

***Swelling profile of Syntetic Coral Scaffold in Various Concentration
on Phosphate Buffer Saline Acid and Bases pH***

**Profil Swelling Perancah Koral Buatan berbagai Konsentrasi
pada *Phosphate Buffer Saline* pH Asam dan Basa**

Erlina Sih Mahanani¹, Andiani Refiana Friyandini²

¹Dosen Program Studi Kedokteran Gigi, ²Mahasiswa Program Studi Kedokteran Gigi

ABSTRACT

Bone damage is pathologic of losing bone structure, it can be caused by mechanic or systemic factor. Bone tissue engenering has been developed to regrowth the damage tissue by combine the body cell to help new tissue growth. Bone graft is one of operative procedure which scaffold is needed as mechanic support. Scaffold show swellingness as characteristic. This study is supposed to know scaffold swellingness ratio for bone tissue regeneration. The type of this research is experimental laboratory. Scaffolds with various concentrations of gelatin : CaCO₃, consist of 4 : 6 concentartion as A scaffold, 7 : 3 concentration as B scaffold and 100% concentration of gelatin as C scaffold. The weight is measured before and after submension into phosphate buffer saline acid-base pH. Swellingness is calculated using swelling ratio formula and oneway ANOVA is use to analyze data. The result is swelling proses of scaffold A > scaffold C > scaffold B with average percentage 588,77%, 516,44% and 332,88% at acid pH submension. Meanwhile at base Ph submension, the result show scaffold C > scaffold A > scaffold B with average precentage 507,00%, 486,33%, 384,33%.

Keywords : Synthetic Coral, Gelatin, Calcium Carbonate (CaCO₃), Swellingness, Scaffold

INTISARI

Kerusakan tulang adalah suatu kondisi patologis dari hilangnya struktur tulang yang dapat disebabkan dari faktor mekanik maupun sistemik. *Bone Tissue Engenering* atau rekayasa jaringan tulang telah dikembangkan dengan tujuan untuk menumbuhkan jaringan yang rusak dengan cara menggabungkan sel-sel dari tubuh untuk membantu proses pertumbuhan jaringan baru. *Bone grafts* (cangkok tulang) merupakan salah satu proses pembedahan yang memerlukan sebuah perancah sebagai dukungan mekanik. Karakteristik perancah adalah mengalami proses pembengkakan (*swelling*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui rasio *swelling* pada

perancah untuk regenerasi jaringan tulang. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental laboratorium. Perancah dengan konsentrasi yang berbeda terdiri dari perancah A gelatin : CaCO₃ 4 : 6, perancah B 7 : 3, dan perancah C gelatin 100% dilakukan pengukuran berat sebelum dan sesudah perendaman dalam *phosphate buffer saline* pH asam dan basa. Perhitungan *swelling* menggunakan rumus *swelling ratio*. Analisis data yang digunakan adalah *oneway* ANOVA. Proses *swelling* perancah A > perancah C > perancah B dengan rerata prosentase 588,77 %, 516,44 % dan 332,88 % pada perendaman pH asam, sedangkan pada perendaman pH basa menunjukkan perancah C > perancah A > perancah B dengan rerata prosentase 507,00 %, 486,33 % dan 384,33 %.

Kata Kunci : Koral buatan, Gelatin, Kalsium karbonat (CaCO₃), *Swelling*, Perancah

PENDAHULUAN

Tulang adalah jenis jaringan ikat padat yang tersusun dari garam anorganik terutama garam-garam kalsium seperti kalsium fosfat dan kalsium karbonat. Sepertiga (1/3) dari bagian tulang adalah *por-tion* organik dan duapertiga (2/3) bagian merupakan garam anorganik. Garam anorganik bertanggung jawab untuk kekakuan dan kekuatan tulang yang membuat tulang tersebut dapat menolak kompresi yang disebabkan oleh kekuatan berat. Sedangkan bagian dari jaringan ikat organik tulang membuat kekuatan tulang sebanding dengan besi dan baja.¹ Tulang memiliki fungsi sebagai kerangka penyangga tubuh, pelindung organ tubuh dari benturan, dan tempat terkaitnya otot sehingga memungkinkan otot melakukan pergerakan antara sambungan tulang yang satu dengan yang lain.² RSUD Andi Makkasau Pare-pare terdapat 90 orang penderita trauma maksilofasial akibat kecelakaan lalu lintas, 60 penderita (66,67%) mengalami fraktur mandibula dengan jumlah 26 orang (43,33%), fraktur angulus sebanyak 16 orang (26,67%), fraktur symfisis sebanyak 13 orang (21,67%), dan fraktur dentoalveolar sebanyak 5 orang (8,3%). Sedangkan 30 orang lainnya atau sebanyak 33,34% mengalami fraktur maksila yang terbagi atas zygoma 5 orang (16,67%).³

