

Pengaruh Viskositas Larutan Gelatin Terhadap Kemampuan Alir Pada *Head Printer*

Sunyoto¹, Alva Edy Tontowi², Widowati Siswomihardjo³, Rochmadi⁴

¹Jurusan Teknik Mesin Universitas Gunadarma, Jakarta

²Jurusan Teknik Mesin dan Industri Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

³Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

⁴Jurusan Teknik Kimia Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Email: Sunyotoug@gmail.com

Abstrak

Penelitian menggunakan gelatin telah banyak dilakukan, baik dalam struktur gelatin yang berhubungan dengan kolagen atau penggunaan gelatin dalam aplikasi tertentu. Gelatin merupakan bahan yang larut dalam air dan biokompatibel. *Ink Jet Drop on Demand* (DoD) merupakan alat cetak berupa cairan tinta Ink Jet, merupakan gabungan beberapa bahan meliputi polimer, pelarut dan pigmen. Beberapa tinta yang digunakan di *printer* menimbulkan efek samping yang berbahaya bagi tubuh manusia. Viskositas cairan polimer memainkan peranan penting dalam laju tinta pada *head printer*. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh viskositas larutan gelatin terhadap laju alir pada *head printer*. Hasil penelitian nantinya diharapkan dapat menggantikan tinta konvensional dengan tinta yang biokompatibel. Material yang digunakan pada penelitian ini adalah gelatin (emerck, Jerman) dengan pelarut aquades. Gelatin dilarutkan dalam aquades dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer*. Pengadukan dilakukan selama 3 jam, 500 rpm, 50 °C. Viskositas larutan gelatin diukur menggunakan viskometer *ostwald*. Larutan gelatin dimasukkan dengan cara penyuntikan ke dalam *catridge*, lalu dicetak pada kertas A4 80 g. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi 1 % menunjukkan konsentrasi yang optimal dan dapat melewati *catridge* tanpa adanya luberan dan sumbatan. Pencetakan pada kertas juga menunjukkan bahwa larutan gelatin 1% mempunyai presisi dan ketajaman yang lebih baik. Dapat disimpulkan bahwa larutan gelatin dapat digunakan sebagai tinta pengganti tinta konvensional dengan karakteristik yang baik. Konsentrasi viskositas gelatin 1% menunjukkan konsentrasi yang optimal sebagai tinta *printer*

Keyword: Gelatin, *Head Printer*, Viskositas, Biokompatibel.

Pendahuluan

Tinta merupakan sebuah media yang sangat kompleks, berisikan pelarut, pigmen dan pelumas. Tinta berpigmen berisi unsur-unsur lain yang memperkuat peresapan dari pigmen pada permukaan media dan menghindarkan tinta dari terhapus oleh gesekan mekanis. Beberapa tinta yang digunakan di *printer* atau bahkan di pena menimbulkan efek samping yang berbahaya bagi tubuh manusia. Meskipun tidak menyebabkan kematian, kontak pada bagian tubuh dapat menyebabkan efek seperti sakit kepala luar biasa, iritasi kulit, dan kerusakan sistem syaraf.

Gelatin merupakan bahan yang larut dalam air dan biokompatibel dalam tubuh. Gelatin adalah campuran dari peptida dan protein yang diproduksi dengan cara hidrolisis dari kolagen melalui proses ekstraksi dari kulit, tulang, jaringan ikat, organ hewan. Gelatin mengandung asam amino 98-99% dari berat kering. Serbuk gelatin meleleh menjadi cairan bila dipanaskan pada suhu sekitar 60 °C dan membeku ketika didinginkan di bawah suhu 40 °C. Komposisi

asam amino dari gelatin adalah glisin (21%), prolin (12%), hidroksiprolin (12%), asam glutamat (10%), alanin (9%), arginin (8%), asam aspartat (6%), lisin (4%), serin (4%), leusin (3%), valin (2%), fenilalanin (2%), treonin (2%), isoleusin (1%), hidroksilislin (1%), metionin dan histidin (<1%) dan tirosin (<0,5%) (Stevens dkk., 1995).

Polimer gelatin alami umumnya digunakan dalam bidang medis dan farmasi karena biodegradabilitas dan biokompatibilitasnya sangat baik dalam lingkungan fisiologis (Malafaya dkk., 2007). Gelatin mengandung asam amino yang tinggi sehingga cenderung memiliki kekuatan gel yang tinggi. Pembentukan gel dari gelatin ditentukan juga oleh berat molekulnya. Kualitas gelatin secara umum tergantung pada komposisi bahan baku meliputi faktor spesies, jenis, usia, cara memberi makan hewan, kondisi penyimpanan bahan baku dan proses manufaktur (Abbey dkk., 2008). Gelatin mempunyai sifat plastisitas serta kelekatan dan cocok untuk bahan lapisan. Titik leleh gelatin mendekati suhu tubuh manusia sehingga sangat baik digunakan untuk

aplikasi farmasi (Boanini dkk., 2009). Karakteristik gelatin lainnya adalah kelarutannya yang baik dalam air (Bundela dan Bajpai, 2008).

