lebih baik. Hasil perbandingan briket dan kampas rem konvensional menunjukkan bahwa limbah kulit durian dan pelepah pisang memiliki potensi tinggi dalam pembuatan briket dan kampas rem.

Kata kunci: Mikroapartikel, Kulit Durian, Pelepah Pisang, Briket, dan Kampas Rem.

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of particle size and material composition on the performance of briquettes and brake pads from durian peel and banana midrib. Microparticles for the manufacture of briquettes are produced from the carbonization method at a temperature of 200-350°C for 4-8 hours. Adhesive material (starch paste) was used to bind carbon with variations in the carbon composition of durian peel/banana midrib 50/50, 60/40, and 70/30 %. Briquettes are produced by cylindrical molding and compaction of all raw materials with a load of 19.6 Kg. Meanwhile, the reinforcing fiber for the manufacture of brake pads is produced from the saw-milling method. Unsaturated polyester resin (UPR) which is made from a step-growth reaction between phthalic or isophthalic acid with maleic or fumaric acid condensed with dihydric alcohol, is used as a base material for brake pads. The experiment was carried out by mixing 75% UPR with durian peel fiber and banana midrib using a ratio of 1/1, 3/2, and 2/3. Methyl ethyl ketone peroxide (MEKP) catalyst was added as a hardener in the curing reaction until the brake pad was formed. All studies were carried out at particle sizes of 104 and 250 μm . The results showed that the particle size and material composition had an effect on the characterization of briquettes and the performance of brake pads. Overall parameters in the briquette characterization test showed that the small carbon particle size (104 μm) produced better briquettes, but had low durability. Meanwhile, in testing the performance of brake pads, particle size affects the mechanical properties, friction properties, interfacial bonding, interpacking, as well as the number and size of pores. This happens because air can be trapped during the material mixing process at large particle sizes, resulting in many large pores and affecting the performance of the brake pad as a whole. Conversely, the smaller the particle size the better the performance, but has a higher wear rate. In addition, an increase in the percentage of banana midrib and a decrease in the percentage of durian skin in general resulted in better briquettes and brake pads. The results of the comparison of briquettes and conventional brake pads show that durian peel and banana midrib waste has high potential in the manufacture of briquettes and brake pads.

Keywords: *Microparticles, Durian Peel, Banana Midrib, Briquettes, and Brake Pads.*

DAFTAR ISI

LEMBAR HAK CIPTA	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Penelitian	1
1.2. Rumusan Masalah	5
1.3. Tujuan Penelitian	5
1.4. Manfaat Penelitian	5
1.5. Batasan Masalah	5
1.6. Struktur Organisasi Skripsi	6
BAB II	7
TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Biomassa	7
2.2.1 Kulit Durian	10
2.2.2 Pelepah Pisang	11
2.2. Komposit	12
2.3.1. Briket	14
2.3.2. Kampas Rem	20
BAB III	24
METODE PENELITIAN	24
3.1. Waktu dan Lokasi Penelitian	24

3.2.	Alat dan Bahan	24
3.2.1	Alat.....	24
3.2.2	Bahan.....	24
3.3.	Prosedur Penelitian.....	24
3.3.1	Pembuatan Briket.....	25
3.3.2	Karakterisasi Briket.....	25
3.3.3	Pembuatan Kampas Rem	27
3.3.4	Uji Kinerja Kampas Rem	28
BAB IV		30
HASIL DAN PEMBAHASAN.....		30
4.1.	Penampilan Fisik Briket.....	30
4.2.	Karakterisasi Briket	31
4.2.1.	Densitas	31
4.2.2.	<i>Percentage Moisture Content</i>	34
4.2.3.	<i>Percentage of Water Resistance Index</i>	36
4.3.	Kualitas Pembakaran Briket.....	37
4.4.	Perbandingan Briket Hasil Penelitian dan Konvensional.....	41
4.5.	Penampilan Fisik Kampas Rem	41
4.6.	Sifat Mekanik Kampas Rem.....	47
4.7.	Sifat Gesekan.....	49
4.8.	Perbandingan Kampas Rem Hasil Penelitian dan Konvensional	51
BAB V.....		53
KESIMPULAN DAN SARAN.....		53
5.1.	Kesimpulan.....	53
5.2.	Saran	54
DAFTAR PUSTAKA		55
LAMPIRAN.....		66
RIWAYAT PENULIS		78

