

Dica A. Nurmanta¹⁾, Masrusoh²⁾, D.J. Djoko H. Santjojo³⁾
PERBAIKAN NILAI KUAT TEKAN BIOKERAMIK *SCAFFOLD* HIDROKSIAPATIT
MENGUNAKAN *TREATMENT* PLASMA DBD
Jurnal *Qua Teknika*, (2021), 11(1): 1-9

**PERBAIKAN NILAI KUAT TEKAN BIOKERAMIK *SCAFFOLD* HIDROKSIAPATIT
MENGUNAKAN *TREATMENT* PLASMA DBD**

Dica A. Nurmanta¹⁾, Masrurroh²⁾, D.J. Djoko H. Santjojo³⁾

Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya

Jl. Veteran, 65145 Malang

Email: dicaaprilia18@gmail.com, ruroh@ub.ac.id, dsantjojo@ub.ac.id

ABSTRAK

On type of Plasma is a Plasma DBD which is generated at atmospheric pressure. Scaffold hydroxyapatite (HA) is a bioceramic which widely developed nowadays in applications. The pores that are owned in the scaffold can effect a mechanical properties, namely compressive strength. Treatment by using Plasma DBD method is expected to have a good improvement to interconnected porous so as to improve the compressive strength of the bioceramic scaffold HA. In this study, we use 3 different time variations are 20 minutes, 25 minutes dan 30 minutes in Plasma DBD treatment to determine the effect of each variations. Pore analysis and compressive strength test will be carried out before and after Plasma DBD treatment. The surface morphology of the scaffold HA was observed by using a Field Emission – Scanning Electron Microscope (FE-SEM), composition by using EDX and compressive strength was observed by using compressive strength test. The result showed that the compressive strength of bioceramic scaffold HA increase relatively to increase of the treatment time.

Kata kunci : *Plasma DBD, compressive strength, bioceramic, scaffold hydroxyapatite*

PENDAHULUAN

Biokeramik merupakan salah satu material keramik bio yang memiliki sifat yang ditentukan oleh struktur kristal, komposisi kimia dan mineral bawaannya [1]. Adapun salah satu biokeramik yang banyak dikembangkan saat ini adalah hidroksiapatit. Hidroksiapatit (HA: $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) ini dapat diproduksi dan didapatkan dari alam maupun berasal dari hasil sintesis. Hidroksiapatit ini memiliki banyak keunggulan diantaranya memiliki biokompatibilitas yang baik, tidak beracun, ramah lingkungan dan memiliki sifat osteokondusif yang baik [2][3]. Bahan dasar hidroksiapatit yang bisa diperoleh dari alam salah satunya adalah hidroksiapatit dari tulang sapi bagian paha. Pemilihan bahan dasar hidroksiapatit ini diunggulkan karena mudah didapatkan di lingkungan sekitar atau tempat pemotongan daging sapi. Tulang sapi bagian paha ini memiliki struktur mikro dan kandungan yang menyerupai tulang murni. Sebagai bahan *treatment*, tulang sapi yang digunakan ini memiliki desain berpori yang disebut sebagai *scaffold* hidroksiapatit.

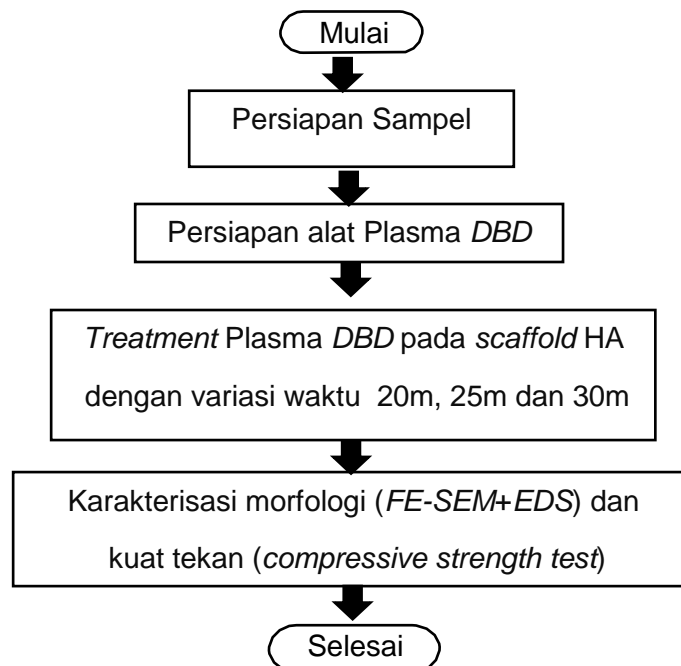
Pori pada *scaffold* hidroksiapatit yang tidak homogen dan tidak teratur ini dapat menyebabkan pori-pori menjadi salah satu factor yang dapat menyebabkan rendahnya nilai kuat tekan dari *scaffold* hidroksiapatit [4]. Sehingga akan dapat menurunkan kualitas manfaat dan fungsinya.

