

PEMBUATAN BENANG OPERASI DARI ECENG GONDOK

Sari Purnavita, Lucia Hermawati Rahayu, dan Sri Sutanti

Program Studi Teknik Kimia, Politeknik Katolik Mangunwijaya
Jl. Sriwijaya (Kusumanegara) no 104 Semarang
email: saripurnavita@yahoo.com

MAKING OPERATING THREAD FROM WATER HYACINTH

ABSTRACT

Operating thread needs in Indonesia to increase, but until now to supply the needs of operating threads absorbed (can be integrated with the body) still depends on imported products that are expensive. To reduce Indonesia's dependence on biomaterials imports in the field of biomedicine, it can be done through the engineering of operating thread production absorbed from Indonesia's natural resources. Poly Lactic Acid (PLA) is a polymer that is widely applied as a biomaterial in biomedical fields such as operating threads. In this research, absorbable suture was made from poly lactic acid poly polymer blend from water hyacinth with natural glucomannan polymer of iles-iles. The aim of the study was to study: 1) the effect of polymerization reaction time on PLA yields and 2) the effect of poly lactic acid-glucomannan composition on the mechanical properties of operating threads. Making PLA using the ring opening polymerization method and making thread using the wet spinning method. The independent variables at the manufacturing stage of the PLA polymer are reaction time = 60, 90, 120 and 150 minutes, while for the variable at the stage of operation yarn making is the ratio between the PLA period: glucomannan = (1: 3); (1: 2); (1: 1); (2: 1); (3: 1). The results showed that: 1) reaction time had a very significant effect on yield PLA and 2) different composition of poly lactic acid-glucomannan gave different tensile strength and tensile elongation values.

Keywords: water hyacinth, poly lactic acid, glucomannan, operating thread

ABSTRAK

Kebutuhan benang operasi di Indonesia terus meningkat, namun hingga saat ini untuk memenuhi kebutuhan benang operasi terserap (dapat menyatu dengan tubuh) masih tergantung pada produk impor yang harganya mahal. Untuk mengurangi ketergantungan Indonesia terhadap biomaterial impor di bidang biomedik dapat dilakukan melalui rekayasa produksi benang operasi terserap dari sumber daya alam Indonesia. *Poly Lactic Acid* (PLA) adalah polimer yang banyak diaplikasikan sebagai biomaterial di bidang biomedik seperti benang operasi. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan benang operasi terserap (*absorbable suture*) dari poli blend polimer poli asam laktat dari eceng gondok dengan polimer alami glukomanan dari iles-iles. Tujuan penelitian adalah mempelajari: 1) pengaruh waktu reaksi polimerisasi terhadap *yield* PLA dan 2) pengaruh komposisi poli asam laktat- glukomanan terhadap sifat mekanik benang operasi. Pembuatan PLA menggunakan metode *ring opening polymerization* dan pembuatan benang dengan metode *wet spinning*. Variabel bebas pada tahap pembuatan polimer PLA adalah waktu reaksi = 60, 90, 120, dan 150 menit, sedangkan untuk

variabel pada tahap pembuatan benang operasi adalah rasio antara masa PLA:glukomanan = (1:3); (1:2); (1:1); (2:1); (3:1). Hasil penelitian menunjukkan bahwa: 1) waktu reaksi berpengaruh sangat nyata terhadap *yield* PLA dan 2) komposisi poli asam laktat-glukomanan yang berbeda memberikan nilai *tensile strength* dan *tensile elongation* yang berbeda sangat nyata.

