
OPTIMASI KEKUATAN TARIK SERAT NANAS (*ANANAS COMOUS L. MERR*) SEBAGAI ALTERNATIF BAHAN KOMPOSIT SERAT ALAM

Wijoyo, Catur Purnomo dan Achmad Nurhidayat

Teknik Mesin Universitas Surakarta

Jl. Raya Palur Km.5, Surakarta

e-mail : joyowi@yahoo.co.id

Abstrak

Image “Green” yang menempel pada serat alam, membuka jalan bagi serat alam untuk inovasi dan pengembangan produk dalam dekade terakhir ini, misalnya untuk pengembangan komposit yang diperkuat serat alam (*fiber reinforced composites*) dalam industri automotif, konstruksi bangunan, *geotextiles* dan produk pertanian. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengoptimasi kekuatan tarik serat nanas (*Ananas Comous L. Merr*) sebagai alternatif bahan komposit serat alam. Penelitian menggunakan serat nanas (*Ananas Comous L. Merr*) dan *unsaturated polyester* sebagai matrik untuk bahan komposit. Perlakuan diberikan pada serat nanas dengan peredaman pada larutan alkali dengan prosentase 10%, 20%, 30% dan 40% selama 2 jam dan 4 jam. Spesimen uji tarik serat tunggal dibuat berdasar standart JIS K-7601. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tarik maksimum mencapai 1058,660 MPa pada perlakuan peredaman larutan alkali 30% selama 2 jam. Dari hasil pengamatan penampang patahan menunjukkan bahwa patahan terjadi karena adanya *fiber pull-out* (tercabut).

Kata kunci : kekuatan tarik, serat nanas, komposit serat alam

PENDAHULUAN

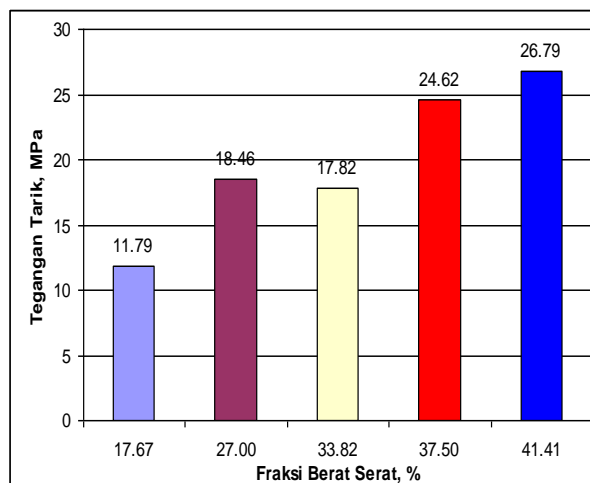
Pemanfaatan serat alam baik dari segi teknis maupun sebagai produk pertanian non-pangan telah dikembangkan sejak lama. Misalnya sebagai serat selulosa dalam industri tekstil dan bubuk kertas tetap menjadi komoditi utama dalam industri produk non-pangan. Pemasaran serat alam seperti flax, hemp, jute dan sisal mengalami penurunan yang sangat substansial semenjak dikembangkannya serat sintetis WO II dalam industri tekstil (*FAO statistics*). Meskipun demikian, pemanfaatan serat alam masih terjaga dan sejumlah pemanfaatan baru dipersiapkan untuk serat alam.

Dengan adanya image “Green” yang menempel pada serat alam, membuka jalan bagi serat alam untuk inovasi dan pengembangan produk dalam dekade terakhir ini, misalnya untuk pengembangan komposit yang diperkuat serat alam (*fiber reinforced composites*) dalam industri automotif, konstruksi bangunan, *geotextiles* dan produk pertanian. Meskipun serat alam telah digunakan dalam berbagai aplikasi, penelitian ekstensif harus tetap dilakukan untuk lebih mendalami bentuk perlakuan yang diberikan dan mengoptimalkan potensi serat alam serta mendapatkan jenis serat-serat yang baru. Berbagai jenis serat alam telah dieksplorasi untuk menghasilkan material komposit yang bernilai jual dan telah diproduksi seperti *flax*, *hemp*, *kenaf*, *sisal*, *abaca*, rami dan lain-lain. Keuntungan penggunaan komposit antara lain ringan, tahan korosi, tahan air, *performance*-nya menarik, dan tanpa proses pemesinan. Harga produk komponen yang dibuat dari komposit *glass fibre reinforced plastic* (GFRP) dapat turun hingga 60%, dibanding produk logam (Sigit, 2007). Berbagai industri komposit di Indonesia masih menggunakan serat gelas sebagai penguat produk bahan komposit, seperti PT. INKA. Penggunaan komposit di industri mampu mereduksi penggunaan bahan logam import yang lebih mahal dan mudah terkorosi.