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk meningkatkan nilai kuat tekan *scaffold* hidroksiapatit adalah dengan *treatment* menggunakan Plasma. Plasma merupakan proses gas yang terionisasi [5]. Plasma ini dapat dibangkitkan dengan cara memberikan energi seperti medan listrik kepada molekul gas netral yang dihubungkan dengan sumber tegangan. Adapun jenis Plasma yang digunakan pada penelitian ini adalah Plasma DBD. Plasma DBD ini merupakan salah satu jenis Plasma yang dimungkinkan dapat memberikan pengaruh baik terhadap peningkatan kuat tekan *scaffold* hidroksiapatit.

Plasma DBD merupakan jenis Plasma yang dapat dibangkitkan pada tekanan atmosfer. Plasma DBD ini memiliki karakteristik diantaranya yaitu memiliki celah berukuran milimeter, terdapat bahan berpenghambat dielectric diantara kedua elektrodanya [6]. Bahan dielektrik yang digunakan ini memiliki tujuan untuk mencegah adanya *spark* atau percikan api yang terdapat pada celah diantara kedua elektrodanya. Plasma DBD juga sudah dikembangkan pada penelitian-penelitian sebelumnya seperti modifikasi permukaan pada material biokeramik [7], meningkatkan sifat mekanik yaitu kekerasan dan kelembaban pada HA-ZrO₂ [8] dan sintesis ozon dari oksigen pada Plasma DBD [9]. Penelitian lain juga telah menggunakan *treatment* Plasma DBD ini sebagai pembuatan pola pada filamen [10]. Pada penelitian kali ini bahan dielektrik yang digunakan sebagai bahan target *treatment* adalah *scaffold* hidroksiapatit. Hal ini juga dapat dimanfaatkan oleh *scaffold* hidroksiapatit untuk memperbaiki kuat tekannya.

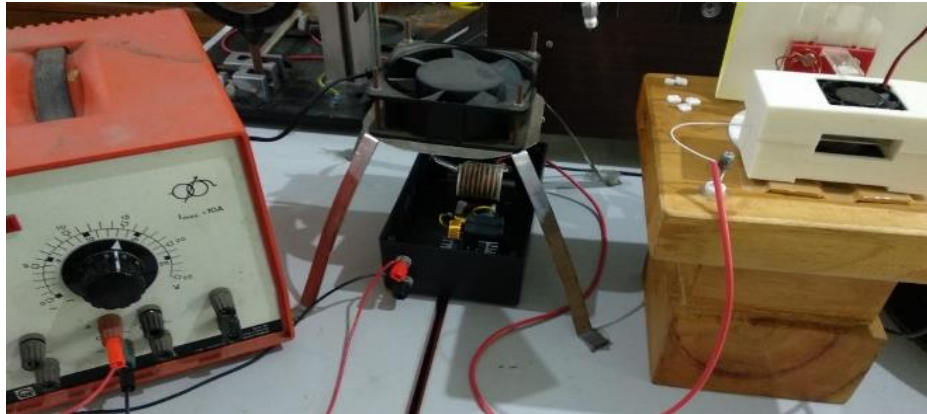
METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian ini dibuat dalam bentuk diagram alir penelitian. Diagram alir penelitian merupakan bagian terpenting karena dapat menjalankan tahapan penelitian seperti pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram alir penelitian

Berdasarkan Gambar 1 diatas, sampel atau bahan target yang digunakan adalah *scaffold* hidroksiapatit dengan ketebalan sampel 2,5mm. Sebelum memasuki proses *treatment*, sampel dibersihkan dahulu menggunakan *ultrasonic cleaner* dan kemudian diangin-anginkan supaya kandungan H₂O yang ada di dalam pori-pori biokeramik *scaffold* hidroksiapatit dapat hilang. Tahapan selanjutnya yaitu persiapan alat Plasma DBD seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. *Set up* Alat Plasma DBD

Desain dari alat Plasma DBD ini terdiri dari sumber tegangan, *amplifier*, dan box Plasma DBD *treatment*. Adapun parameter proses *treatment* menggunakan Plasma DBD ini ditunjukkan pada Tabel 1.