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, S., Alimuddin., dan Sitorus, S. (2019). Pengaruh Variasi Waktu Pada Kemampuan Adsorpsi Karbon Aktif dari Limbah Batang Pisang (*Musa Paradisiaca L.*) Terhadap Benzena. *Jurnal Atomik*, 4(2), 90-95.
- Akowuah, J. O., Kemausuor, F., dan Mitchual, S. J. (2012). Physico-chemical characteristics and market potential of sawdust charcoal briquette. *International Journal of Energy and Environmental Engineering*, 3(1), 20.
- Amarasekara, A., Tanzim, F. S., dan Asmatulu, E. (2017). Briquetting and carbonization of naturally grown algae biomass for low-cost fuel and activated carbon production. *Fuel*, 208, 612-617.
- Ana, D. A., Pampang, H., dan Yunita, L. (2015). Potensi Limbah Kulit Durian Sebagai Bahan Baku Pembuatan Energi Alternatif. *Seminar Nasional Teknologi*. 843-850.
- Aransiola, E. F., Oyewusi, T. F., Osunbitan, J. A., dan Ogunjimi, L. A. O. (2019). Effect of binder type, binder concentration and compacting pressure on some physical properties of carbonized corncob briquette. *Energy Reports*, 5, 909-918.
- Arewa, M. E., Daniel, I. C., & Kuye, A. (2016). Characterisation and comparison of rice husk briquettes with cassava peels and cassava starch as binders. *Biofuels*, 7(6), 671-675.
- ASAE S269.4 DEC 96. (1998). *Cubes, Pellet, Crumbles-Definitions and Methods for Determining Density, Durability, and Moisture Content*, ASAE Standard.
- Astra, I. M. (2010). Energi dan Dampaknya Terhadap Lingkungan. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 11(2), 127-135.
- Athif, M. A., dan Ihsan. (2018). Uji kuat tekan dan keausan bahan kampas rem dari komposisi tempurung kemiri dan serat bambu. *JFT*, 5(2), 29-38.
- Badan Pusat Statistik Indonesia, 2017.
- Bashir, M., Shadid, S. S., dan Bashir, O. (2015). Friction and Wear Behavior of

- Disc Brake Pad Material Using Banana Peel Powder. *Int. J. Res. Eng. Technol*, 4(2), 650-659.
- Bergander, A., dan Salmen, L. (2002). Cell wall properties and their effects on the mechanical properties of fibers. *J. Mater. Sci*, 37, 151–156.
- Bhattacharya, S. C., Leon, M. A., dan Rahman, M. M. (1996). *A Study on Improved Biomass Briquetting, Energy Program*. Thailand: SERD-AIT.
- Bismarck, A., Aranberri-Askargorta, I., Springer, J., Lampke, T., Wielage, B., Stamboulis, A., Shenderovich, I., dan Limbach, H. (2002). Surface characterization of flax, hemp and cellulose fibers; Surface properties and the water uptake behavior. *Polym. Compos*, 23, 872–894.
- Bledzki, A.K., dan Gassan, J. (1999). Composites reinforced with cellulose based fibres. *Carbon N. Y*, 24, 221–274.
- Boerjan, W., Ralph, J., dan Baucher, M. (2003). Lignin Biosynthesis. *Annu Rev Plant Biol*. 54, 519-546.
- Borman, G. L., dan Ragland, K. W. (1998). *Combustion Engineering*. Singapore: McGraw-Hill Book. Co.
- Bramantyo, A. (2008). Pengaruh Konsentrasi Serta Rami Terhadap Sifat Mekanik Material Komposit Poliester - Serat Alam. Depok: FT UI.
- Briyatendra, E. I., dan Widayat, W. (2019). Pengaruh Ukuran Partikel dan Tekanan Kompaksi Terhadap Karakteristik Briket Kayu Jati. *Jurnal Inovasi Mesin*, 1(2), 14-22.
- Burris, D. L., dan Sawyer, W. G. (2009). Addressing practical challenges of low friction coefficient measurements. *Tribology letters*. 35(1), 17-23.
- Dagwa, I. M., dan Ibadode, A. O. A. (2005). Design and manufacture of experimental brake pad test rig. *Nigerian Journal of Engineering Research and Development*, 4(3), 15-24.
- Damanik, S. E. (2018). *Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan*. Ponorogo: Uwais Inspirasi Indonesia.
- Davies, R. M., dan Davies, O. A. (2013). Physical and Combustion Characteristics of Briquettes Made from Water Hyacinth and Phytoplankton Scum as Binder. *Journal of Combustion*, 1-8.
- Deublein, D., dan Steinhauser, A. (2011). *Biogas from Waste and Renewable*