Kata kunci : eceng gondok, poli asam laktat, glukomanan, benang operasi

PENDAHULUAN

Perekonomian di Indonesia saat ini sangat memprihatinkan, khususnya pelemahan nilai rupiah terhadap dolar yang berdampak terhadap naiknya harga produk-produk impor. Ketergantungan Indonesia terhadap produk biomaterial impor untuk perawatan di bidang medik sangat tinggi (DirJen DepKes, 2007). Kebutuhan benang operasi di Indonesia terus meningkat, namun hingga saat ini untuk memenuhi kebutuhan benang operasi yang bersifat *absorbable* (dapat menyatu dengan tubuh) masih tergantung pada produk impor yang harganya mahal, yaitu Rp 200 ribu per 70 sentimeter (Nurjannah dkk, 2014). Untuk mengurangi ketergantungan Indonesia terhadap biomaterial impor dapat dilakukan dengan memaksimalkan potensi sumber daya alam di Indonesia menjadi produk untuk aplikasi di bidang biomedik.

Jenis bahan yang biasa digunakan untuk pembuatan benang operasi yang dapat diserap oleh tubuh, yaitu bahan alami seperti usus domba dan bahan sintetik seperti asam poliglikolik maupun asam polilaktin (PLA). Ketersediaan asam glikolat di alam sangat terbatas, sedangkan asam laktat sebagai penyusun polimer poli asam laktat ini bisa dibuat dari berbagai bahan alami seperti selulosa dari eceng gondok.

Eceng gondok merupakan tumbuhan air tawar yang banyak tumbuh di Indonesia khususnya wilayah perairan. Keberadaan eceng gondok sebagai gulma yang sulit diberantas menimbulkan berbagai masalah, baik di Indonesia maupun di beberapa negara lain di belahan dunia. Ketersediaan eceng gondok di Indonesia sangat melimpah. Eceng gondok memiliki kandungan kimia yang terdiri atas 60% selulosa, 8% hemiselulosa dan 17% lignin (Heriyanto dkk, 2015). Kandungan selulosa yang tinggi pada eceng gondok sangat potensial untuk digunakan sebagai bahan baku poli asam laktat.

PLA merupakan biomaterial yang tidak larut air, memiliki kekuatan yang baik, bersifat biodegradabel dan biokompatibel. PLA sangat cocok untuk diaplikasikan di bidang biomedik seperti benang operasi.

Glukomanan adalah salah satu komponen kimia terpenting dalam umbi porang yang merupakan polisakarida dari jenis hemiselulosa. Senyawa glukomanan mempunyai sifat: larut dalam air, membentuk gel di dalam air, merekat, mengembang, dan transparan (membentuk film) (Mutia, 2011). Selain itu, glukomanan merupakan kelompok biopolimer yang mempunyai sifat dapat memperbaiki tekstur (Sande, 2008). Menurut Mahayasih (2013), glukomanan merupakan biopolimer yang tidak beracun, larut dalam air, dan antibakteri sehingga aman untuk tubuh. Menurut Siswanti dkk (2009), film yang terbentuk dari glukomanan memiliki sifat yang kuat tetapi juga elastik.

Rekayasa proses pembuatan benang operasi terserap berbahan baku selulosa (eceng gondok) terdiri atas tiga tahap, yaitu hidrolisis, fermentasi, polimerisasi, dan aplikasi polimer menjadi filamen. Untuk memproduksi benang operasi yang memiliki sifat mekanik baik, *absorbable* (dapat terserap dengan baik oleh tubuh), dan memiliki sifat antibakteri dapat dilakukan dengan menggunakan paduan polimer (*polyblend*) poli asam laktat dengan glukomanan.

METODE

Subjek Penelitian

Pada penelitian ini subjek penelitiannya adalah *poliblend* polimer poli asam laktat dari eceng gondok dengan polimer alami glukomanan dari iles-iles sebagai bahan pembuatan benang operasi terserap (*absorbable suture*)

Alat Penelitian dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah inkubator, oven, *hot plate magnetic stirrer*, rangkaian peralatan polimerisasi terdiri dari labu alas bulat dan kondensor serta peralatan pendukung regulator, injeksi gas inert (N₂), dan pompa

vacum. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah eceng gondok, glukomanan, poli vinil alkohol, kloroform, dan etil asetat.