Potensi nanas (*Ananas comusus L. Merr.*) ditinjau dari produksinya merupakan salah satu dari tiga buah terpenting dari daerah tropika. Indonesia termasuk produsen nanas terbesar ke-5 di dunia setelah Brazil, Thailand, Filipina, dan Cina. Namun ditinjau dari perannya dalam ekspor dunia, Indonesia masih berada pada urutan ke-19 dengan pangsa hanya 0.47%. Hal ini merupakan hal yang kurang menggembirakan karena Indonesia memiliki potensi agroklimat dan luasan lahan yang tersedia sangat memadai untuk pengembangan nanas. Oleh karena itu, guna meningkatkan nilai jual tumbuhan nanas perlu pemanfaatan pelepah nanas untuk dijadikan serat sebagai bahan komposit yang ramah lingkungan.

Wijoyo dkk., (2009) mengemukakan bahwa hasil penelitian pada komposit serat aren dengan matrik *urea formaldehyde* adalah kekuatan tarik komposit meningkat secara linier seiring dengan penambahan kandungan serat aren dari 11,84 gram (fraksi berat serat 17,67%) hingga 26,5

gram (fraksi berat serat 41,41%), yaitu kekuatan tertinggi adalah pada fraksi berat serat 41,41% sebesar 26,79 MPa, seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik hubungan tegangan tarik vs fraksi berat serat pada komposit serat aren - urea formaldehyde (Wijoyo dkk., 2009)

Wijoyo dan Diharjo (2009) mengemukakan bahwa hasil riset ketangguhan impak komposit sandwich GFRP dengan *core* PU menunjukkan bahwa besarnya energi serap yang dapat ditahan oleh komposit sandwich GFRP dengan *core* PUF 20 mm (55.22 J) adalah 68.51% di atas energi serap komposit sandwich GFRP dengan *core* PUF 10 mm (32.77 J). Kekuatan (ketangguhan) impak komposit sandwich GFRP 3 layer-PUF10mm-GFRP 1 layer (0.0201 J/mm^2) lebih besar dibandingkan dengan kekuatan bending komposit sandwich GFRP 3 layer - PUF 20 mm - GFRP 1 layer (0.0176 J/mm^2). Semakin tebal *core polyurethane* semakin besar energi serapnya (energi patah), namun kekuatan impaknya semakin menurun.

Pramono, C (2008) melakukan penelitian pada serat enceng gondok (*eichornia crassipes*) yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik serat enceng gondok dan kompatibilitas serat enceng gondok pada matrik *unsaturated polyester* yukalac tipe 157 BQTN-EX. Hasil pengujian tarik mulur serat enceng gondok menunjukkan tegangan tarik terbesar pada serat non perlakuan 27.397 N/mm^2 namun elongasi pada serat non perlakuan tersebut menunjukkan nilai yang terendah yaitu 0.857%. Bentuk patahan serat dilihat dari samping akibat pengujian tarik menunjukkan patahan yang berbentuk tak beraturan seperti gerigi dan semakin ke ujung meruncing, hal ini menunjukkan adanya kecocokan serat terhadap matrik.

Taurista dkk., (2006) mengemukakan bahwa serat bambu dengan data mekanis pengujian didapatkan bahwa kekuatan tarik aktual terbesar dimiliki oleh komposit dengan lebar serat 5 mm dengan nilai σ aktual sebesar $16,806 \text{ Kg/mm}^2$. Regangan tarik terbesar dimiliki komposit dengan lebar serat 5 mm dengan nilai ϵ aktual sebesar 0,012. Sedangkan modulus elastisitas tarik terbesar dimiliki komposit dengan lebar serat 5 mm dengan nilai sebesar $1421,129 \text{ kg/mm}^2$. Kekuatan bending terbesar dimiliki oleh komposit dengan lebar serat 5 mm dengan nilai $17,60533 \text{ kg/mm}^2$. Hasil tersebut sudah memenuhi syarat untuk aplikasi material kulit kapal, sesuai standar BKI (Biro Klasifikasi Indonesia).

