

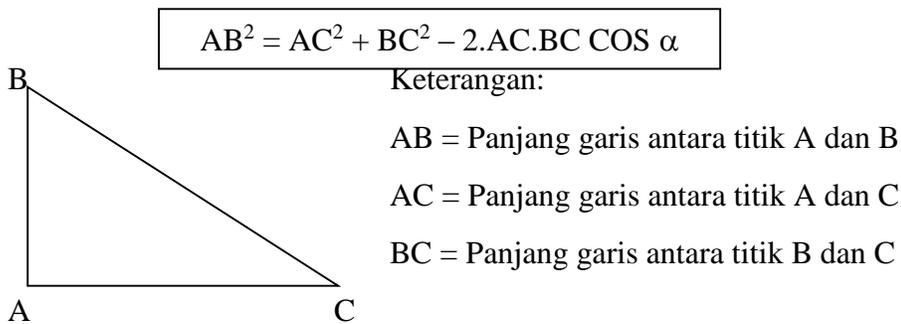
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Penelitian mengenai karakteristik hidrofobisitas permukaan perancah dan penyusunan alat untuk regenerasi jaringan tulang menggunakan teori *Pythagoras* terhadap aquades. Teorema *Phytagoras* yang membahas tentang sudut pada segitiga dengan menggunakan rumus *sin*, *cos*, dan *tan* dapat menjadi acuan dalam penelitian ini, dimana digunakan rumus :

:



(gambar 2. - Ilustrasi Segitiga)

Penelitian ini diawali dengan mengukur masing-masing *Contact Angle* dari perancah, berikut ini dijelaskan pada Tabel 1.

Tabel 1. *Contact Angle* Perancah

No.	<i>Contact Angle</i> (°)		
	Perancah A (4 : 6)	Perancah B (7 : 3)	Perancah C (100 %)
1.	83,63	45.08	71.37
2.	91,55	69.08	73.73
3.	69,03	64.46	62.21
Rata-rata	81.40	59.52	69.10

Berdasarkan Tabel 1. menunjukkan bahwa *Contact Angle* terbesar adalah pada perancah A (81.40°). Selanjutnya dilakukan uji normalitas pada data tersebut.

Tabel 2. Hasil Case processing Summary

Perancah		Case		Missing	Total		
		Valid			N	Percent	
		N	Percent	N			Percent
<i>Contact Angle</i>	Perancah A (4:6)	3	100%	0	,0%	3	100%
	Perancah B (7:3)	3	100%	0	,0%	3	100%
	Perancah C (100%)	3	100%	0	,0%	3	100%

Tabel 2. menunjukkan bahwa dari 9 sampel yang digunakan tidak terdapat data yang *missing* atau hilang.

Tabel 3. Hasil Uji Normalitas

Perancah		Saphiro-Wilk		
		Statistic	Df	Sig.
<i>Contact Angle</i>	Perancah A (4:6)	,972	3	,676
	Perancah B (7:3)	,888	3	,348
	Perancah C (100%)	,896	3	,373

Keterangan

DF : *Degree of Freedom* (Derajat Kebebasan)
 Sig. (p) : Signifikansi (perbedaan yang bermakna)

Uji normalitas yang digunakan adalah *Saphiro-Wilk* karena jumlah sampel yang diuji ≤ 50 . Berdasarkan Tabel 3. hasil uji normalitas didapatkan tingkat signifikansi atau nilai probabilitas dari masing-masing perancah adalah perancah A 0,676, perancah B 0,348 dan perancah C 0,373. Nilai probabilitas dari ketiga perancah tersebut menunjukkan $p > 0,05$ maka seluruh data tersebut adalah normal, sehingga dapat dilanjutkan dengan uji homogenitas.

Tabel 4. Hasil Uji Homogenitas

<i>Contact Angle</i>			
Levene Statistic	Df1	Df2	Sig.
1.080	2	6	,397

Kotak *Levene's Test* (Tabel 4.) menunjukkan nilai signifikansi 0,397 ($p > 0,05$) maka varians data adalah sama, sehingga dapat dilakukan uji *Oneway ANOVA*.