Prosedur Penelitian

Penelitian dirancang secara acak lengkap (RAL) dengan 2 kali ulangan. Variabel bebas pada tahap pembuatan polimer PLA adalah waktu reaksi = 60, 90, 120, dan 150 menit, sedangkan untuk variabel pada tahap pembuatan benang operasi adalah rasio antara masa PLA : glukomanan = (1:3); (1:2); (1:1); (2:1); (3:1). Pembuatan PLA menggunakan metode *ring opening polymerization* adalah sebagai berikut: diawali dengan pembuatan asam laktat dari eceng gondok, yaitu reduksi asam laktat dari eceng gondok dilakukan dengan menggunakan metode *saccharification simultaneous fermentation (SSF)* dengan bantuan *lactobacillus casei* dan *enzym selulase* (Purnavita dkk, 2017).

Selanjutnya pembuatan polimer poli asam laktat : proses polimerisasi pada pembuatan poli asam laktat (PLA) ini menggunakan monomer asam laktat yang merupakan hasil dari proses Sakarifikasi dan Fermentasi secara Simultan (SSF) dari bahan baku eceng gondok. Proses pembuatan PLA dilakukan secara dua tahap, yaitu tahap reaksi polikondensasi dengan pemanasan asam laktat tanpa katalis untuk menghasilkan laktida, dan tahap polimerisasi menggunakan metode *ring opening polymerization (ROP)* dengan katalis *Tin(II) Octoate* sebanyak 1%. Proses polikondensasi dan polimerisasi dilakukan di dalam reaktor glass dan dilengkapi dengan injeksi gas nitrogen dan pompa vacum untuk mengatur tekanan. Reaksi tahap pertama dilakukan pada suhu 150°C selama 3 jam dan tahap kedua dilakukan pada suhu 170°C selama 1 jam pada kondisi tekanan vacum. Hasil reaksi dilarutkan dalam kloroform dan selanjutnya diendapkan menggunakan metanol. Hasil pengendapan dikeringkan pada suhu kamar hingga diperoleh serbuk PLA yang berwarna putih.

Adapun pembuatan benang dengan metode *wet spinning*. Pembuatan benang operasi terserap *absorbable* poliblend PLA-Glukomanan. Pembuatan poliblend PLA-glukomanan diawali dengan melarutkan serbuk PLA ke dalam kloroform dan glukomanan ke dalam air. Lalu kedua larutan diaduk pada *magnetic stirrer* dengan komposisi sesuai variabel selama 10 menit. Selanjutnya, pembuatan benang operasi

terserap dilakukan dengan menggunakan alat *casting* berupa cetakan panjang. Benang basah yang dihasilkan kemudian dikeringkan pada suhu 40°C.

Analisis dan Interpretasi Data

Prosedur uji kuat tarik (*tensile strength*) dan (*tensile elongation*) perpanjangan putus dilakukan dengan memotong sampel dengan uluran 15 cm dan 20 cm, memberi tanda 2 garis dengan spidol pada bagian tengah sejajar sisi pendek dengan jarak 10 cm, mengukur *thickness* film di antara kedua garis tersebut dengan alat *thickness gauge* sebanyak 3 tempat dan kemudian dirata-rata sebagai tebal sampel, lalu sampel dijepit dengan klem pada kedua garis yang berjarak 10 cm di alat *strograph*. Mesin dioperasikan, selama klem bergerak maka pengukuran jarak antara kedua garis harus tergambar pada kurva di alat instrument, setelah sampel film putus, menghitung *tensile strength* dan *tensile elongation* pada kurva tersebut dengan tepat.