- Resources*. Weinheim: Wiley-VCH.
- Driver, W. E. (1979). *Plastic Chemistry and Technology*. Texas: Van Nostrand Reinhold Co.
- Dwiyati, S. T., Kholil, A., dan Widharma, F. (2017). Pengaruh Penambahan Karbon Pada Karakteristik Kampas Rem Komposit Serbuk Kayu. *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur UNJ*, 2, 108-114.
- Feng, J., Wang, Y., Yi, X., Yang, W., dan He, X. (2016) Phenolics from Durian Exert Pronounced No Inhibitory and Antioxidant Activities. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64(21), 4273-4279.
- Pengmei, L. V., Chang, J., Wang, T., dan Wu, C. A. (2004). Kinetic Study on Biomass Fast Catalytic Pyrolysis. *Energy & Fuels*, 18, 1865-1869.
- Fachry, A. R., Sari., Indah, T., Dipuro., Yudha, A., dan Najamudin. (2010). *Teknik Pembuatan Briket Campuran Eceng Gondok dan Batubara sebagai Bahan Bakar Alternatif bagi Masyarakat Pedesaan*. Palembang: UNSRI
- Fitrianto, F. D., Estriyanto, Y., dan Harjanto, B. (2013). Pemanfaatan Serbuk Tongkol Jagung Sebagai Alternatif Bahan Friksi Kampas Rem Non-Asbestos Sepeda Motor. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Mesin*, 1(3), 1-11.
- Grover, P. D., dan Mishra, S. K. (1996). *Biomass Briquetting: Technology and Practices*. Field Document No. 46, FAO-Regional Wood Energy Development Program In Asia, Bangkok.
- Gusmailina., dan Pari, G. (2002). Pengaruh Pemberian Arang Terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum*). *Buletin Penelitian Hasil Hutan*, 20(3), 217-229.
- Hanandito, L., dan Willy, S. (2011). *Pembuatan Briket Tempurung Kelapa dari Sisa Bahan Bakar Pengasapan Ikan Kelurahan Bandarhajo Semarang*.
- Hanief., Nanda, Y., dan Himawanti, W. (2017). *Statistika Pendidikan*. Yogyakarta: Deepublish.
- Hasibuan, R. (2004). *Mekanisme Pengeringan*. Sumatra Utara: USU digital library.
- Hendra D., dan Pari, G. (2000). *Penyempurnaan Teknologi Pengelolaan Arang*. Bogor: Balai Penelitian dan Pengembangan Kehutanan.

- Hinrichs, R., Soares, M. R., Lamb, R. G., Soares, M. R., dan Vasconcellos, M. A. Z. (2011). Phase characterization of debris generated in brake pad coefficient of friction tests. *Wear*, 270(7-8), 515-519.
- Huda, M. S., Drzal, L. T., Ray, D., Mohanty, A. K., Mishra, M. (2008). Natural Fiber Composite in The Automotive Sector. *Woodhead Publishing Series in Composite Science and Engineering*, 221-268.
- Husain, Z., Zainac, Z., Abdullah, Z. (2002). Briquetting of Palm Fibre an Shall from The Processing of Palm Nuts to Palm Oil. *Biomass & Bioenergy*, 22, 505-509.
- Idris, U. D., Aigbodion, V. S., Abubakar, I. J., dan Nwoye, C. I. (2015). Eco-friendly Asbestos Free Brake-pad: Using Banana Peels. *J. King Saud Unive. – Eng. Sci*, 27(2), 185-192.
- Igbo, K. P. (2016). Physico-mechanical characteristics of rice husk briquettes using different binders. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 18(1), 70-81.
- Ikelle, I. I., dan Chukwuma, A. (2014). Comparative Thermal Analysis of The Properties of Coal and Corn Cob Briquette. *Journal of Applied Chemistry*, 7(6), 93-97.
- Irhamna, A. R., Utama, A. I., dan Hardianto, T. (2017). Preliminary Investigation on The Starch Potential as Natural Binder in The Hot Binderless Briquetting Process of Torrified Municipal Solid Waste. *International Conference on Thermal Science and Technology (ICTST)*.
- Ismaya, A., dan Rizal, M. A. (2011). Pengaruh Jenis dan Kadar Bahan pada Pembuatan Briket Blotong sebagai Bahan Bakar Alternatif. *J. Tek. Ind. Pert*, 21(3), 186-193.
- Jamilatun, S. (2008). Sifat-Sifat Penyalaan dan Pembakaran Briket Biomassa, Briket Batu Bara, dan Arang Kayu. *Jurnal Rekayasa Proses*, 2(2), 37-40.
- Jayaraman, K. (2003). Manufacturing sisal–polypropylene composites with minimum fibre degradation. *Compos. Sci. Technol*, 63, 367–374.
- Jones, R. M. (1975). *Mechanics of Composites Materials*. New York: McGraw-Hill Companies, T.H.E.
- Joseph, S., dan Hislop, D. (1981). *Residu Briquetting in Developing Countries*.