Kemajuan dalam ilmu pengetahuan yang sangat pesat khususnya di bidang Kedokteran telah mengembangkan ilmu tentang transplantasi jaringan untuk mengatasi kerusakan tulang. *Bone*

Tissue Engenerring atau rekayasa jaringan tulang telah dikembangkan yang bertujuan untuk menumbuhkan jaringan yang rusak dengan cara menggabungkan sel-sel dari tubuh yang bertindak sebagai template untuk regenerasi jaringan dan untuk membantu proses pertumbuhan jaringan baru.⁴ *Bone grafts* (cangkok tulang) merupakan prosedur pembedahan yang sangat tua. Pada tahun 1668 merupakan cangkok tulang yang pertama kali dilakukan. Cangkok tulang tersebut digunakan untuk perawatan berbagai gangguan, termasuk cacat tulang akibat trauma, infeksi, dan tumor.⁵ *Bone graft* tersebut memerlukan sebuah perancah yang berfungsi untuk memberikan dukungan mekanik. Perancah ini memiliki karakteristik yang ditandai dengan adanya komposisi, biodegradasi, morfologi, porositas, pembengkakan dan biokompatibilitas.⁶ Salah satu karakteristik perancah adalah mengalami proses pembengkakan, oleh karena itu perancah harus mampu mengalami proses degenerasi.⁷ Perancah (*scaffold*) adalah tempat atau kerangka sementara untuk pertumbuhan jaringan atau organ baru. Perancah yang dihasilkan bisa dari berbagai macam biomaterial.⁸ Koral merupakan bahan yang sedang dikembangkan sebagai perancah dalam rekayasa jaringan.⁹ Koral mempunyai sifat biokompatibel, osteokonduktif, dan dapat berfungsi sebagai sistem untuk faktor pertumbuhan tulang.¹⁰

Cairan atau air merupakan elemen terbesar dalam tubuh manusia. Secara alami air atau cairan dalam tubuh manusia memiliki sifat asam dan basa. Tubuh akan mengontrol dan menjaga tingkat keasaman dalam darah dan cairan tubuh lain pada rentang pH 7,35 - 7,45. Apabila pH tubuh turun di bawah atau naik di atas jarak ini berarti ada tanda gejala penyakit. Jika pH cairan < 7,35 dikatakan asam (acid) sedangkan jika pH > 7,45 dikatakan basa (alkali).¹¹

Pembengkakan atau *swelling* serta stabilitas struktural perancah sangat penting dalam rekayasa jaringan. Kebanyakan polimer alam akan mudah membengkak dalam cairan biologis. Namun, pembengkakan terus menerus akan menyebabkan hilangnya integritas mekanik dan

produksi tegangan tekanan ke jaringan di sekitarnya. Proses *swelling* pada perancah sangat bergantung pada nilai konsentrasi pH yang terkandung dalam perancah maupun yang terdapat pada bahan yang digunakan.¹² Proses *swelling* akan meningkat dan cepat apabila konsentrasi bahan yang digunakan mempunyai konsentrasi yang tinggi.¹³

Berdasarkan uraian diatas, memberikan inspirasi kepada peneliti untuk melakukan penelitian mengenai profil *swelling* perancah untuk regenerasi jaringan tulang.

METODE

Desain penelitian ini adalah eksperimental laboratorium. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biokimia FKIK Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dan dilaksanakan pada bulan September 2015. Subjek penelitian ini adalah Perancah koral buatan yang dikembangkan oleh tim peneliti rekayasa jaringan Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

Penelitian ini mempunyai variabel pengaruh yaitu : pH *phosphate buffer saline*, larutan *phosphate buffer saline*. Variabel terpengaruh yaitu : *Swelling* perancah. Variabel terkendali yaitu : ukuran perancah, volume bahan *phosphate buffer saline* dan waktu.