Table 1. Parameter proses *treatment* menggunakan Plasma DBD

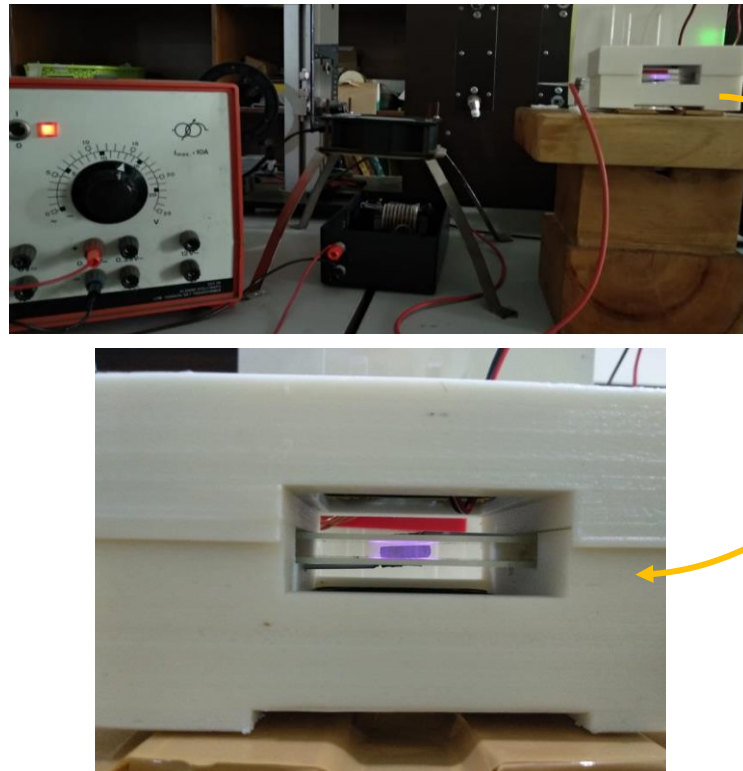
| Sistem parameter proses Plasma DBD | Set-up nilai pada <i>treatment</i> Plasma DBD |
|------------------------------------|---|
| Tegangan DC | 2 kV |
| Sumber gas | Udara bebas pada tekanan atmosfer |
| Waktu <i>treatment</i> | 20m, 25m and 30m |

Pada tahapan selanjutnya adalah karakterisasi morfologi permukaan pada *scaffold* hidroksiapatit. Karakterisasi ini dilakukan untuk mengetahui ukuran pori dan komposisi unsur pada permukaan *scaffold* hidroksiapatit yang tidak di *treatment* dan *scaffold* hidroksiapatit yang di *treatment* selama 20menit, 25menit dan 30menit. Untuk mengetahui ukuran pori dikarakterisasi menggunakan SEM dan untuk mengetahui komposisi mineral dari biokeramik *scaffold* hidroksiapatit menggunakan EDX. Pada pengamatan ukuran pori menggunakan SEM diambil dengan beberapa Perbesaran untuk mengetahui pengaruh waktu *treatment* terhadap kuat tekan material biokeramik *scaffold* hidroksiapatit.

Setelah dilakukan karakterisasi permukaan, maka sampel *scaffold* hidroksiapatit akan dilakukan uji selanjutnya yaitu uji kuat tekan. Pada uji kuat tekan, sampel akan ditekan sampai sampel tersebut mengalami keretakan atau terbelah menjadi beberapa bagian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pembangkitan Plasma DBD ini berupa *microdischarge* dengan warna ungu. Adapun *microdischarges* yang terbentuk ditunjukkan pada Gambar 3 dibawah ini.