Tensile Strength (TS)

$$TS = \frac{\text{jarak A - B (kotak)} \times \text{skala (kg)}}{\text{lebar film (15 mm)} \times \text{tebal film (mm)}} \quad (\text{kg/mm}^2)$$

Tensile Elongation (TE)

$$TE = \frac{\text{jarak A' - A (cm)}}{\text{jarak sampel mula-mula (10 cm)}} \times \frac{\text{cross heat speed}}{\text{chart speed}} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah polimer PLA pada berbagai waktu reaksi dan benang operasi dari campuran polimer (poliblend) poli asam laktat dengan polimer alam glukomanan.

Pengaruh waktu reaksi terhadap *yield poly lactic acid (PLA)*

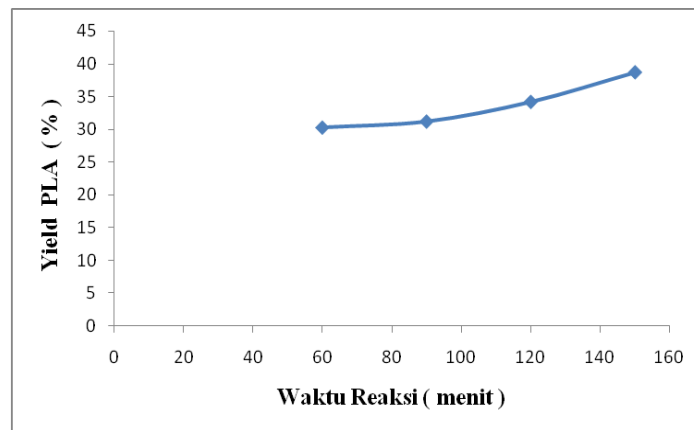
Reaksi polimerisasi asam laktat dengan katalis *Tin(II) Octoate* menjadi *poly lactic acid (PLA)* dilakukan pada variasi waktu reaksi 60, 90, 120, dan 150 menit. *Yield PLA* yang dihasilkan pada berbagai waktu reaksi yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rerata *Yield* PLA pada berbagai waktu reaksi

Waktu reaksi (menit)	<i>Yield</i> PLA (%)
60	30,26
90	31,18
120	34,19
150	38,72

Tabel 1 menunjukkan bahwa % *yield* yang paling tinggi dari semua sampel di atas adalah pada waktu 150 menit yaitu dengan perolehan *yield* sebesar 38,72%. Hasil uji F menunjukkan bahwa waktu reaksi berpengaruh sangat nyata terhadap *yield* PLA.

Hubungan antara waktu reaksi terhadap *yield* poly lactic acid dapat dilihat pada Gambar 1. Berdasarkan grafik pada Gambar 1 terlihat bahwa pada waktu 60 hingga 180 menit terjadi peningkatan perolehan *yield*, yaitu dari 30,26% menjadi 38,72% atau mengalami kenaikan sebanyak 8,46%. Hal ini disebabkan semakin lama waktu reaksi, maka semakin banyak asam laktat yang terkonversi menjadi polimer poli asam laktat. Semakin lama waktu reaksi akan menghasilkan *yield* PLA yang semakin besar pula. Hal ini karena semakin lama waktu reaksi maka semakin banyak molekul-molekul yang bereaksi untuk menghasilkan produk berupa PLA.



Gambar 1. Hubungan antara waktu reaksi dengan *yield* PLA

Penelitian yang dilakukan oleh Rahmayetty dkk. (2016) untuk pembuatan poli asam laktat dengan katalis $\text{Sn}(\text{Cl})_2$ menghasilkan produk berupa serbuk tetapi dengan warna putih kekuningan, sedangkan pada penelitian dengan menggunakan katalis *Tin (II) Octoate* mampu menghasilkan produk serbuk PLA yang putih seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Produk Poli Asam Laktat

Pengaruh komposisi PLA-glukomanan terhadap sifat mekanik benang operasi poliblend