Wijoyo dan Diharjo (2007) mengemukakan bahwa hasil riset pada komposit sandwich GFRP dengan *core* PU menunjukkan adanya penurunan kekuatan bending seiring dengan peningkatan tebal *core* PU. Namun, jika ditinjau dari segi kemampuan menahan beban, komposit sandwich tersebut mampu menahan beban yang lebih tinggi seiring dengan penebalan *core*.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengoptimasi kekuatan tarik serat nanas (*Ananas Comous L. Merr*) sebagai alternatif bahan komposit serat alam.

METODOLOGI

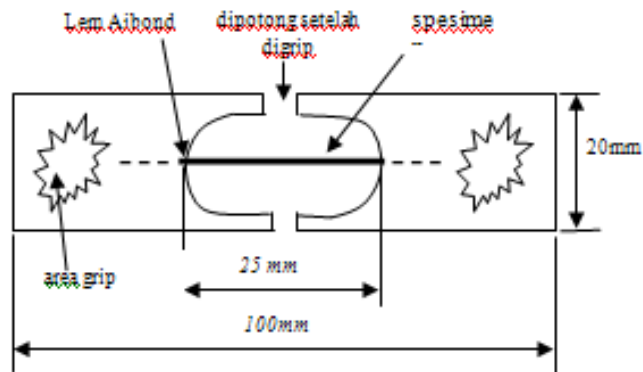
1. Bahan

Bahan-bahan yang diperlukan dalam pembuatan spesimen uji tarik serat yaitu serat nanas (*Ananas comosus L. Merr*), matrik *Unsaturated Polyester* type 157 BQTN, *hardener metyl etyl*

keton peroksida (MEKPO), larutan alkali (NaOH) dan H₂O. Peralatan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat uji tarik-mulur, timbangan elektronik HR 200 ND, oven, *universal testing machine*, jangka sorong, kamera digital dan peralatan pendukung lainnya.

2. Tahapan Penelitian

Tahap awal pelepah serat nanas (*Ananas comosus L. Merr*) dicuci pada bak pencuci hingga bersih kemudian dikeringkan selama ± 10 hari. Pengambilan serat dari pelepah serat nanas dengan menggunakan bantuan sikat kawat. Serat kemudian direndam dengan larutan alkali (NaOH 10%, 20%, 30%, 40%) dengan variasi perendaman 2 dan 4 jam. Sampel uji tersebut kemudian di uji tarik mulur. Untuk spesimen uji penampang patahan pada serat nanas yang telah di *treatment* NaOH 10%, 20%, 30%, 40% pada salah satu ujung serat nanas (*Ananas comosus L. Merr*) ditetesi resin. Ukuran spesimen uji tarik serat sesuai dengan standar acuan JIS K-7601 seperti Gambar 2. Sedangkan untuk pengujian penampang patah sesuai JIS R-3420.