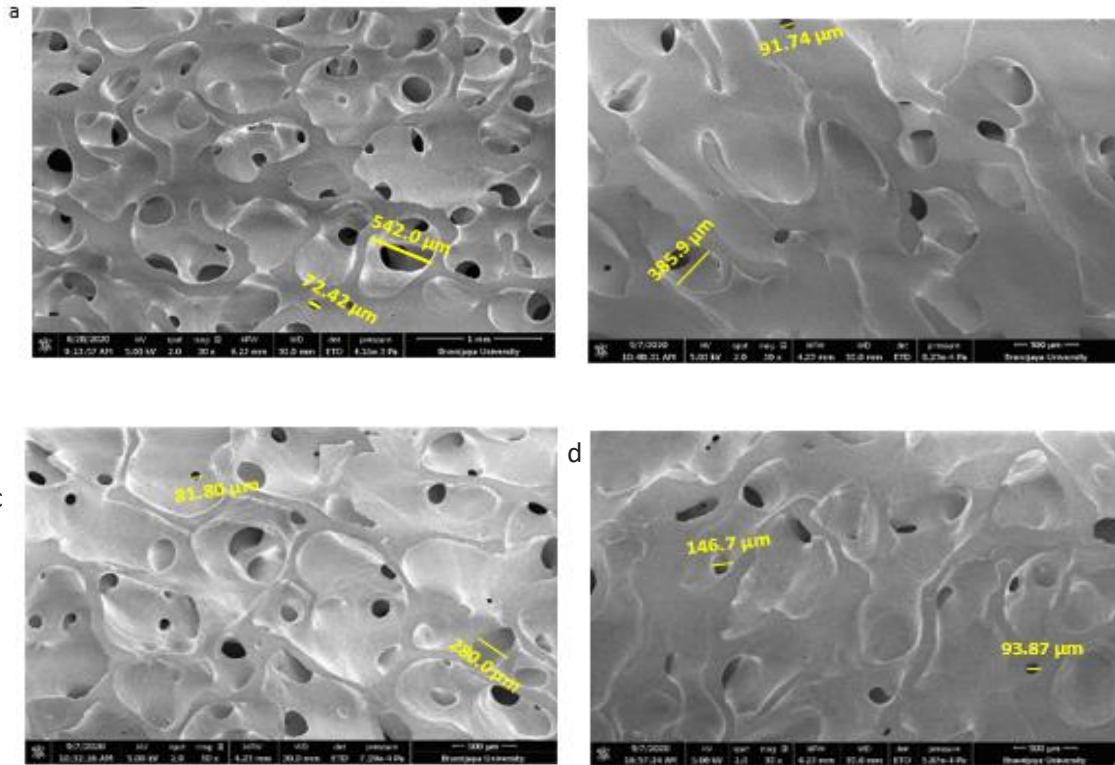


Gambar 3. *Treatment* menggunakan Plasma DBD

Hasil *treatment* dari variasi waktu yang diberikan selama 20menit, 25menit dan 30menit ini memiliki nilai pada ukuran pori yang berbeda-beda. Pada karakterisasi SEM ini menggunakan perbesaran lensa objektif sebesar 30X. Adapun hasil karakterisasi SEM ditunjukkan pada Gambar 4. Pada Gambar 4(a) merupakan ukuran pori yang tidak dilakukan *treatment* Plasma DBD. Dengan ukuran porinya memiliki *range* 542,0 μm – 72,42 μm . Gambar 4(b) adalah sampel *biokeramik* hidroksiapatit yang di *treatment* selama 20 menit, dimana *range* ukuran pori yang dimiliki yaitu 385,9 μm – 91,74 μm . Gambar 4(c) merupakan sampel yang di *treatment* selama 25 menit. *Range* ukuran pori yang dimiliki adalah 280,0 μm – 81,80 μm . Sedangkan untuk Gambar 4(d) merupakan sampel *scaffold* hidroksiapatit yang telah di *treatment* selama 30menit, dengan *range* ukuran pori sebesar 146,7 μm – 93,87 μm . dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa semakin lama waktu *treatment* yang dilakukan, maka ukuran pori yang dihasilkan juga semakin kecil.