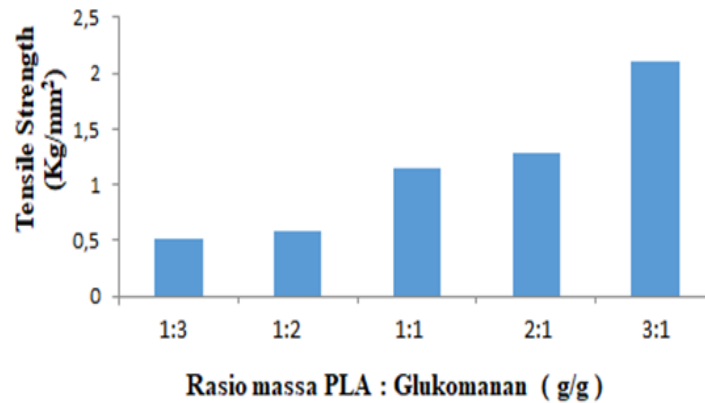
Untuk mengetahui pengaruh komposisi PLA-glukomanan terhadap *tensile strength* dan *tensile elongation* dilakukan dengan uji statistik (uji F). Hasil uji F menunjukkan bahwa komposisi PLA-glukomanan yang berbeda berpengaruh sangat nyata terhadap nilai *tensile strength* maupun terhadap nilai *tensile elongation*. Berdasarkan data pada Tabel 2 terlihat bahwa semakin banyak jumlah glukomanan akan menurunkan nilai *tensile strength* dan benangnya sangat rapuh, sedangkan jika jumlah PLA lebih banyak daripada jumlah glukomanan akan dihasilkan benang yang sangat lentur dengan nilai *tensile elongation* yang tinggi (lebih dari 50%).

Tabel 2. Sifat Mekanik Benang Operasi Poliblend PLA-Glukomanan pada Berbagai Rasio Massa PLA : Glukomanan

Rasio massa PLA : glukomanan (gram : gram)	<i>Tensile strength</i> (Kg/mm ²)	<i>Tensile elongation</i> (%)
1 : 3	0,52	9,5
1 : 2	0,58	21
1 : 1	1,14	52
2 : 1	1,28	69,1
3 : 1	2,10	77,1

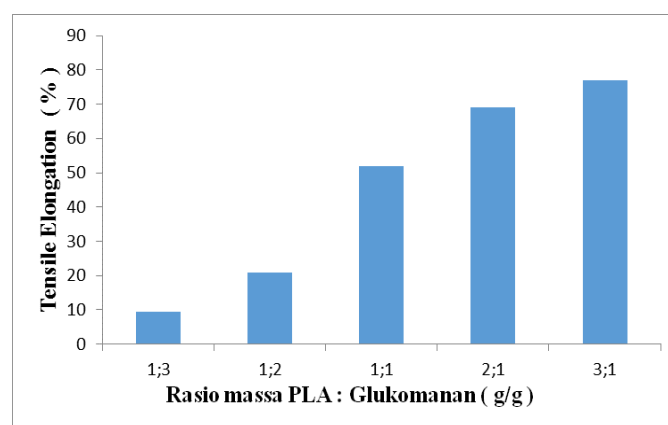
Kekuatan tarik (*tensile strength*) adalah tegangan maksimal yang dapat ditahan oleh sebuah benda ketika diregangkan atau ditarik, sebelum benda tersebut patah. Nilai

kekuatan tarik dapat dicari dengan cara melakukan uji tarik dan mencatat perubahan regangan dan tegangan.



Gambar 3. Hubungan Antara Rasio Massa PLA:Glukomanan dengan *Tensile Strength*

Berdasarkan grafik pada Gambar 3 terlihat bahwa pada rasio PLA: glukomanan sebesar 1:3 (g/g) yang artinya jumlah glukomanan yang ditambahkan tiga kali lebih banyak daripada PLA maka nilai *tensile strength* yang diperoleh adalah terendah. Sedangkan apabila jumlah PLA ditambah sama dengan jumlah glukomanan maka nilai *tensile strength* mampu meningkat cukup tinggi hingga dua kalinya. Nilai *tensile strength* tertinggi 2,1 kg/mm² didapat pada jumlah PLA tiga kali jumlah glukomanan.