- Switzerland: Applied Science publisher.
- Kamal, M., dan Sourour, S. (1973). Kinetics and thermal characterization of thermoset cure. *Polym. Eng. Sci*, 13, 59-64.
- Krull, E. S., Baldock, J. A., Skjemstad, J. O., dan Smernik, R. J. (2009). *Characteristic of Biochar: Organo Chemical Properties*. Biochar For Environmental Management: Science and Technology. London: Earthscan.
- Kusuma, A. (2009). Aplikasi Serat Sisa Sebagai Komposit Polimer. *Jurnal Kompetensi Teknik*, 1(1), 3-9.
- Kusuma, W. A., Sarwono., dan Noriyati, R. D. (2015). Kajian Eksperimental Terhadap Karakteristik Pembakaran Briket Limbah Ampas Kopi Instan dan Kulit Kopi (Studi Kasus di Pusat dan Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. *Jurnal Teknik POMITS*, 1-6.
- Licari, J. J. (2003). *Coating Materials For Electronic Applications*. USA: Noyes Publication.
- Lubis, R., Saragih, S. W., Wirjosentono, B., dan Eddyanto, E. (2018). Characterization of Durian Rinds Fiber (*Durio Zubinthinus, Murr*) from North Sumatra. The 3rd Seminar International on Chemistry. 14 December.
- Mallick, P. K. (2007). *Fiber Reinforced Composites Materials Manufacturing and Design 3rd Editon*. United State: CRC Press Taylor & Francis Group.
- Masthura. (2019). Analisis Fisis Dan Laju Pembakaran Briket Bioarang Dari Bahan Pelepah Pisang. *Journal of Islamic Science and Technology*, 5 (1), 58–66.
- Masturi, Effendy, S., Gelu, A., Hammam, dan Fianti. (2018). Analysis of The Mechanical Properties of Brake Canvas Based on Durian Fruit Skin and Teak Leaves. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 7(2), 149-155.
- Matuana, L. M., Woodhams, R. T., Balantinecz, J. J., dan Park, C.B. (2004). Influence of Interfacial Interaction on the Properties of PVC/Cellulosic Fiber Composites. *Polymer Composite*, 19(4), 446-455.
- Michael, S. E., dan Halimatuddahlia. (2013). Daya Serap Air dan Kandungan Serat (Fiber Content) Komposit Poliester Tidak Jenuh (Unsaturated Polyester) Berpengisi Serat Tandan Kosong Sawit dan Selulosa.
- Mukherjee, P.S., dan Satyanarayana, K.G. (1986). Structure and properties of