Tabel 5. Hasil Uji oneway ANOVA

<i>Contact Angle</i>					
	Sum of	df	Mean	F	Sig.
Between	720.753	2	360.376	3.279	.109
Within	659.384	6	109.897		
Total	1380.136	8			

Keterangan

<i>Sum of Squares</i>	:	Jumlah kuadrat
DF	:	<i>Degree of Freedom</i> (Derajat Kebebasan)
<i>Mean Square</i>	:	Rata-rata kuadrat
F	:	Nilai F perhitungan
Sig. (p)	:	Signifikansi (perbedaan yang bermakna)

Tabel 6. Hasil Uji Lanjut LSD

Dependent Variable : <i>Contact Angle</i>						
(I) Perancah	(J) Perancah	Mean Difference			95% Confidence Interval	
		(I-J)	Std. Error	Sig.	Lower Bound	Upper Bound
Perancah A (4 : 6)	Perancah B (7 : 3)	21.86333(*)	8.55949	.043	.9190	42.8076
	Perancah C (100 %)	12.30000	8.55949	.201	-8.6443	33.2443
Perancah B (7 : 3)	Perancah A (4 : 6)	-21.86333(*)	8.55949	.043	-42.8076	-.9190
	Perancah C (100 %)	-9.56333	8.55949	.307	-30.5076	11.3810
Perancah C (100%)	Perancah A (4 : 6)	-12.30000	8.55949	.201	-33.2443	8.6443
	Perancah B (7 : 3)	9.56333	8.55949	.307	-11.3810	30.5076

Uji *oneway ANOVA* didapatkan nilai probabilitas $0,109 > 0,05$ maka H_0 diterima, dapat diartikan bahwa tidak terdapat perbedaan *Contact Angle* antara ketiga konsentrasi tersebut, hal ini dapat dilihat di tabel 5. Selanjutnya dilakukan uji LSD untuk mengetahui signifikansi perbedaan tersebut. Tabel 6, Hasil uji LSD menunjukkan bahwa perancah A beda signifikan dengan perancah B namun tidak signifikan terhadap perancah C, perancah B beda signifikan

terhadap perancah A namun tidak signifikan dengan perancah C dan perancah C tidak signifikan terhadap perancah A maupun perancah B.

B. Pembahasan

Koral merupakan bahan yang dapat diperoleh di alam yang memiliki kandungan kalsium karbonat yang tinggi sehingga dapat diterima oleh tubuh jika digunakan untuk *bonegrafting* (Al-Salihi, 2009). Struktur koral sendiri sangat mirip dengan jaringan tulang, dikarenakan terdapat porositas yang memiliki *interconnective* pada struktur 3D, struktur ini menyediakan ruang yang akan digunakan sel untuk bermigrasi dan berdiferensiasi kedalam pori-pori tulang (Hou dkk., 2006). Gelatin merupakan protein yang berperan penting dalam proses regenerasi jaringan. Gelatin dapat diperoleh dari proses hidrolisis kolagen (Liu dan Ma, 2014). Gelatin dipilih karena tidak menunjukkan antigenisitas dan dapat di terima dengan baik oleh tubuh, lebih praktis dan lebih murah dibandingkan dengan kolagen. Ikatan senyawa kimia dalam gelatin sendiri memenuhi kriteria terbaik dalam proses regenerasi jaringan, dimana gelatin memiliki *Crosslinking degree*, *mophology*, *swelling ratio* dan *cell attachment* yang baik (Ratanavaraporn dkk, 2006).

Syarat-syarat bahan perancah antara lain; 1) biokompatibilitas, 2) struktur perancah, 3) *mechanical properties*, 4) biodegradabilitas, 5) *interface adherence*, 6) porositas, 7) *G- Nature*, 8) *processability*, 9) *loading capacity release kinetics*, 10) *stability*, 11) *binding affinity* (Garg dkk., 2012). Hal yang perlu diperhatikan juga adalah ukuran pori dan permukaan perancah, apabila ukuran pori kecil maka akan terjadi oklusi pori dan mencegah penetrasi seluler, produksi matriks ekstraseluler dan neovaskulerisasi pada perancah. Ukuran pori yang diterima guna rekayasa jaringan tulang adalah kisaran 200-900 μm (Salgado dkk., 2004).

Contact Angle dapat ditentukan dan dilihat dari hidrofobisitas permukaan membran terhadap penetesan air dalam teori pembasahan (Elioni ctt. Satrio dkk., 2015). Pembasahan membran dipengaruhi oleh sifat membran (ukuran pori), sifat pelarut (tegangan permukaan), dan interaksi antara membran dan pelarut (*Contact Angle*) (Nishikawa dkk., 1995). Kreulen dkk. (1993) dan Lu dkk. (2008) menunjukkan bahwa pembasahan pori membran secara signifikan mempengaruhi koefisien perpindahan massa pada membran dan hambatan pada bagian membran meningkat secara tajam. Dapat disimpulkan bahwa kekasaran permukaan dan besarnya pori membran dapat mempengaruhi interaksi antara membran dan pelarut, pada penelitian yang telah dilakukan ukuran pori dan kekasaran permukaan merupakan sifat fisik yang dimiliki oleh perancah, yang nantinya akan dilakukan penetesan aquades yang akan membentuk tagangan permukaan dan akan menghasilkan *Contact Angle*.