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu seperti pot, mikro pipet, alat tulis, neraca, *stopwatch*, kertas saring, alat saring, pH meter digital, larutan *phosphate buffer saline* pH asam 4,08 dan pH basa 8.92 , perancah dengan konsentrasi gelatin : CaCO₃ sebanyak 4 : 6, 7 : 3, dan gelatin 100%.

Pelaksanaan penelitian ini diawali dari tahap persiapan penelitian dengan menyusun proposal penelitian.

Tahap selanjutnya yaitu pelaksanaan penelitian dengan diawali sidang proposal penelitian dan selanjutnya mengurus surat perizinan penelitian di laboratorium biokimia FKIK UMY. Hal yang dilakukan selanjutnya melakukan pengukuran berat kering dari masing-masing perancah (W_0) Perancah dengan masing-masing konsentrasi yang direndam dalam larutan pH asam dan basa dikelompokkan menjadi 3 waktu yaitu 3 jam, 6 jam dan 24 jam. Masing-masing perancah direndam dalam pot yang diisi dengan larutan pH asam 4,08 dan basa 8,92 dengan volume 3 ml. kemudian perancah dimasukkan ke dalam inkubator dengan suhu 37 derajat sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Setelah direndam, dilakukan proses pengelapan pada perancah sebanyak 3 kali dengan menggunakan kertas saring. Kemudian berat awal dan berat akhir perancah (W_w) akan dilakukan proses perhitungan untuk mendapatkan *swelling ratio*.

$$\text{Kemampuan } swelling (\%) = \frac{W_w - W_0}{W_0} \times 100$$

Keterangan :

Dimana W_0 adalah berat awal perancah dan W_w adalah berat basah perancah setelah perendaman.

Analisa statistik profil *swelling* perancah koral buatan dengan berbagai konsentrasi pada *phosphate buffer saline* pH asam dan basa dilakukan dengan tes parametric dengan uji ANOVA satu jalur yang dapat berfungsi untuk mengetahui perbedaan yang signifikan dari data yang telah didapat.

HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian didapatkan rata-rata *swelling ratio* perancah dalam perendaman larutan asam pada perancah A adalah 588,77 %, sedangkan perancah B adalah 332,88 %, dan perancah C adalah 516,44 %, berikut ini dijelaskan pada table 1.

Table 1. *Swelling* perancah

Kode sampel	Berat kering (W_0)	Berat basah (W_w)	<i>Swelling Ratio</i> (%)
3 jam			
A1 AS 1	19 mg	127 mg	568 %
A1 AS 2	18 mg	107 mg	494 %
A1 AS 3	19 mg	104 mg	447 %
B1 AS 1	17 mg	58 mg	240 %
B1 AS 2	17 mg	69 mg	305 %
B1 AS 3	15 mg	65 mg	333 %
C1 AS 1	16 mg	82 mg	412 %
C1 AS 2	15 mg	77 mg	413 %
C1 AS 3	16 mg	78 mg	387 %
6 jam			
A2 AS 1	12 mg	129 mg	975 %
A2 AS 2	16 mg	110 mg	587 %
A2 AS 3	14 mg	105 mg	650 %
B2 AS 1	19 mg	70 mg	268 %
B2 AS 2	27 mg	74 mg	174 %
B2 AS 3	16 mg	69 mg	431 %
C2 AS 1	16 mg	90 mg	462 %
C2 AS 2	16 mg	86 mg	437 %
C2 AS 3	15 mg	83 mg	453 %
24 jam			
A3 AS 1	26 mg	140 mg	438 %
A3 AS 2	15 mg	111 mg	640 %
A3 AS 3	22 mg	120 mg	500 %
B3 AS 1	17 mg	80 mg	370 %
B3 AS 2	16 mg	94 mg	480 %
B3 AS 3	20 mg	99 mg	395 %
C3 AS 1	15 mg	104 mg	593 %
C3 AS 2	15 mg	134 mg	793 %
C3 AS 3	15 mg	120 mg	700 %