Teknologi *drop-on-demand* adalah sebuah *drop* atau tetesan yang akan mencetak suatu gambar. Terdapat tiga teknologi *drop on* yaitu: *Piezo*, *thermal* dan elektrostatis. *Inkjet thermal* menggunakan panas untuk mengeluarkan tetesan dari saluran tinta. Di dalam saluran tinta, terdapat elemen panas yang pemanasannya dipicu oleh signal elektrik secara cepat sehingga terjadi penguapan. Tinta yang menguap akan membentuk gelembung (*bubble*) yang menekan tinta untuk membentuk tetesan. Ketika temperatur turun, gelembung dalam saluran tinta akan hilang dan akan pecah di bagian luar *nozzle*.

Sistem *piezo* didasarkan pada material khusus yaitu keramik *piezo*. Keramik ini dapat bereaksi terhadap *signal* sehingga terbentuk getaran mekanis pada saluran tinta dan selanjutnya terjadi pengeluaran tetesan tinta ke substrat (kertas) (Datek, 1998).

Ink Jet telah berkembang menjadi topik utama dalam penelitian ilmiah, khususnya *drop-on-demand* (DOD). *Ink Jet* merupakan alat cetak elektronik yang fleksibel, dapat meminimalkan ukuran fitur sehingga dapat menurunkan biaya produksi. *Ink Jet* dapat mendeposisikan bahan secara *on-demand*, sehingga dapat mengurangi jumlah bahan yang diperlukan. *Ink Jet* adalah teknologi cetak *non impact*, dengan cara penyemprotan *droplet* tinta dari *nozzle* secara langsung menuju posisi tertentu pada sebuah substrat untuk menciptakan suatu bentuk. Teknik *printer Ink Jet* adalah dengan cara *menscan* halaman secara horizontal yang dilakukan oleh *head printer* menggunakan motor ke kanan dan ke kiri dan kebelakang, sedangkan motor yang lain memutar kertas secara vertikal (Van Osch dkk., 2008).

Tinta *Ink Jet* merupakan gabungan beberapa bahan meliputi polimer, pelarut dan pigmen. *VisiJet CPX-200*® (3D Systems) menggunakan bahan polimer seperti paraffin (60–100 %) berbentuk padat yang dilarutkan dalam air (H₂O).

Viskositas cairan polimer memainkan peranan penting dalam laju tinta pada *head printer*. Viskositas optimal telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Penelitian yang dilakukan oleh Seerden dkk. (2001), menunjukkan viskositas sebesar 2,8 mPa.s. Penelitian lain oleh Jan de Gans (2004), menunjukkan bahwa pencetakan inkjet membutuhkan viskositas dalam rentangan 1-10 mPa.s. Penelitian oleh Hoath (2010), menunjukkan viskositas pada ink-jet dalam kisaran 10-40 mPa.s.

Viskositas cairan tinta juga mempengaruhi alir cairan pada *nozel drop-on-demand ink-jet*. Di samping viskositas, berat molekul juga dapat mempengaruhi

waktu penetesan larutan, ukuran tetesan, jumlah tetesan, dan kecepatan jumlah tetesan (Yan, 2010).

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan bubuk gelatin (e-merck, Jerman) dan aquades sebagai pelarut. Serbuk gelatin ditimbang sesuai dengan konsentrasi masing-masing menggunakan timbangan digital Shimadzu® ELB 3000 (Filipina). Serbuk gelatin (gambar 1) dilarutkan dalam aquades dengan konsentrasi 0,8 %; 1 %; 1,2 %; 2 %; 4 %; 5 %; 6 %; 7 %; 8 % dan 9 % (w/v). Gelatin dan aquades diaduk menggunakan stirrer (WiseStir, Taiwan) dengan kecepatan 500 rpm, pada suhu 50°C selama 3 jam (gambar 2). Pada larutan gelatin ditambah bahan pewarna makanan (Raja burung, Semarang) sebanyak 1% agar larutan gelatin dapat dibaca oleh mesin printer (gambar 3). Kemudian larutan gelatin disaring menggunakan kertas saring. Setelah proses ini selesai pada semua konsentrasi, selanjutnya dilakukan pengujian viskositas menggunakan *viskometer oswald* (gambar 4). Setelah didapatkan data viskositas masing-masing konsentrasi, larutan gelatin dimasukkan ke dalam *catridge* dengan cara penyuntikan. Penelitian ini menggunakan *printer Canon inkjet photo printer (pixma iP 2770, Vietnam)*. Pencetakan tinta menggunakan kertas ukuran A4 berat 80 g.