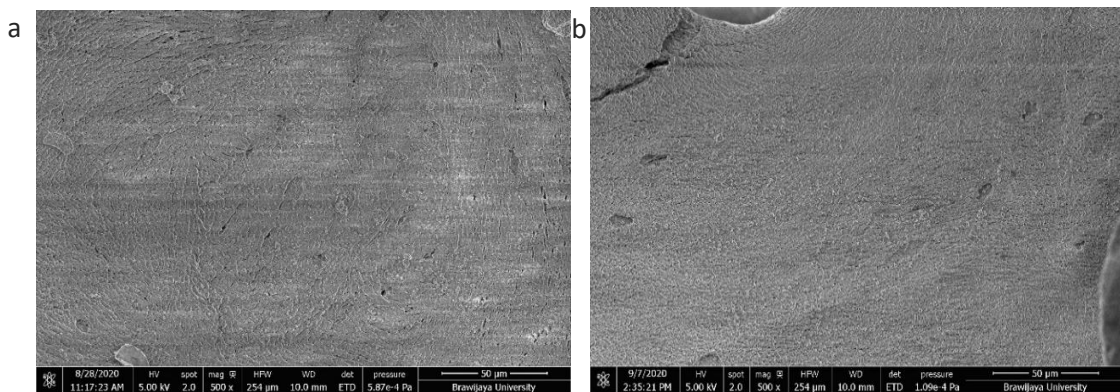
a

b



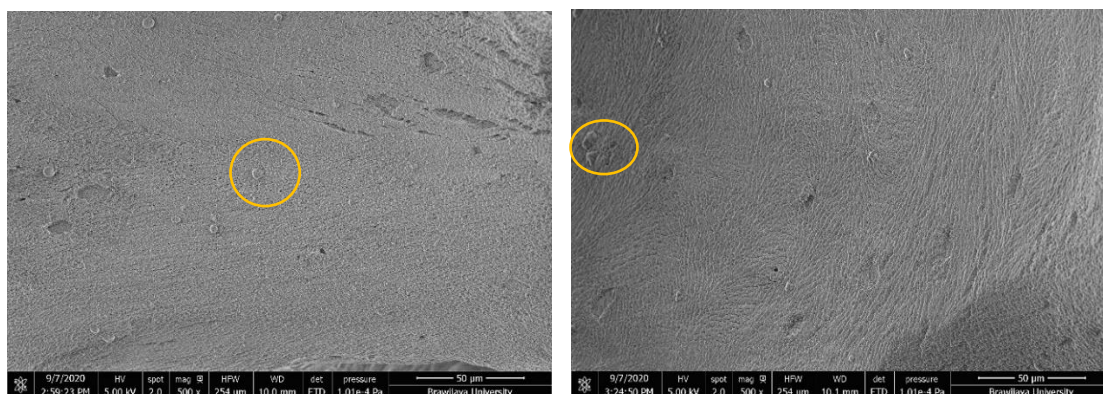
Gambar 4. Hasil Uji SEM dengan perbesaran 30X pada (a) biokeramik *scaffold* hidroksiapatit tanpa *treatment* dan yang di *treatment* selama (b) 20m, (c) 25m dan (d) 30m

Pada perbesaran 500X, permukaan biokeramik *scaffold* hidroksiapatit juga menunjukkan adanya perbedaan. Pada sampel yang tidak di *treatment*, permukaan dari biokeramik *scaffold* hidroksiapatit terlihat halus dan rapat.