Hasil penelitian didapatkan rata-rata *swelling ratio* perancah dalam perendaman larutan basa perancah A adalah 486,33 %, sedangkan perancah B adalah 384,88 % dan perancah C adalah 507,00 %. Berikut ini dijelaskan pada table 2

Table 2. *Swelling* perancah

Kode sampel	Berat kering (W_0)	Berat basah (W_w)	<i>Swelling Ratio</i> (%)
3 jam			
A1 BS 1	18 mg	97 mg	438 %
A1 BS 2	19 mg	90 mg	370 %
A1 BS 3	14 mg	70 mg	400 %
B1 BS 1	19 mg	90 mg	373 %
B1 BS 2	19 mg	85 mg	347 %
B1 BS 3	19 mg	51 mg	412 %
C1 BS 1	15 mg	89 mg	493 %
C1 BS 2	15 mg	97 mg	546 %
C1 BS 3	16 mg	91 mg	468 %
6 jam			
A2 BS 1	13 mg	99 mg	661 %
A2 BS 2	19 mg	95 mg	400 %
A2 BS 3	19 mg	110 mg	478 %
B2 BS 1	17 mg	95 mg	450 %
B2 BS 2	18 mg	87 mg	385 %
B2 BS 3	20 mg	86 mg	330 %
C2 BS 1	16 mg	91 mg	468 %
C2 BS 2	16 mg	98 mg	512 %
C3 BS 3	16 mg	96 mg	500 %
24 jam			
A3 BS 1	14 mg	104 mg	642 %
A3 BS 2	26 mg	143 mg	450 %
A3 BS 3	18 mg	115 mg	538 %
B3 BS 1	18 mg	102 mg	350 %
B3 BS 2	17 mg	90 mg	370 %
B3 BS 3	21 mg	115 mg	447 %
C3 BS 1	16 mg	98 mg	462 %
C3 BS 2	18 mg	119 mg	561 %
C3 BS 3	15 mg	98 mg	553 %

Data tersebut selanjutnya dilakukan uji normalitas menggunakan *Kolmogorof-Smirnof* karena sampel yang diuji ≥ 50 . Berdasarkan Tabel 1 dan Tabel 2. hasil uji normalitas didapatkan tingkat signifikansi atau nilai probabilitas dari ketiga perancah tersebut menunjukkan $p > 0,05$ maka seluruh data tersebut adalah normal, sehingga salah satu syarat penggunaan *oneway ANOVA* terpenuhi. Uji normalitas data dijelaskan pada table 3.

Tabel 1. *One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test*

Kode sampel	Asam (Sig)	Basa (Sig)
Perancah A	.191	.191
Perancah B	.191	.131
Perancah C	.218	.218

Uji normalitas yang digunakan adalah *kolmogorof-Smirnov* karena jumlah sampel yang diuji > 50 . Nilai probabilitas dari ketiga perancah dengan masing masing perlakuan tersebut menunjukkan $p > 0,05$ maka seluruh data tersebut adalah normal. *Oneway ANOVA* dapat digunakan untuk analisa data karena data normal.

Table 4. *Test of Homogeneity of Variances*

Kode sampel	Asam (Sig)	Basa (Sig)
Perancah A	.091	.218
Perancah B	.251	.613
Perancah C	.110	.228

Table 4 menunjukkan bahwa masing-masing perancah memiliki angka signifikansi $p > 0.05$. maka data tersebut dikatakan memiliki varians yang sama. Untuk menilai tingkat signifikansi

swelling terhadap perancah dapat dilakukan uji parametrik dengan menggunakan analisis varians ANOVA satu jalur seperti table 5, 6, 7, 8, 9, 10.

Table 5. Hasil Uji Anova Satu Jalur

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	100102.889	2	50051.444	2.598	.154
Within Groups	115570.667	6	19261.778		
Total	215673.556	8			

Tabel 5. di atas menunjukkan bahwa nilai signifikansi dari hasil uji ANOVA satu jalur tersebut adalah .154 yang berarti lebih dari 0,05 ($p > 0,05$) sehingga dapat dikatakan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan dari perancah A (4:6) dengan perlakuan asam.