Gambar 1 Serbuk Gelatin



Gambar 2 Magnetic stirrer



Gambar 3 Larutan Gelatin



Gambar 4 Viskometer Ostwald

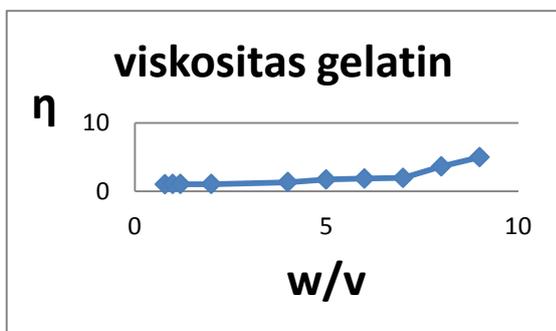
Hasil penelitian

Hasil pengujian viskositas larutan gelatin ditampilkan pada tabel 1 dibawah ini.

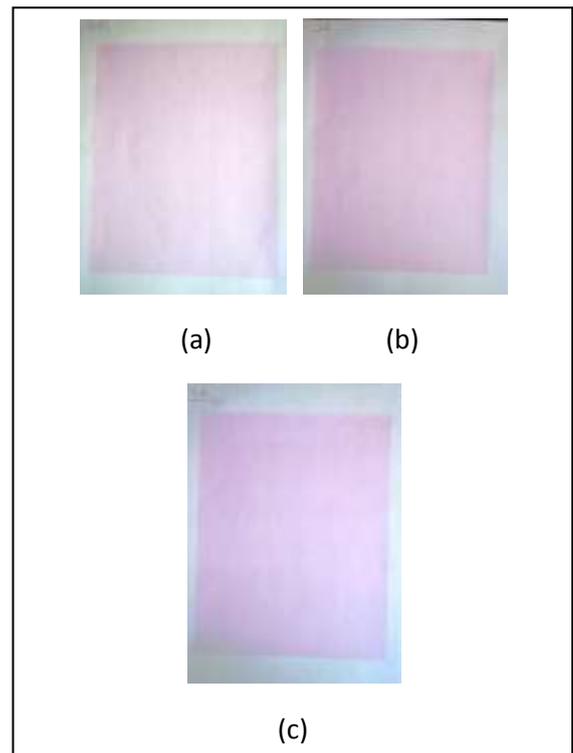
Tabel 1 Viskositas Gelatin

No	Gelatin (g)	Aquades (ml)	Viskositas (mPa.s)
1	0,8	100	1,036
2	1	100	1,042
3	1,2	100	1,046
4	2	100	1,057
5	4	100	1,326
6	5	100	1,724
7	6	100	1,867
8	7	100	1,965
9	8	100	3,624
10	9	100	4,788

Hasil pengujian viskositas larutan gelatin juga ditampilkan pada gambar 5 dibawah ini.



Gambar 5 Grafik Viskositas Gelatin



Gambar 6 Hasil cetakan tinta larutan gelatin pada berbagai konsentrasi (a) 0,8%; (b) 1%; (c) 1,2%

Pembahasan

Dari tabel 1 dan gambar 5 di atas, dapat dilihat bahwa konsentrasi larutan gelatin dalam aquades dari 0,8% - 7% menunjukkan kenaikan viskositas yang linier. Konsentrasi larutan gelatin 8% - 9% menunjukkan kenaikan viskositas yang relatif lebih tajam. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kelarutan gelatin dalam aquades dipengaruhi oleh lamanya waktu, putaran dan suhu pengadukan. Pada penelitian ini juga didapatkan bahwa dengan pengadukan selama 2 jam dalam waktu 3 hari, terjadi pengendapan gelatin dalam aquades. Waktu pengadukan gelatin selama 2 jam masih belum menunjukkan kondisi yang ideal agar larutan bisa keluar dari *catridge printer*. Waktu pengadukan yang ideal agar terjadi viskositas yang optimal adalah 3 jam. Rentangan konsentrasi viskositas gelatin agar dapat melewati *catridge printer* adalah 0,8%; 1%; dan 1,2%. Meskipun konsentrasi viskositas gelatin 0,8% bisa melewati *catridge*, tetapi sering menimbulkan luberan akibat viskositasnya yang rendah. Konsentrasi 1,2% mempunyai kekurangan yaitu menyebabkan terbentuknya endapan di dalam *catridge* sehingga terjadi penyumbatan dalam waktu 3 hari. Konsentrasi 1 % menunjukkan konsentrasi yang optimal dan dapat melewati *catridge* tanpa adanya luberan dan sumbatan.