- some vegetable fibres. *J. Mater. Sci*, 21, 51–56.
- Muslim, M. N. A. (2008). *Pemanfaatan Limbah Hutan Pisang (Musa Paradisiaca) dalam Upaya Mengatasi Dampak Krisis Global*. Karya Tulis YPHL.
- Nabawiyah, K. (2010). Penentuan Nilai Kalor dengan Bahan Bakar Kayu Sesudah Pengarangan Serta Hubungannya Dengan Nilai Porositas Zat Padat. *Jurnal Neutrino*, 3(1), 44-55.
- Nadilah, S., Winursito, I., Wahyuni, S., Budiasih, S., dan Christiana. (2003). Poliester tak jenuh sebagai bahan baku pembuatan helm pengaman. *Majalah Kulit, Karet, dan Plastik*, 19(1), 25-31.
- Ndiema, C. K. W., Manga, P. N., dan Ruttoh, C. R. (2002). Influence of Dry Pressure on Relaxation Characteristics of Briquetted Biomass. *Energy Conversion and Management*, 43, 2157-2161.
- Ndraha, N. (2009). Uji Komposisi Bahan Perekat Briket Bioarang Tempurung Kelapa dan Serbuk Kayu Terhadap Mutu yang Dihasilkan. *Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara*.
- Nuriana, W., Anisa, N., dan Martana (2014). Synthesis preliminary studies durian peel bio briquettes as an alternative fuel. *Energy Procedia*, 47, 295–302.
- Nurika, I., dan Suhartini, S. (2019). *Bioenergi dan Biorefinery*. Malang: UB Press.
- Odian, G. (1981). *Principle of Polymerization*. New York: Wiley Interscience Publ.
- Olarunnisola, A. (2007). Production of fuel briquettes from waste paper and coconut husk admixtures. *Agricultural Engineering International: The CIGR Ejournal*, 9, 1-10.
- Olesen, P., dan Plackett, D. (1999). Perspectives on the Performance of Natural Plant Fibres. In: Natural Fibres Performance Forum, Copenhagen. p. Copenhagen 27th-28th May 1999.
- Onuegbu, T. U., Ekpunobi, U. E., Ogbu, I. M., Ekeoma, M. O., & Obumselu, F. O. (2011). Comparative studies of ignition time and water boiling test of coal and biomass briquettes blend. *IJRRAS*, 7(2), 153-159.
- Oyelaran, O. A., Bolaji, B. O., Waheed, M. A., dan Adekunle. (2015).

- Characterization of Briquettes Produced From Groundnut Shell and Waste Paper Admixture. *Iranica Journal of Energy & Environment*, 6(1), 34-38.
- Parinduri, L., dan Parinduri, T. (2020). Konversi Biomassa Sebagai Energi Terbarukan. *Journal of Electrical Technology*, 5(2), 88-92.
- Peters, S. T. (2013). *Handbook of Composites*. New York: Springer Science & Business Media.
- Pranata, J. (2007). *Pemanfaatan Sabut dan Tempurung Kelapa serta Cangkang Sawit untuk Pembuatan Asap Cair sebagai Pengawet Makanan Alami Teknik Kimia*. Aceh: Universitas Malikussaleh Lhokseumawe.
- Prayoga, A. (2016). Penggunaan Serat Pelepah Pohon Pisang Sebagai Bahan Alternatif Dalam Pembuatan Kampas Rem Tromol Sepeda Motor (Non Asbes). *Jurnal Teknik Mesin UBL*, 3(2), 1-6.
- Primaningtyas, W. E., Sakura, R. R., Suheni., Biqi, A., dan Handoyo, C. (2018). Sintesis Komposit Kampas Rem Bebas Asbes Berpenguat Serbuk Kulit Singkong. *Jurnal Rekayasa Energi Manufaktur*, 3(2), 91-95.
- Priyanto, A., Hantarum., dan Sudarno. (2018). Pengaruh Variasi Ukuran Partikel Briket Terhadap Kerapatan, Kadar Air, dan Laju Pembakaran Pada Briket Kayu Sangon. *Seminar Sains dan Teknologi Terapan VI*.
- Priyanto, K., Widodo, L., dan Yoga, N. (2018). Karakteristik Impak Komposit Unsaturated Polyester Berpenguat Serat Batang Pisang. *Jurnal Teknika ATW*, 19, 33-42.
- Purboputro, I. P. (2016). Pengembangan bahan kampas rem sepeda motor dari komposit serat bambu terhadap ketahanan aus pada kondisi kering dan basah. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 17(2), 1-5.
- Rahman, S. (2018). *Teknologi Pengolahan Tepung dan Pati Biji-Bijian*. Yogyakarta: CV Budi Utama.
- Ratna, S. T. (2017). *Skripsi: Karakteristik Komposit Partikel Arang Kayu Ulin Bermatriks Epoxy Sebagai Salah Satu Alternatif Pengganti Kampas Rem Dengan Fraksi Volume 25%, 35%, 45%*. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- Reddy, N., dan Yang, Y. (2006). Biofibers From Agricultural Byproducts for Industrial Application. *Trends in Biotechnology*, 23(1).