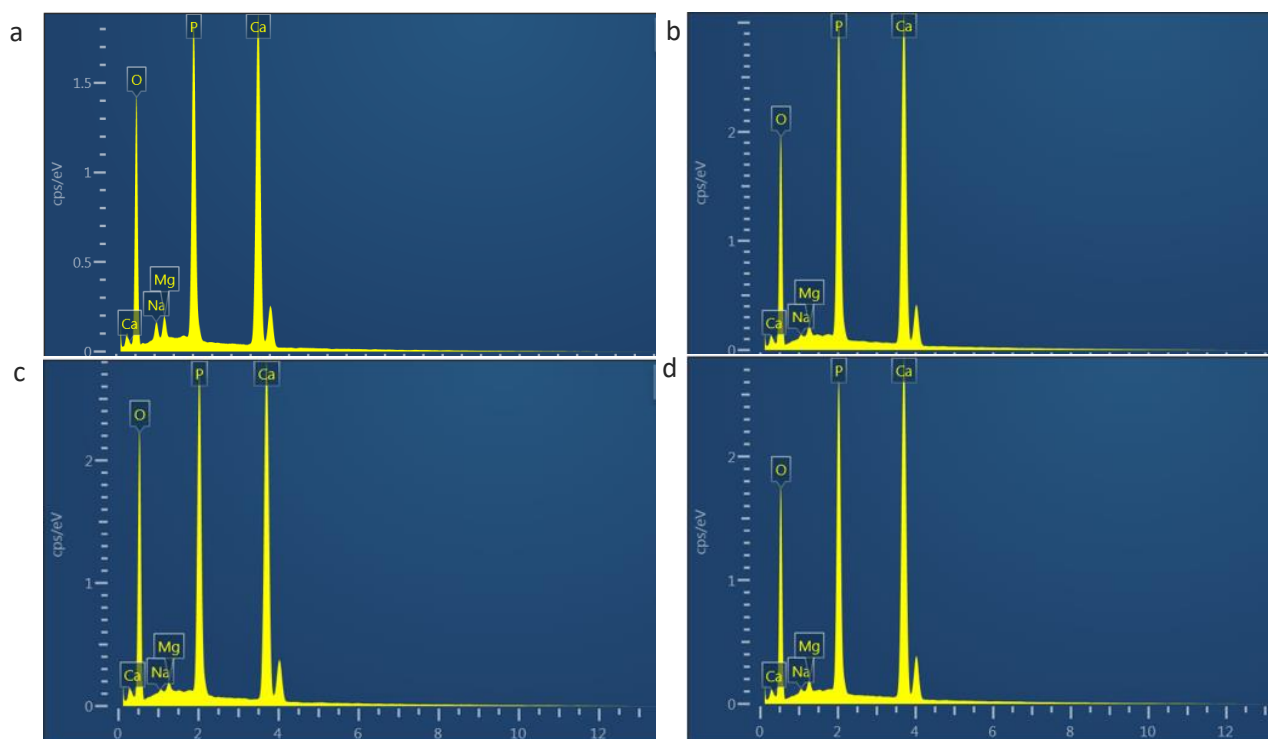
c

d



Gambar 5. Hasil Uji SEM dengan perbesaran 500X pada (a) biokeramik *scaffold* hidroksiapatit tanpa *treatment* dan yang di *treatment* selama (b) 20m, (c) 25m dan (d) 30m

Berdasarkan Gambar diatas dapat diketahui bahwa permukaan pori *scaffold* hidroksiapatit pada masing-masing perlakuan memiliki keadaan yang berbeda. Pada Gambar 5(c) yaitu sampel yang di *treatment* selama 25 menit, terdapat tonjolan kecil atau *microbulges* pada permukaannya. Adapun pada Gambar 5(d) yaitu sampel biokeramik *scaffold* hidroksiapatit yang di *treatment* selama 30 menit juga terdapat adanya *microbulges* pada permukaan pori, dengan prosentase kemunculan *microbulges* lebih banyak dibandingkan dengan variasi waktu *treatment* sebelumnya. Berdasarkan penelitian tersebut mendasari untuk pengambilan data secara *cross section* dan dilakukan uji komposisi pada permukaan biokeramik *scaffold* hidroksiapatit.



Gambar 6. Hasil Uji komposisi menggunakan EDX pada (a) biokeramik *scaffold* hidroksiapatit tanpa *treatment* dan yang di *treatment* selama (b) 20m, (c) 25m dan (d) 30m

Berdasarkan dari data EDX pada masing-masing sampel diatas dapat diketahui bahwa terdapat 5 komposisi atau unsur yang terkandung pada permukaan biokeramik *scaffold* hidroksiapatit. Dimana unsur-unsur tersebut berupa Ca, O, Na, Mg, dan P. Pada sebaran unsur atau komposisi di permukaan pori biokeramik *scaffold* hidroksiapatit terlihat bahwa sebaran unsur Ca dan P mendominasi di permukaan sampel. Selain itu prosentase berat dan atomic akan ditunjukkan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

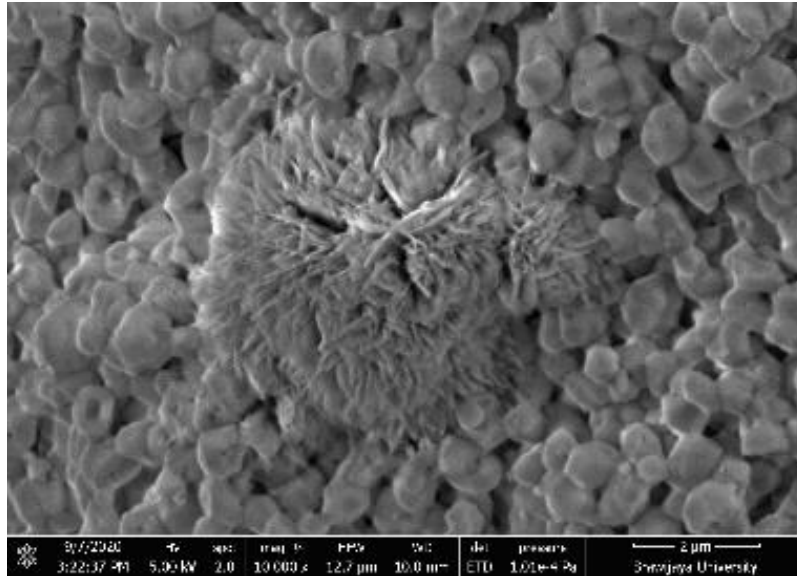
Tabel 2. Hasil dari nomor elemen atau unsur pada biokeramik scaffold HA yang tidak diberikan perlakuan Plasma DBD ditunjukkan dalam prosentase