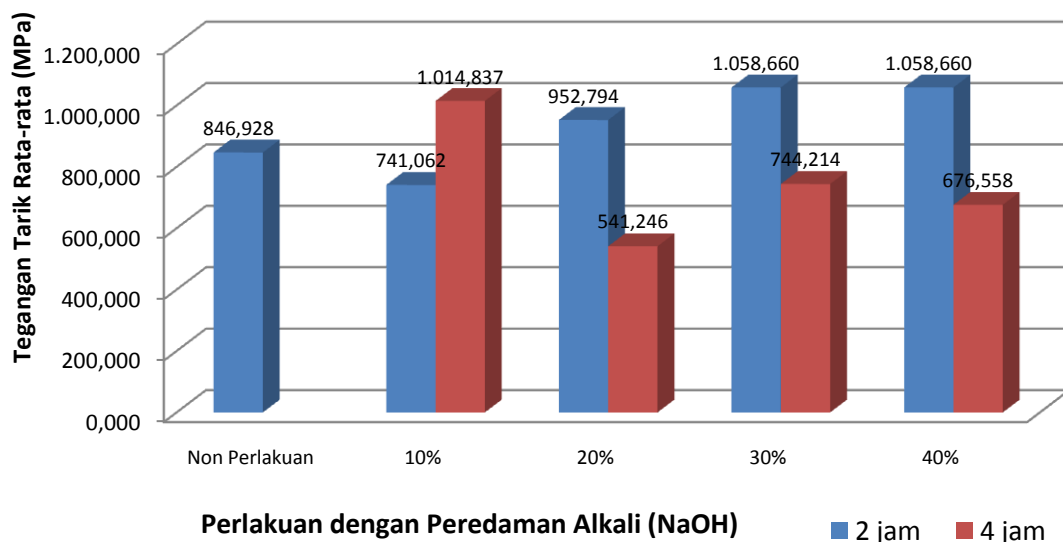


Gambar 2. Spesimen uji tarik serat

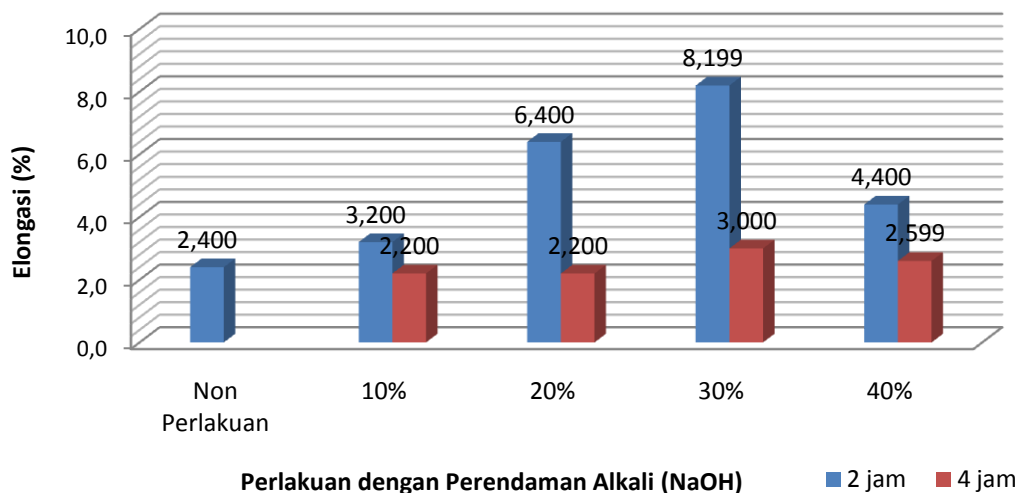
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian Tarik Serat

Dari hasil pengujian tarik mulur serat nanas tanpa perlakuan dan dengan perlakuan perendaman NaOH kadar 10%, 20%, 30%, 40% selama 2 jam dan 4 jam dapat dibuat grafik yang menunjukkan kekuatan tarik rata-rata serat. Grafik tegangan tarik serat nanas dengan perlakuan NaOH variasi kadar NaOH 10%, 20%, 30% dan 40% selama 2 jam dan 4 jam, sesuai pada Gambar 3. Sedangkan grafik elongasinya ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 3. Grafik tegangan tarik serat nanas dengan berbagai perlakuan alkali (NaOH)



Gambar 4. Grafik elongasi serat nanas dengan berbagai perlakuan alkali (NaOH)

Dari Gambar 3 dan 4, menunjukkan bahwa sifat mekanis tegangan tarik dapat ditingkatkan dengan perlakuan NaOH kadar 30% sampai dengan 40% selama 2 jam yaitu sebesar 211,632 MPa, demikian juga dengan nilai elongasinya menunjukkan trend yang semakin meningkat seiring dengan peningkatan kadar NaOH. Peningkatan kekuatan tarik selama 2 jam ini disebabkan karena serat belum mengalami penambahan diameter yang signifikan, seperti pada hasil penelitian Ray, dkk (2001). Sesuai dengan prinsip dasar bahwa larutan NaOH mempunyai sifat yang mampu mengubah permukaan serat menjadi kasar, akibat serat yang semakin kasar maka akan menyebabkan kekuatan tariknya pun semakin menurun setelah melampaui batas jenuhnya. Sehingga kekuatan tarik serat dan nilai elongasi dapat ditingkatkan dengan metode perlakuan NaOH.