Sampel perancah yang digunakan pada penelitian ini merupakan bahan yang sedang dikembangkan oleh tim peneliti rekayasa jaringan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Sampel yang digunakan adalah perancah campuran antara koral buatan dan gelatin murni dengan perbandingan 4:6 (A), 7:3 (B) dan 100% gelatin (C) dalam bentuk membran yang memiliki kekasaran permukaan tertentu. Menurut istilah teknik, permukaan adalah suatu batas yang memisahkan benda padat dengan benda di sekitarnya. Sedangkan kekasaran adalah suatu ketidak teraturan tekstur sebuah benda, secara umum kekasaran ini terbentuk akibat dari proses produksi, kekasaran suatu permukaan benda sendiri dapat dirancang dan dapat dikendalikan pada saat proses pembuatan benda itu sendiri (Purbosari., 2012).

Menurut teori Lloyd pada tahun 1969, tegangan permukaan adalah salah satu karakter yang dimiliki oleh suatu benda jika benda tersebut berkontak dengan cairan (air). Tegangan

permukaan menghasilkan gaya kohesi dan adhesi, gaya kohesi adalah sifat tarik menarik antar molekul pada cairan bersangkutan, sedangkan adhesi adalah gaya tarik menarik cairan terhadap benda disekitarnya. Perbedaan nilai kohesi dan adhesi akan menyebabkan terjadinya perbedaan *Contact Angle*, misalkan nilai kohesi lebih besar dari nilai adhesinya, maka cairan tidak membasahi benda (aquades dengan perancah) begitu pula sebaliknya (Sudarja, 2005) *Contact Angle* adalah nilai penting yang digunakan sebagai parameter untuk memprediksi *wettability* (keterbasahan) permukaan suatu benda, sifat keterbasahan dari permukaan merupakan parameter penting untuk memprediksi kemampuan absorpsi dalam lingkungan biologis (Katsikogianni dkk, 2004). Kekasaran permukaan atau *Surface Roughness* merupakan suatu karakteristik benda jika berkontak dengan benda cair, kekasaran permukaan memiliki peran penting terhadap proses penyerapan suatu cairan dan proses terbentuknya suatu *Contact Angle* dimana semakin kasar permukaan, akan tercipta pori – pori yang akan terisi oleh cairan dan mengakibatkan berubahnya nilai *Contact Angle*. Satrio dkk (2015) menyatakan bahwa peningkatan kekasaran pada permukaan fiber membran menyebabkan sudut kontak menjadi meningkat. Tujuan melihat *Contact Angle* pada penelitian ini adalah untuk melihat karakteristik dari sampel perancah ketika sudah digunakan sebagai *trigger* dalam tulang manusia untuk proses regenerasi jaringan tulang, diasumsikan bahwa semakin besar *Contact Angle* yang terbentuk, maka semakin besar pula sifat *hidrofobisitas* perancah tersebut terhadap cairan (air). Merujuk pernyataan dari Katsikogianni diatas bahwa *Contact Angle* adalah nilai penting yang digunakan sebagai parameter penting untuk memprediksi kemampuan absorpsi dalam lingkungan biologis. Untuk melihat berapa besar *Contact Angle* yang terbentuk, dapat dilihat dari teori fisika tentang gaya kohesi dan adhesi, gaya kohesi dan adhesi yang terbentuk dari penetesan aquades terhadap perancah koral buatan dapat diamati melalui bidang horizontal

perancah, dimana akan terbentuk *Contact Angle* yang berbeda antara perancah A , perancah B, dan perancah C meskipun diberikan perlakuan yang sama, hal ini dapat terjadi karena adanya perbedaan struktur dari perancah tersebut. Pembentukan *Contact Angle* ini dipengaruhi juga dengan adanya suatu konfigurasi kekasaran permukaan yang dimiliki oleh masing-masing perancah, kekasaran permukaan suatu membran tipis pada perancah merupakan hal yang tidak dapat diatur karena sifatnya yang sangat tipis dan karena bahan koral buatan yang digunakan sendiri sudah memiliki kekasaran tertentu. Konfigurasi kekasaran juga terbentuk dari ukuran dan jumlah pori-pori suatu membran, selain sifat dari perancah itu sendiri, ada sifat yang berpengaruh terhadap pembentukan *Contact Angle*, yaitu viskositas suatu cairan, dalam hal ini adalah aquades. Semakin kental cairan (viskositas tinggi) maka *Contact Angle* yang terbentuk juga akan semakin besar. Namun dalam hal ini aquades terpilih dalam penelitian karena aquades merupakan air murni yang diasumsikan hanya memiliki molekul H₂O yang mirip dengan cairan tubuh manusia.