- Reddy, N., dan Yang, Y. (2006). Biofibers from Agricultural Byproducts for Industrial Applications. *Trends in Biotechnology*, 23(1).
- Rezanezhad, M., Lajevardi, S. A., dan Karimpouli, S. (2019). Effects of pore-crack relative location on crack propagation in porous media using XFEM method. *Theoretical and Applied Fracture Mechanics*, 103, 102241.
- Ridhuan, Kemas, dan Suranto. (2017). Perbandingan Pembakaran Pirolisis dan Karbonisasi Pada Biomassa Kulit Durian Terhadap Nilai Kalor. *Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 5(1), 50–56.
- Rina, L., Sunardi, dan Purnama, N. (2016). Studi Eksperimental Pengaruh Ukuran Partikel Serbuk Bambu Terhadap Sifat Mekanis Komposit untuk Aplikasi Kampas Rem Sepeda Motor. *Jurnal UNTIRTA*, 2(2), 54-63.
- Rosillo, C. F. (2007). *Overview of Bioenergy The Biomass Assesment Handbook: Bioenergy for a Sustainable Environment*. London.
- Rosky, C., dan Soatthyanon, N. (2014). *Thermoset matrix natural fibre-reinforced composites*. University of New South Wales, Australia and Cooperative Research Centre for Advanced Composite Structures, Australia.
- Rowell, J. S., dan Han, J. S. (2000). *Characterization and Factors Effecting Fiber Properties*. In: Natural Polymer and Agrofibres Based Composites. Sao Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária.
- Rukmana, R. (1996). *Durian Budidaya dan Paska Panen*. Yogyakarta: Kurnisia.
- Saleh, A. (2013). Efisiensi Konsentrasi Perekat Tepung Tapioka Terhadap Nilai Kalor Pembakaran pada Biobriket Batang Jagung. *Jurnal Teknosains*, 1(7).
- Saleh, H. E. D. M. (2012). *Polyester*. Maastricht: InTech
- Saravanan, S. D., Senthikumar, M., dan Shankar, S. (2013). Effect of particle size on tribological behavior of rice husk ash–reinforced aluminum alloy (AlSi₁₀Mg) matrix composites. *Tribology transactions*, 56(6), 1156-1167.
- Sariadi. (2009). Pemanfaatan Kulit Kopi Menjadi Biobriket. *Jurnal Reaksi Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe*, 14(7).
- Schwartz, M. M. (1997). *Composite Material*. New Jersey: Prentice Hall.
- Setiadi. (2007). *Bertanam Durian*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Setiawan, A. (2012). Pengaruh Komposisi Pembuatan Biobriket dari Campuran

- Kulit Kacang dan Serbuk Gergaji Terhadap Nilai Pembakaran. *Jurnal Fisika*, 18(2).
- Setter, C., dkk. (2020). Slow Pyrolysis of Coffee Husk Briquettes: Characterization of the solid and liquid fractions. *Fuel*, 261, 1-11.
- Soeyanto, T. (1982). *Cara Membuat Sampah jadi Arang dan Kompos*. Gorontalo: Yudhistira.
- Staab, G. H. (1999). *Laminar Composites*. Boston : Butterworth-Heinemann.
- Sudiro dan Suroto. (2014). Pengaruh Komposisi dan Ukuran Serbuk Briket yang Terbuat dari Batu Bara dan Jerami terhadap Karakteristik Pembakaran. *Jurnal Saintech Politeknik Indonusa Surakarta*.
- Suhadirman., dan Syaputra, M. (2017). Analisa Keausan Kampas Rem Non Asbes Terbuat dari Komposit Polimer Serbuk Padi dan Tempurung Kelapa. *Jurnal Inovasi dan Teknologi Polbeng*, 7(2), 2010-214.
- Suhardiman dan Syaputra, M. (2017). Analisa Keausan Kampas Rem Non Asbes Terbuat dari Komposit Polimer Serbuk Padi dan Tempurung Kelapa. *Jurnal Invotek Polbeng*, 7(2), 210-214.
- Suhartini, S., dan Irnia, N. (2018). *Teknologi Pengolahan Limbah Agroindustri*. Malang: UB
- Sukrawan, Y., Hamdani, A., dan Mardani, S. A. (2019). Effect of bamboo weight fraction on mechanical properties in non-asbestos composite of motorcycle brake pad. *Materials Physics & Mechanics*. 42(3).
- Sulistyanto, A. (2006). Karakteristik Pembakaran Biobriket Campuran Batubara dan Sabut Kelapa. *Media Mesin*, 7(2), 77-84.
- Summerscales, Dissanayake, N., Virk, A. S., dan Hall, W. (2010). A review of bast fibres and their composites. Part 1 – Fibres as reinforcements. *Compos. Part A Appl. Sci. Manuf.* 41, 1329–1335.
- Surdia, T. (1985). *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Suryaningsih, S., Anggraeni, P. M., Nurhilal, O. (2019). Pengaruh Ukuran Partikel Terhadap Kualitas Termal dan Mekanik Briket Campuran Arang Sekam Padi dan Kulit Kopi. *Jurnal Material dan Energi Indonesia*, 9(2), 79-85).
- Suryanto, H. (2015). Thermal degradation of mendong fiber. In: 6th International