Gambar 6 menunjukkan hasil cetakan dari viskositas larutan gelatin 0,8%; 1%; dan 1,2%. Terlihat bahwa tidak terjadi perbedaan hasil cetakan dari ketiga konsentrasi viskositas gelatin tersebut. Ketiga konsentrasi viskositas menunjukkan presisi dan ketajaman yang lebih baik dari tinta konvensional (*blue print*). Secara visual terlihat bahwa larutan gelatin lebih cepat menunjukkan pengeringan dibandingkan tinta konvensional. Hal ini dapat ditunjukkan dengan menggores kertas cetakan huruf segera setelah keluar dari *printer*. Pada tinta konvensional masih terlihat sebagian huruf masih terhapus, sedangkan tinta dengan larutan gelatin tidak menunjukkan hal tersebut.

Kesimpulan

Dari penelitian tentang pengaruh viskositas larutan gelatin terhadap kemampuan alir pada *head printer* ini dapat disimpulkan bahwa larutan gelatin dapat digunakan sebagai tinta pengganti tinta konvensional dengan karakteristik yang lebih baik. Konsentrasi viskositas gelatin 1% menunjukkan konsentrasi yang optimal sebagai tinta *printer*.

Ucapan Terima kasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Pimpinan Laboratorium Bioceramics, Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin dan Industri Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, atas fasilitas yang diberikan selama penelitian ini.

Nomenklatur

W	weight
V	volume
η	viskositas
g	gram
ml	mili liter

Daftar Pustaka

Abbey, L.D., Johnson, P.N.T. and Howell, N.K., *Characterization of The Gelatin of The Flying Gurnard (Dactylopterus Volitans) and Its Interaction with Starch*, Food Research Institute (CSIR), University of Surrey, Guildford, UK (2008)

Boanini, E., Rubini, K., Panzavolta, S and Bigi, A., *Chemico - Physical Characterization of Gelatin Films Modified with Oxidized Alginate*, Department of Chemistry, University of Bologna, Italy (2009)

Bundela, H. and Bajpai, A.K., *Designing of Hydroxyapatite-Gelatin Based Porous Matrix as Bone Substitute: Correlation With Biocompatibility Aspects*, Bose Memorial Research Laboratory, Department of Chemistry, Government Model Science College, Jabalpur (M.P), India (2008)

Datek Information Services, *Solid Ink Jet Color Imaging Technology*, Newtonville, MA (1998)

Hoath, S.D., Martin, G.D. and Hutchings, I.M., *Effects of Fluid Viscosity on Drop-on-Demand Ink-Jet Break-Off*, University of Cambridge, Department of Engineering, Institute for Manufacturing, Cambridge UK (2010)

Jan de Gans, *Inkjet Printing of Well-Defined Polymer Dots and Arrays*, Laboratory of Macromolecular Chemistry and Nanoscience, Eindhoven University of Technology and Dutch Polymer Institute (DPI), Eindhoven, The Netherlands (2004)

Malafaya, P.B., Gabriela A., Silva, G.A. and Reis, R.L., *Natural-Origin Polymers As Carriers And Scaffolds For Biomolecules and Cell Delivery in Tissue Engineering Applications*, Biomaterials, Biodegradables and Biomimetics, Department of Polymer Engineering, University of Minho, Portugal (2007)

Seerden, K.A.M., Reis, N., Evans, J.R.G., Grant, P.S., Halloran, J.W. and Derby, B., *Ink-Jet Printing of Wax-Based Alumina Suspensions*, Department of Materials, University of London (2001)

Stevens, P., Wijaya, I. and Paterson, J., *Modelling of Physical Properties of Gelatin: Gel Strength*. *Food Australia*, 47 (4), 167-172 (1995)

Van Osch, T.H.J., Perelaer, J., De Laat, A.W.M. and Schubert, U.S., *Inkjet Printing Of Narrow Conductive Tracks On Untreated Polymeric Substrates*, Laboratory of Macromolecular Chemistry and Nanoscience, Eindhoven University of Technology and Dutch Polymer Institute (DPI), MB Eindhoven (The Netherlands), (2008)

Yan, X., *Drop-On-Demand Ink Jet Drop Formation of Dilute Polymer Solutions*, Dissertation, School of Material Science and Engineering, Georgia Institute of Technology (2010)