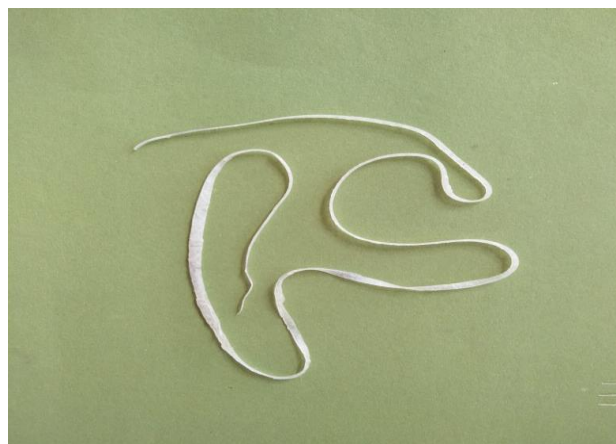
Gambar 4. Hubungan Antara Rasio Massa PLA: Glukomanan dengan *Tensile Elongation*

Berdasarkan grafik pada Gambar 4 terlihat bahwa pada rasio PLA: glukomanan sebesar 1:3 (g/g) yang artinya jumlah glukomanan yang ditambahkan tiga kali lebih banyak

daridapa PLA maka nilai *tensile elongation* yang diperoleh adalah terendah. Sedangkan apabila jumlah PLA ditambah sama dengan jumlah glukomanan maka nilai *tensile elongation* mampu meningkat cukup tinggi hingga dua kalinya. Nilai *tensile elongation* tertinggi 77,1% didapat pada jumlah PLA tiga kali jumlah glukomanan.

Menurut Winiati dkk. (2012), benang yang terbuat dari asam poliglikolik dan asam polilaktin ini memiliki daya tegang yang besar serta dapat menimbulkan reaksi jaringan sehingga dapat diserap oleh tubuh. Benang operasi dari getah jarak memiliki uji tarik sebesar 8 Newton, kuat tarik benang-benang komersil 5,2 Newton. Nilai Modulus Young dari getah pisang sebesar 2,386 Gpa dan Modulus Young bahan benang jahit yang ada di pasaran yaitu 2,3 GPa. Ukuran ketebalan film yang cocok untuk benang bagian kulit adalah 0,2 milimeter (Adhitioso dkk, 2012; Nurjannah dkk, 2014).

Nilai *tensile strength* tertinggi pada penelitian ini didapat pada rasio PLA : glukomanan = 3:1, yaitu 2,1 kg/mm². Ibrahim dkk (2006) melakukan penelitian pembuatan bahan baku kemasan dari campuran PLA dengan filler agar-agar dan menghasilkan *tensile strength* sebesar 1,0 kg/mm². Nilai *tensile strength* yang diperoleh pada penelitian ini dua kali lebih tinggi. Sementara itu Sedang nilai *tensile elongation* pada rasio PLA : glukomanan 3 :1 juga memberikan nilai tertinggi, yaitu 77,1%. Pada penelitian Ibrahim dkk (2006) diperoleh nilai *tensile elongation* sebesar 70%. Benang operasi PLA–glukomanan hasil penelitian memiliki permukaan yang halus dan transparan seperti tersaji pada Gambar 5.