- Conference on Green Technology. Universitas Islam Negeri Malang, Malang, 306–309.
- Suryanto, H., Irawan, Y. S., Marsyahyo, E., dan Soenoko, R., (2012). Karakteristik Serat Mendong (*Fimbistylis Globulosa*): Upaya Menggali Potensi Sebagai Penguat Komposit Matriks Polimer. In: Seminar Nasional Green Technology, 3, 49-59.
- Susy, Y. P., dan Abdul, G. W. (2008). Pemanfaatan Sekam Padi dan Pelepah Pohon Pisang Sebagai Bahan Alternatif Pembuat Kertas Berkualitas. *Jurnal Aplikasi Ilmu-Ilmu Agama*, 9(1), 44-56.
- Suyatno. (2007). *Kimia*. Jakarta: Grasindo.
- Syamsirol, M., dan Harwin, S. (2007). Pembakaran briket biomassa cangkang kakao: Pengaruh temperatur udara preheat. In: *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Teknik Mesin UGM Yoyakarta*. 15-18.
- Syawaluddin dan Setiawan, I. A. (2008). *Perbandingan Pengujian Mekanis Terhadap Kampas Rem Asbes dan Non-Asbestos dengan Melakukan Uji Komposisi, Uji Kekerasan, dan Uji Keausan*. Jakarta: Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- Tausif, M., Pliakas, A., O’Haire, T., Goswami, P., dan Russel, S. J. (2017). Mechanical propoerties of nonwoven reinforced thermoplastic polyurethane composites. *Materials (Basel)*, 10(6), 1-13.
- Thomas, S., Hosur, M., dan Chirayil, C. J. (2019). *Unsaturated Polyester Resins: Fundamental, Design, Fabrication, and Applications*. Netherlands: Elsevier Inc.
- Triono, A. (2006). *Karakteristik Briket Arang dari Campuran Serbuk Gergajian Kayu Afrika (*Maesopsis Eminii Engl*) dan Sengon (*Paraserianthes Falcataria L. Nielsen*) dengan Penambahan Tempurung Kelapa (*Cocos Nucifera L*)*. Bogor: IPB.
- Vaisanen, T., Haapala, A., Lappalainen, R., dan Tompoo, L. (2016). Utilization of Agricultural and Forest Industry Waste and Residues in Natural Fiber-Polymer Composites: A Review. *Waste Management*, 54, 62-73.
- Wahidin Nuriana, N. A. dan M. T. (2013) Karakteristik Biobriket Kulit Durian Sebagai Bahan Bakar Alternatif Terbarukan. *Jurnal Teknologi Industri*

Pertanian, 23(1), 70–76.

- Wojcieszak, R., Santarelli, F., Paul, S., Dumeignil, F., Cavani, F., dan Goncalves, R. V. (2015). Recent Developments in Maleic Acid Synthesis From Bio-Based Chemical. *Sustainable Chemical Process*, 3(9), 1-11.
- Zaske., Oscar, C., dan Sidney, H. (1999). *Handbook of Thermosetting Plastic*. Norwich: William Andrew.