| Element | Weight% | Atomic% |
|---------|---------|---------|
| O | 48.87 | 68.10 |
| Mg | 1.03 | 0.94 |
| P | 16.27 | 11.71 |
| Ca | 32.78 | 18.23 |
| Na | 1.05 | 1.02 |
| Total | 100.00 | 100.00 |

Tabel 3. Hasil dari nomor elemen pada biokeramik scaffold HA yang diberikan perlakuan Plasma DBD selama 20m, 25m dan 30m ditunjukkan dalam prosentase

| Element | Weight% | | | Atomic% | | |
|---------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|
| | 20m | 25m | 30m | 20m | 25m | 30m |
| O | 46.77 | 50.79 | 46.84 | 66.57 | 70.09 | 66.68 |
| Mg | 0.50 | 0.40 | 0.56 | 0.46 | 0.37 | 0.52 |
| P | 17.42 | 15.97 | 16.71 | 12.81 | 11.39 | 12.29 |
| Ca | 35.07 | 32.66 | 35.63 | 19.93 | 17.99 | 20.25 |
| Na | 0.24 | 0.17 | 0.26 | 0.23 | 0.17 | 0.25 |
| Total | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

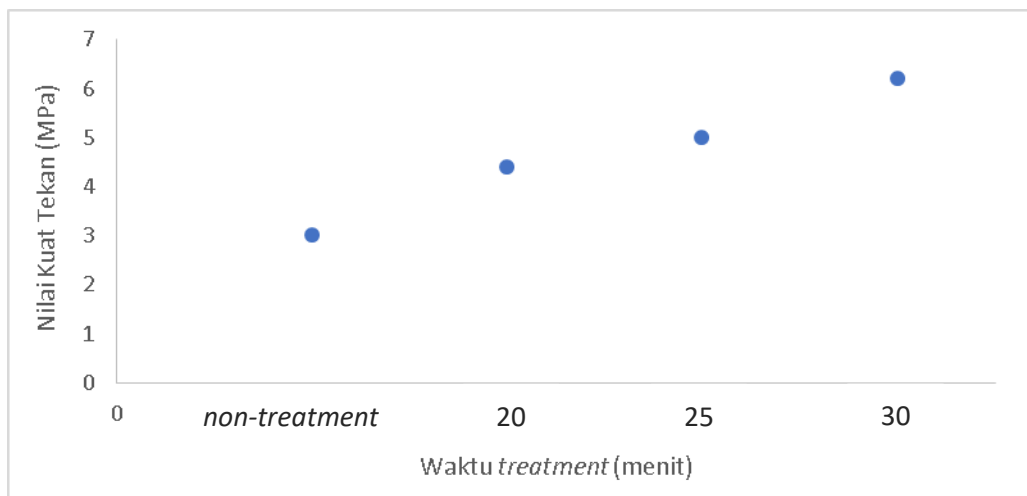
Pada Tabel 2 dan Tabel 3 menunjukkan bahwa hasil uji komposisi pada masing-masing perlakuan mendapatkan nilai yang berbeda-beda. Dimana pada setiap perlakuan, terdapat prosentase unsur O yang lebih dominan dibandingkan dengan komposisi atau unsur penyusun biokeramik *scaffold* hidroksiapatit yang lainnya. Prosentase unsur tersebut ditunjukkan dengan prosentase berat dan prosentase atomiknya. Pada perbesaran 10.000X ditemukan *microbulges* pada permukaan *scaffold* hidroksiapatit yang ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. *Microbulges* yang terbentuk di permukaan biokeramik *scaffold* hidroksiapatit pada waktu *treatment* selama 30menit

Pada Gambar 7 tersebut diketahui bahwa pada permukaan biokeramik *scaffold* hidroksiapatit terdapat *microbulges* atau tonjolan dengan ukuran mikro. Tonjolan yang berukuran mikro ini dapat mempengaruhi ukuran pori dari *scaffold* hidroksiapatit. Dimana ukuran pori yang dihasilkan semakin kecil seiring dengan lamanya waktu *treatment*. Selain terbentuknya *microbulges* pada permukaan biokeramik *scaffold* hidroksiapatit ini, dapat terlihat pula pada *treatment* selama 30 menit terjadi aglomerasi. Dimana aglomerasi tersebut akan mendukung prosentase dari *microbulges*.