Viscosity atau viskositas merupakan ketahanan fluida terhadap perubahan bentuk (deformasi) akibat tegangan geser ataupun terhadap deformasi sudut (*Angular deformation*), viskositas terbentuk oleh karena adanya gaya kohesi dan pertukaran momentum dari molekul dalam fluida. Ukuran kekentalan suatu zat cair / cairan yang dapat menentukan besar kecilnya gesekan dalam teori fluida. Semakin besar gesekan yang tercipta dalam zat cair, maka dapat dikatakan semakin lama zat cair tersebut akan mengalir (Sudarja, 2005). Semakin besar viskositas pada air, maka air akan membentuk *Contact Angle* yang besar (Yuehua dkk, 2013).

Porositas merupakan salah satu karakteristik yang dimiliki oleh perancah, nilai porositas pada perancah yang baik dan dapat diterima oleh tubuh adalah 50-90% (Karageorgiou dan Kaplan, 2005). Nilai porositas yang baik adalah nilai porositas yang tinggi, tetapi nilai porositas

tersebut mempengaruhi kekuatan mekanik dari perancah. Kekuatan mekanik perancah semakin rendah apabila nilai porositas semakin tinggi sehingga menyebabkan perancah akan mudah hancur, karena sangat mudah menyerap benda cair (Anwar dan Solechan, 2014). Pada penelitian ini kombinasi bahan koral buatan yang lebih banyak memiliki ukuran porositas yang besar, dimana semakin besar porositas, dan semakin kasar permukaan, maka akan terbentuk *Contact Angle* yang lebih besar pula, hal ini dapat dilihat dari ukuran *Contact Angle* yang terbentuk pada perancah A, sedangkan untuk perancah C menempati peringkat kedua, dan perancah B menempati peringkat terakhir. Gelatin sendiri banyak digunakan dalam industri farmasi untuk pembuatan selaput obat (*coating*), gelatin murni memiliki homogenitas bahan yang sangat baik, hal ini didukung dengan fungsi gelatin yang digunakan sebagai bahan pengikat, dan dengan itu gelatin memiliki sifat kohesi yang sangat tinggi. perancah C menempati peringkat ke dua setelah A karena sifat diatas, sifat homogen dan kohesifitas yang tinggi, dimana akan terbentuk pori yang seragam, baik dalam ukuran dan kekasaran permukaannya, karena jumlah dan besarnya pori-pori ini berpengaruh terhadap penyerapan air, dan berpengaruh terhadap terbentuknya *Contact Angle*. Sedangkan pada perancah B memiliki ukuran pori yang lebih heterogen, karena dipengaruhi sedikit karakter dari koral yang memiliki struktur *crosslinking* sehingga penyerapan terjadi cenderung lebih cepat, hal ini mengakibatkan terbentuknya *Contact Angle* yang lebih kecil daripada perancah-perancah yang lain, hal ini berbeda dengan sifat perancah A yang cenderung memiliki struktur *crosslinking* yang lebih banyak.

Faktor-faktor yang harus mendapat perhatian terkait porositas serta karakteristik hidrofobisitas pada perancah adalah pemilihan teknik fabrikasi perancah, proses pembuatan perancah dan bahan yang digunakan dalam pembuatan perancah. Penelitian sebelumnya yang

dilakukan Srimora J. Kaewsrichan dan L. Kaewsichan pada tahun 2011 menggunakan bahan pabrikan *freeze drying* dan bahan pabrikan yang bentuk dari *compression method*. Kedua jenis *scaffold* tersebut di analisis untuk melihat karakteristiknya adapun karakteristik dari bahan tersebut adalah : 1). *SEM Analysis* yang dilihat adalah bentuk dan morfologi dari permukaan *scaffold*. 2). *Contact Angle Analysis* yang dilihat adalah sifat hidrofobik dan hidrofilik dari permukaan *scaffold*. 3). *Porosity analysis* yang dilihat adalah karakteristik sesuai prinsip *Archimedes* tentang penyerapan.

Hasil penelitian yang telah dilakukan ini tidak sesuai dengan hipotesis yang telah dikemukakan sebelumnya pada tinjauan pustaka, hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan *Contact Angle* secara signifikan yang terbentuk oleh tetesan Aquades pada perancah CaCO_3 dan gelatin konsentrasi A, B dan C perancah gelatin.