Table 6. Hasil Uji Anova Satu Jalur

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	31762.667	2	15881.333	2.042	.211
Within Groups	46671.333	6	7778.556		
Total	78434.000	8			

Tabel 6. di atas menunjukkan bahwa nilai signifikansi dari hasil uji ANOVA satu jalur tersebut adalah .211 yang berarti lebih dari 0,05 ($p > 0,05$) sehingga dapat dikatakan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan dari perancah B (7:3) dengan perlakuan asam.

Table 7. Hasil Uji Anova Satu Jalur

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	146914.667	2	73457.333	21.203	.002
Within Groups	20787.333	6	3464.556		
Total	167702.000	8			

Tabel 7. di atas menunjukkan bahwa nilai signifikansi dari hasil uji ANOVA satu jalur tersebut adalah .002 yang berarti kurang dari 0,05 ($p < 0,05$) sehingga dapat dikatakan bahwa terdapat perbedaan tapi tidak signifikan dari perancah C (100%) dengan perlakuan asam.

Table 8. Hasil Uji Anova Satu Jalur

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	32880.667	2	16440.333	1.740	.254

Within Groups	56695.333	6	9449.222
Total	89576.000	8	

Tabel 18. di atas menunjukkan bahwa nilai signifikansi dari hasil uji ANOVA satu jalur tersebut adalah .254 yang berarti lebih dari 0,05 ($p > 0,05$) sehingga dapat dikatakan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan dari perancah A (4:6) dengan perlakuan basa.

Table 9. Hasil Uji Anova Satu Jalur

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	257.556	2	128.778	.053	.949
Within Groups	14603.333	6	2433.889		
Total	14860.889	8			

Tabel 19. di atas menunjukkan bahwa nilai signifikansi dari hasil uji ANOVA satu jalur tersebut adalah .949 yang berarti lebih dari 0,05 ($p > 0,05$) sehingga dapat dikatakan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan dari perancah B (7:3) dengan perlakuan basa.

Table 10. Hasil Uji Anova Satu Jalur

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1634.000	2	817.000	.478	.642
Within Groups	10256.000	6	1709.333		
Total	11890.000	8			

Tabel 20. di atas menunjukkan bahwa nilai signifikansi dari hasil uji ANOVA satu jalur tersebut adalah .642 yang berarti lebih dari 0,05 ($p > 0,05$) sehingga dapat dikatakan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan dari perancah C (100%) dengan perlakuan basa.

Perbedaan rerata antara masing-masing konsentrasi *swelling* perancah dapat diketahui dengan uji Post Hoc, menggunakan LSD. Berdasarkan hasil dari uji LSD (*Least Significant Different*) dapat dilihat bahwa tidak semua perancah memiliki perbedaan yang signifikan terhadap proses *swelling*. Sebagian besar perancah tidak ada perbedaan yang signifikan.

Disebutkan bahwa perancah C perlakuan asam tidak memiliki perbedaan yang signifikan dengan hasil $p < 0,05$.

PEMBAHASAN

Perancah (*scaffold*) merupakan tempat sementara untuk pertumbuhan jaringan atau organ baru yang dihasilkan dari berbagai macam biomaterial seperti polimer sintetik, polimer alam, dan keramik.¹⁴ Untuk bahan perancah yang ideal, sifat yang diperlukan yang meliputi biokompatibilitas, struktur mikro yang sesuai, kekuatan mekanik yang diinginkan dan tingkat degradasi serta yang paling penting kemampuan untuk mendukung kediaman sel dan memungkinkan retensi fungsi metabolisme.¹⁵

Polimer alam yang biasa digunakan dalam rekayasa jaringan adalah gelatin, kitosan, fibrin, kolagen, asam hyaluronik dan alginat digunakan untuk membantu proses pertumbuhan jaringan atau organ dalam tubuh.¹⁶ Gelatin hydrogel merupakan perancah yang ideal karena mempunyai sifat-sifat material serta proses degradasi yang baik serta memiliki struktur molekul yang menyerupai jaringan dan organ tubuh.¹⁷

Swelling serta stabilitas struktural perancah sangat penting dalam rekayasa jaringan. Kebanyakan polimer alam akan mudah mengalami pembengkakan dalam cairan biologis.¹⁸ Proses *swelling* sangat bergantung pada nilai konsentrasi pH yang terkandung dalam perancah maupun yang terdapat pada bahan yang digunakan. Karena proses *swelling* akan meningkat apabila konsentrasi bahan yang digunakan adalah konsentrasi tinggi.¹⁹