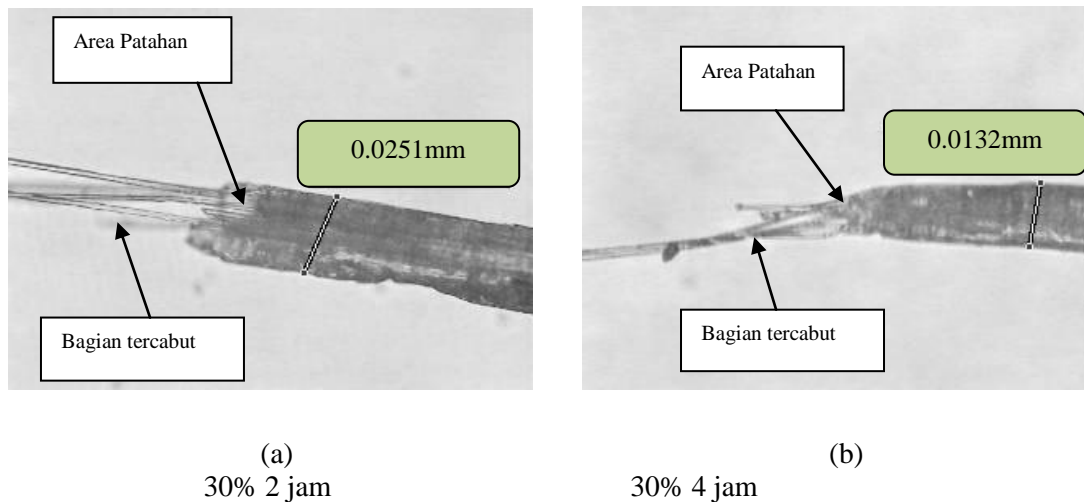
Sedangkan pada perlakuan NaOH selama 4 jam dengan kadar 10% mempunyai kekuatan tarik rata-rata yang optimal yaitu mencapai 1014,837 MPa, dan apabila dibandingkan dengan kekuatan tarik non perlakuan cenderung mengalami penurunan. Sesuai dengan prinsip dasar bahwa kekuatan tarik berbanding terbalik dengan luas penampang, sehingga semakin besar luas penampang akan semakin menurunkan kekuatan tarik. Berdasarkan hasil pengamatan diameter serat dengan mikroskop micrometer sesuai standar JIS B 7150 menunjukkan bahwa semakin lama perendaman semakin besar pula diameter serat. Kekuatan tarik yang semakin menurun tersebut disebabkan karena meningkatnya luas penampang serat akibat perendaman dengan larutan alkali yang terlalu lama. Tetapi, semakin tinggi kadar NaOH pada treatment serat nanas selama 4 jam mampu meningkatkan nilai elongasi serat nanas.

Dari dua perlakuan yang sama yaitu dengan peredaman alkali (NaOH) dari kadar 10% sampai dengan 40% selama 2 jam dan 4 jam tersebut, didapatkan hasil yang optimal pada perlakuan peredaman alkali 30% selama 2 jam, yaitu dengan kekuatan tarik rata-rata mencapai 1058,660 MPa dan elongasi sebesar 8,199%.

2. Penampang Patahan Serat

Hasil pengamatan dengan foto mikro menunjukkan bahwa penampang patahan serat nanas (*Ananas Comosus L. Merr*) akibat pengujian tarik menunjukkan adanya penurunan besarnya diameter serat. Penampang patahan pada daerah *necking* (daerah yang mengalami penurunan ukuran diameter serat) menunjukkan bahwa serat nanas non perlakuan mengalami patahan yang terjadi murni akibat saling terkelupasnya permukaan serat dan patahan yang terjadi pada serat dengan perlakuan alkali kadar 10%, 20%, 30%, dan 40% menunjukkan bahwa patahan rata-rata terjadi karena diawali dengan terputusnya permukaan daerah yang kehilangan lignin kemudian sebagian dari tubuh serat mengalami fenomena seperti *pull out* (tercabut). Patahan ini sesuai dengan sifat elongasi diatas yang menunjukkan semakin tinggi kadar NaOH, maka elongasi juga semakin meningkat. Dilihat dari hasil patahan serat maka banyaknya fenomena *pull out* tubuh serat akan

mempengaruhi semakin tingginya nilai elongasi serat . Gambar patahan serat nanas dengan perlakuan alkali (NaOH) 30% selama 2 jam dan 4 jam ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Patahan serat nanas (a) perlakuan NaOH 30% 2 jam dan (b) perlakuan NaOH 30% 4 jam

KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan tersebut di atas dapat disimpulkan :

1. Kekuatan tarik dan elongasi serat nanas dapat dioptimalkan dengan perlakuan perendaman alkali (NaOH).
2. Kekuatan tarik dan elongasi yang paling optimum adalah dengan perendaman alkali 30% selama 2 jam, yaitu mencapai 1058,660 MPa dan elongasi sebesar 8,199%.
3. Penampang patahan serat menunjukkan fenomena *fiber pull out*, sehingga dapat direkomendasikan sebagai bahan komposit serat alam.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1981. "JIS Hand Book", Japan.
- Anonim, 1998. "Annual Book ASTM Standart", USA.
- Deklarasi FAO, 2006, "International Year of Natural Fibres 2009 (IYNF 2009)"
- Diharjo K., Soekrisno, Triyono dan Abdullah G., 2002-2003. "Rancang bangun Dinding Kereta Api Dengan Komposit Sandwich Serat gelas", Penelitian Hibah Bersaing X, DIKTI, Jakarta.
- George J., Janardhan R., Anand J.S., Bhagawan S.S., dan Thomas S., 1996. "Melt Rheological behavior os short Pineapple Fibre Reinforce Low Density Polythylene Composites", *Journal of Polymer*, Volume 37, No. 24, Gret Britain.
- Gibson, O. F., 1994. "Principle of Composite Materials Mechanics", McGraw-Hill Inc., New York, USA.
- Jones, R. M., 1975. "Mechanics of Composite Materials", Scripta Book Company, Washington D.C., USA.
- Karnani R., Krishnan M., dan Narayan R., 1987. "Biofibre Reinforce Polypropylene Composites", *Reprinted from Polymer Engineering and Science*, Vol. 37, No. 2.
- Kaw A.K., 1997. "Mechanics of Composite Materials", CRC Press, New York.
- Morisco, 1999. *Rekayasa Bambu*, Nafiri Ofset, Yogyakarta.
- Nairn J.A., dkk, 2001. "Fracture Mechanics Analysis Of The Single-Fiber Pull-Out Test And The Microbond Test Including The Effects Of Friction And Thermal Stresses". Univ. of Utah, Salt Lake City, USA.
- Pramono, C., 2008. "Pengaruh Larutan Alkali dan Etanol Terhadap Kekuatan Tarik Serat Enceng Gondok dan Kompatibilitas Serat Enceng Gondok pada Matrik Unsaturated Polyester Yukalac tipe 157 BQTN-EX". Skripsi, Jurusan Teknik Mesin UNDIP, Semarang.

- Ray D., Sarkar B.K., Rana A.K., dan Bose N.R., 2001. "Effect of Alkali Treated Jute Fibres on Composites Properties", *Bulletin of Materials Science*, Vol. 24, No. 2, pp.129-134, Indian Academy of Science.
- Shackelford, 1992. "*Introduction to Materials science for Engineer*", Third Edition, MacMillan Publishing Company, New York, USA.
- Sigit, 2007. "*Diskusi Pembuatan Komposit Sandwich dengan RTM Infusion*", PT.INKA, Madiun.
- Smith F.W., 1986. "*Principles of Materials Science And Engineering*", Mc.Graw-Hill, Univ. of Central Florida.
- Taurista, dkk. 2006 "*Komposit Laminat Bambu Serat Woven Sebagai Bahan Alternatif Pengganti Fiber Glass Pada Kulit Kapal*", Jurusan Teknik Material, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Wijoyo, dkk. 2009, "*Kajian Komprehensif Kekuatan Tarik Komposit Serat Aren (Arenga Pinnata) Dengan Matrik Resin Formaldehide*", Penelitian Pemula, Diknas Jateng.
- Wijoyo dan Diharjo, 2009, "*Analisa Kegagalan Impak Komposit Sandwich Serat Gelas Dengan Core Polyuretan*", *MechATronic AUB*, Volume 4, hal. 42-51, Surakarta.
- Wijoyo dan Diharjo, 2007, "*Kajian Komprehensif Kinerja Bending Komposit Sandwich Serat Gelas Dengan Core Polyuretan*", PDM, Dikti, Jakarta.