Gambar 5. Benang operasi PLA-Glukomanan

KESIMPULAN

Waktu reaksi berpengaruh sangat nyata terhadap *yield* PLA. *Yield* PLA tertinggi (38,72%) diperoleh pada waktu reaksi 150 menit. Produk polimer PLA berbentuk serbuk halus yang berwarna putih. Komposisi poli asam laktat- glukomanan yang berbeda memberikan nilai *tensile strength* dan *tensile elongation* poliblend yang berbeda secara sangat nyata. Nilai *tensile strength* dan nilai *tensile elongation* poliblend tertinggi diperoleh pada komposisi PLA: glukomanan = 3 : 1. Benang operasi poliblend PLA-glukomanan (3:1) memiliki sifat transparan dan sifat mekanik dengan nilai *tensile strength* 2,1 kg/mm² dan nilai *tensile elongation* 77,1%.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhitioso, S., Perwitasari, F.L.R., Budianto, A.A., Ningrum, A.W., dan Resti, D. 2012. “Paduan Gel Getah Batang Pisang dengan PGA (Poly Glycolic Acid) sebagai Bahan Baku Benang Jahit Operasi yang Absorbable” . <http://adln.lib.unair.ac.id/files/disk1/482/gdlhub-gdl-grey-2012-satrioadhi-24063-artikel--h.pdf>, diakses pada tanggal 20 April 2016.
- DirJen DepKes. 2007. “Utilization of Human Resource in biomedical Engineering in Health Care industry”. Dipresentasikan pada *Temu Ilmiah Biomedical Engineering- Proyek Asia Link UI*.
- Heriyanto, H., Firdaus, I., dan Destiani, A. F. 2015. Pengaruh Penambahan Selulosa dari Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) dalam Pembuatan Biopolimer Superabsorben, *Jurnal Integrasi Proses*, 5 (2), 88 – 93.
- Ibrahim, A., Hanny, C., Wijaya., Suminar, S., Achmadi., dan Yadi, H. 2006. “Polikondensasi Azeotropik Asam Laktat Menjadi Poli Asam Laktat sebagai Bahan Baku Kemasan”. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 8 (1), 58-64).
- Mutia, R. 2011. “Pemurnian Glukomanan secara Enzimatis dari Tepung Iles-iles”. *Skripsi*. Teknologi Pasca Panen, Bogor: IPB.
- Mahayasih, P. G. M. W. 2013. “Uji Aktivitas Antibakteri Protein Larut Air Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*”. URL: <http://repository.unej.ac.id/handle/123456789/2562>
- Nurjannah, S., Julianto, A., Ilma, Y.N., Marom, A.A., dan Rifan, M. 2014. “Getah jarak sebagai alternatif benang jahit operasi”. <http://www.antarane.ws>.

com/berita/502425/getah-jarak-sebagai-alternatif-benang-jahit-operasi, diakses pada tanggal 25 April 2016.

- Purnavita, S., Rahayu, L.H., dan Rinihapsari, E. 2017. "Pembuatan Poliblend Poli Asam Laktat dari Eceng Gondok dengan Glukomanan dan Aplikasinya sebagai Bennag Operasi Terserap (*Absorbable Suture*)". *Laporan Penelitian Hibah Penelitian Terapan*. Dibiayai oleh: Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi.
- Rahmayetty, Ria, D., Irawan, A., Suhendi, E., Sukirno, Prasetya, B., dan Guzan, M. 2016. "Sintesis Polilaktida (PLA) dari Asam Laktat dengan Metode Polimerisasi Pembukaan Cincin Menggunakan Katalis Lipase". *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi*. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta, ISSN : 2407-1846.
- Sande, M. A. 2008. "Glucomannan, a Promising Polysaccharides for Biopharmaceutical Purposes". *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*.
- Siswanti, Anandito, R, B, K., dan Manuhara. 2009. "Karakterisasi edible film komposit dari glukomanan umbi iles-iles (*Amorphopallus muelleri*) dan maizena Characterization of composite edible film from glucomanan of iles-iles (*Amorphopallus muelleri*) tuber and cornstarch". *Biofarmasi*, 7(1),10-21.
- Winiati, W., Wahyudi, T., Kurniawan, I., dan Yulina, R. 2012. "*Peningkatan Sifat Mekanik Serat Kitosan melalui Proses Plastisasi dengan Gliserol setelah Proses Dehidrasi dengan Metanol*". Bandung: Balai Besar Tekstil.