Penelitian sebelumnya oleh Wattanuchariya dan Changkowchai, 2014, menggunakan bahan kitosan gelatin : hidroksiapatit dalam berbagai konsentrasi sebagai bahan perancah, didapatkan peningkatan *swelling* saat konsentrasi gelatin meningkat. Hasil tersebut sejalan

dengan penelitian ini bahwa perancah A > perancah C > perancah B dengan rerata persentase 588,77 %, 516,44 % dan 332,88 % pada perendaman asam, yang artinya perancah A lebih cepat mengalami proses *swelling* dari pada perancah C dan perancah B pada perendaman pH asam. sedangkan pada perendaman pH basa menunjukkan perancah C > perancah A > perancah B dengan rerata prosentase 507,00 %, 486,33 % dan 384,33 % yang artinya perancah C lebih cepat mengalami proses *swelling* dibandingkan dengan perancah B dan perancah A.

Perancah C merupakan gelatin murni dengan konsentrasi 100%. Gelatin hidrogel akan mengalami proses *swelling* dalam medium cair sehingga menunjukkan bahwa polimer yang terkandung dalam gelatin mampu mengabsorpsi medium tanpa larut di dalamnya²⁰. Polimer gelatin hidrogel tersebut mengalami *swelling* dan sedikit demi sedikit mulai terdegradasi ketika terjadi hidrasi yang tinggi karena kekuatan antar rantai molekul tidak dapat menahan kekuatan dari luar. Degradasi gelatin dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti tingkat keasaman, suhu, pelarut ikatan silang (crosslinking) dan durasi inkubasi. Sehingga faktor tersebut akan berpengaruh terhadap kestabilan perancah sehingga proses degradasi akan terus terjadi dan meningkat hingga perancah habis²¹.

Nilai pH gelatin merupakan salah satu parameter penting, karena pH larutan gelatin mempengaruhi sifat-sifat seperti viskositas dan kekuatan gel. Gelatin dengan pH netral akan bersifat stabil dan penggunaannya akan menjadi lebih luas²². Pengukuran pH dilakukan untuk menentukan kondisi dan besaran gelatin yang mengalami *swelling* dan terdegradasi, semakin pH naik atau basa maka besaran degradasi semakin tinggi. Gelatin merupakan rantai polipeptida yang terdiri atas berbagai macam asam amino yang memiliki amfoter, yaitu dapat bersifat asam, netral atau basa sesuai dengan kondisi lingkungannya²³. Sehingga dalam penelitian ini pH asam dan basa PBS tidak mempengaruhi proses *swelling* dari perancah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Perancah koral buatan dengan konsentrasi berbeda memiliki perbedaan proses *swelling* dalam perendaman *phosphate buffer saline*.
2. Terdapat perbedaan yang signifikan pada proses *swelling* perendaman pH asam pada perancah A (4:6) lebih besar dari *swelling* perancah C (gelatin 100%) dan lebih besar dari *swelling* perancah B (7:3), dan proses *swelling* perendaman pH basa pada perancah C (gelatin 100%) lebih besar dari *swelling* perancah A (4:6) , dan lebih besar dari *swelling* perancah B (7:3). Tetapi tidak pada perbedaan *swelling* yang signifikan pada perancah C perendaman pH asam.

SARAN

Adapun beberapa saran setelah dilakukan penelitian yaitu sebagai berikut :

1. Dilakukan penelitian dengan metode serta konsentrasi gelatin dan CaCO_3 yang lebih variatif sehingga dapat menghasilkan perbandingan yang lebih banyak untuk menentukan hasil yang baik.
2. Dilakukan penambahan variable waktu dengan metode berbeda untuk mendapatkan hasil yang lebih variatif.

DAFTAR PUSTAKA

1. Umadevi, N; Geethalakshmi, Dr.S N;. (2011). A Brief Study on Human Bone Anatomy and Bone Fractures. *IJCES International Journal Of Computer Engineering Science*, 93-104.
2. Mescher, A. L. (2010). *Histologi Dasar Junqueira Teks dan Atlas*. Jakarta.
3. Namirah, N. (2013). Prevalensi Fraktur Maksilofasial pada Kasus Kecelakaan Lalu Lintas Di Rsud Andi Makkasau Kota Pare-Pare Tahun 2013.