Treatment dengan variasi waktu yang diberikan ini juga mempengaruhi dari sifat mekanik dari biokeramik *scaffold* hidroksiapatit yaitu kuat tekan (*compressive strength*). Pada Gambar 8 didapatkan nilai kuat tekan pada biokeramik *scaffold* hidroksiapatit yang tidak diberi perlakuan Plasma DBD dan *treatment* menggunakan Plasma DBD pada *scaffold* hidroksiapatit dengan beberapa variasi waktu yang disediakan.



Gambar 7. Nilai kuat tekan biokeramik *scaffold* hidroksiapatit pada keadaan *non-treatment* dan dengan variasi waktu *treatment* menggunakan Plasma DBD

Pada hasil nilai kuat tekan yang ditunjukkan berupa grafik diatas menunjukkan bahwa nilai kuat tekan pada biokeramik *scaffold* hidroksiapatit yang tidak diberi perlakuan Plasma DBD dan dengan *scaffold* hidroksiapatit yang diberi perlakuan Plasma DBD tersebut berbeda. Dimana semakin lama waktu *treatment* yang diberikan pada biokeramik *scaffold* hidroksiapatit, maka nilai kuat tekannya semakin tinggi. Hal ini juga dapat dimungkinkan peran dari *microbulges* yang terbentuk membuat kerapatan permukaan biokeramik *scaffold* hidroksiapatit semakin meningkat sehingga dapat juga meningkatkan kuat tekannya.

SIMPULAN

Pada karakterisasi permukaan menggunakan SEM, diketahui bahwa semakin lama waktu *treatment* menggunakan Plasma DBD, ukuran pori yang didapatkan semakin kecil. Dari perbesaran 10.000X juga didapatkan bahwa terbentuknya *microbulges* pada permukaan pori. *Microbulges* inilah yang dimungkinkan memiliki pengaruh besar terhadap mengecil ukuran pori setelah mengalami *treatment* dengan variasi lama waktu yang diberikan. Pada hasil uji komposisi menggunakan EDX dapat diketahui bahwa, sebaran unsur pada permukaan biokeramik *scaffold* hidroksiapatit didominasi oleh unsur Ca dan P. Sedangkan prosentase berat dan atomiknya didominasi oleh unsur O. Selain itu untuk nilai kuat tekan didapatkan kesimpulan bahwa semakin lama waktu *treatment*, nilai kuat tekan akan semakin tinggi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih dan apresiasi kepada Laboratorium Fisika Material dan Laboratorium Plasma Universitas Brawijaya Malang atas waktunya selama penelitian berlangsung.

References

- [1] Djony Izzak, **Kegunaan Hidroksiapatit dalam Implan Tulang dan Gigi**, Surabaya, 2013
- [2] Descamps, **Synthesis of microporous β -tricalcium phosphate bioceramics**, France, 2008
- [3] Ratner, **Biomaterial science, second edition**, San Diego, 2004
- [4] Swain, **Processing of porous hydroxyapatite scaffold**, 2009
- [5] Fridman, **Plasma Chemistry**, 2008
- [6] M.Nur, **Plasma physic and application**, 2011
- [7] D.Lee, **Improvement of hydrophilicity of interconnected porous hydroxyapatite by dielectric barrier discharge plasma treatment**, 2011, 39(11)
- [8] S.H.Saleh, **Improvement in Mechanical properties and wear resistance of the nano composite PMMA/Hydroxyapatite-Zirconia (HA-ZrO₂) by atmospheric plasma**, 2018, 13(5)
- [9] Eliasson, **Ozone synthesis from oxygen in dielectric barrier discharges**, Switzerland, 1987
- [10] Callegari, **Pattern formation and dynamics of plasma filaments in dielectric barrier discharges**, Perancis, 2014