4. O'Brien, Fergal J;. (2011). Biomaterials and Scaffolds for Tissue Engineering.
5. Joshi , D. O., Tank, P. H., Mahida, H. K., Dhama, M. A., Vedpathak, H. S., & Karle, A. S. (2010). Bone Grafting : An Overview. *Veterinary World*, 198-200.
6. Wattanutchariya, Wassanai; Changkow, Whattanapong. (2014). Characterization of Porous Scaffold from Chitosan-Gelatin/Hydroxyapatite for Bone Grafting. *International Multiconference Of Engineers And Computer Scientists*.
7. Pan, Yong; Dong, Shiwu; Hao, Yong; Chu, Tongwei; C. (2010). Demineralized Bone Matrix Gelatin as Scaffold for Tissue Engineering. *African Journal Of Microbiology Research*, 865-870.
8. O'Brien, Fergal J;. (2011). Biomaterials and Scaffolds for Tissue Engineering.
9. Hou, Rui; Chen, Fulin; Yang, Yaowu ; Che, Xiaobing;. (2006). Comparative Study Between Coral-Mesenchymal Stem Cells-Rhbm-2 Composite and Auto-Bone-Graft in Rabbit Critical-Sized Cranial Defect Model.
10. Hou, R. (2010). Comparative Study Between Coral-Mesenchymal Stem Cells-Rhbm-2 Composite and Auto-Bone-Graft in Rabbit Critical-Sized Cranial Defect Model. *Wiley Interscience*.
11. Kuntarti. (2005). Keseimbangan Cairan Elektrolit Asam dan Basa. 1-11.
12. Pan, Yong; Dong, Shiwu; Hao, Yong; Chu, Tongwei; C. (2010). Demineralized Bone Matrix Gelatin as Scaffold for Tissue Engineering. *African Journal Of Microbiology Research*, 865-870.
13. Wattanutchariya, Wassanai; Changkow, Whattanapong. (2014). Characterization of Porous Scaffold from Chitosan-Gelatin/Hydroxyapatite for Bone Grafting. *International Multiconference of Engineers And Computer Scientists*.
14. O'Brien, Fergal J;. (2011). Biomaterials and Scaffolds for Tissue Engineering.
15. Salgado, A J; Coutinho, O P; Reis, R L;. (2004). Bone Tissue Engineering: State of The Art and Future Trends. *Journal Macromolecular Bioscience*, 743-765.
16. O'Brien, Fergal J;. (2011). Biomaterials and Scaffolds for Tissue Engineering.
17. Maddu, Akhruddin; Modjahidin, Kun; Sardy, Sar; Zain, Hamdani;. (2006). Pengaruh Kelembaban terhadap Sifat Optik Film Gelatin. *Makara, Sains*, 30-34.
18. Pan, Yong; Dong, Shiwu; Hao, Yong; Chu, Tongwei; C. (2010). Demineralized Bone Matrix Gelatin as Scaffold for Tissue Engineering. *African Journal Of Microbiology Research*, 865-870.
19. Wattanutchariya, Wassanai; Changkow, Whattanapong. (2014). Characterization of Porous Scaffold from Chitosan-Gelatin/Hydroxyapatite for Bone Grafting. *International Multiconference Of Engineers And Computer Scientists*.
20. Dlukha, R. N. (2014). Formula Membran Hidrogel Berpori Berbasis Kombinasi HPMC Hydroxy Propyl Methyl Cellulose) dan Gelatin dengan Metode Ice Particle Learning Serta Penetapan Karakteristik Fisik-Mekanik.
21. Lestari, D. R. (2014). Perbedaan Profil Degradasi Perancah Koral Buatan Berbagai Konsentrasi Pada Medium Kultur Sel.
22. Astawan, M. H. (2002). Analisis Sifat Reologi Gelatin dari Kulit Ikan Cucut. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*.

23. Tronci , G. (2010). synthesis, characterization, and biological evaluation of gelatin based scaffold. *German Research Foundation*.