



## PEMBUATAN NANOPARTIKEL ABU TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DENGAN PEG-6000

Eva Marlina Ginting, Nurdin Bukit dan Dwi Ulfa Handayani

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan  
[dwiulfa887@gmail.com](mailto:dwiulfa887@gmail.com)

Diterima: April 2021. Disetujui: Mei 2021. Dipublikasikan: Juni 2021

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh PEG-6000 terhadap ukuran dan fasa yang terkandung dalam partikel abu tandan kosong kelapa sawit. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari sampai September 2020 di Laboratorium Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan. Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit di balmill selama 6 jam kemudian diayak menggunakan ayakan berukuran 200 mesh. Selanjutnya disintesis dengan HCl 2M dan NaOH 2,5M. Kemudian pencampuran abu tandan kosong kelapa sawit dengan PEG-6000 dilakukan dengan perbandingan (1:3), (1:4), (1:5) dan dikeringkan dalam oven selama 4 jam dengan suhu 70 . Masing-masing sampel yang sudah dikeringkan digerus kembali selama kurang lebih 2 jam sebelum dilakukan pengkarakterisasian dengan XRD dan SEM. Hasil analisis XRD dari pembuatan nanopartikel abu tandan kosong kelapa sawit dengan PEG-6000 dengan perbandingan (1:3), (1:4) dan (1:5) diperoleh ukuran berturut-turut yaitu (16,31) nm, (50,57) nm, (46,08) nm dan fasa tridimit. Adapun hasil SEM menunjukkan bahwa morfologi nanopartikel abu tandan kosong kelapa sawit dengan PEG-6000 pada sampel 1:3 terjadi penumpukan butiran partikel seperti membentuk partikel besar yang baru. Pada sampel 1:4 ukuran butir partikel terlihat menyebar dengan distribusi masih acak dan bercelah. Pada sampel 1:5 ukuran partikel didominasi oleh ukuran kecil dengan keseragaman ukuran butir yang rata-rata terlihat sama dengan distribusi yang masih acak tetapi sudah mulai rapat dan rongga antara butiran partikel tidak terlalu banyak.

**Kata Kunci:** Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit, PEG-6000, nanopartikel, XRD, SEM

### ABSTRACT

*This study aims to determine the effect of PEG-6000 on the size and phase contained in the ash particles of oil palm empty fruit bunches. This research was conducted from January to September 2020 at the Physics Laboratory of the Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Medan State University. Empty Palm Oil Bunches Ash in a balmill for 6 hours then sieved using a 200 mesh sieve. Then synthesized with 2M HCl and 2.5M NaOH. Then mixing the ash of oil palm empty fruit bunches with PEG-6000 was carried out in a ratio of (1:3), (1:4), (1:5) and dried in an oven for 4 hours at a temperature of 70 . Each dried sample was ground again for approximately 2 hours before being characterized by XRD and SEM. The results of XRD analysis of the manufacture of oil palm empty fruit bunch ash nanoparticles with PEG-6000 with a ratio of (1:3), (1:4) and (1:5) obtained sizes are (16,31) nm, (50, 57) nm, (46.08) nm and tridymite phase. The SEM results showed that the morphology of the ash nanoparticles of empty oil palm fruit bunches with PEG-6000*

*in the 1:3 sample resulted in the accumulation of particles such as forming new large particles. In the 1:4 sample, the particle size appears to be spread out with a random distribution and gaps. In the 1:5 sample, the particle size is dominated by small size with uniform grain size which on average looks the same with a random distribution but has started to become denser and the voids between the particle grains are not too many.*

**Keywords:** Oil Palm Empty Bunch Ash, PEG-6000, nanoparticles, XRD, SEM

## PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara penghasil sawit terbesar di dunia, dimana laju pertumbuhan areal perkebunan kelapa sawit terus meningkat yang ditandai dengan kenaikan produksi Crude Palm Oil (CPO). Hal ini menimbulkan dampak terhadap limbah dari produksi tersebut. Dalam proses pengolahan tandan buah segar (TBS) menjadi minyak kelapa sawit akan dihasilkan sisa produksi berupa limbah padat dan cair. Limbah pabrik kelapa sawit sangat melimpah. Saat ini diperkirakan jumlah limbah pabrik kelapa sawit (PKS) di Indonesia mencapai 28,7 juta ton limbah cair/tahun dan 15,2 juta ton limbah padat/tahun.

Tandan kosong kelapa sawit merupakan limbah berlignoselulosa yang belum dimanfaatkan secara optimal. Selama ini pemanfaatan tandan kosong hanya sebagai bahan bakar boiler, kompos dan juga sebagai pengeras jalan di perkebunan kelapa sawit. Tandan kelapa sawit merupakan salah satu limbah padat industri kelapa sawit. Tandan kosong sawit juga menghasilkan serat kuat sebagai bahan pengisi dalam produk serat berkaret, diantaranya jok mobil, matras dan papan komposit.

Bidang nanoteknologi merupakan salah satu bidang yang paling populer untuk penelitian saat ini karena partikel yang memiliki ukuran nano biasanya memiliki bahan kimia atau sifat fisik yang lebih unggul dari material berukuran besar (bulk) [4]. Nanopartikel adalah partikel mikroskopis dengan ukuran sekitar 1-100 nm. Penelitian di bidang nanopartikel menghasilkan sifat material yang unik yaitu material dengan skala nano memiliki sifat yang berbeda dari material asalnya. Pada penelitian ini digunakan Polietilen Glikol (PEG) 6000. PEG 6000 memiliki sifat yang stabil, mudah bercampur dengan komponen lain, tidak

bercampur dan tidak iritatif. 6000 menyatakan berat molekul dengan meningkatnya berat molekul dari PEG ini dapat meningkatkan tingkat kelarutannya dalam air. Dimana daya hambat terhadap pembentukan kristal stabil lebih tinggi, higroskopisnya yang lebih baik, suhu beku, berat jenis, suhu nyala, kekentalan dan tekanan uap juga lebih baik. Dalam hal ini PEG berfungsi sebagai template, dan juga pembungkus partikel sehingga tidak terbentuk agregat, hal ini dikarenakan PEG terjebak pada permukaan partikel dan menutupi ion positif partikel, dan pada akhirnya akan diperoleh hasil partikel dengan bentuk bulatan yang seragam sehingga tidak terjadi penggumpalan.

Dalam penelitian ini diharapkan mendapatkan hasil ukuran nanopartikel yang lebih baik dari sebelumnya yang dilakukan Saragih (2018), yang meneliti ATKKS dengan bahan pengganti Carbon Black memperoleh hasil ukuran nanopartikel ATKKS sebesar 68,63 nm.

Berdasarkan penjelasan diatas, peneliti akan melakukan penelitian yang berjudul "Pembuatan Nanopartikel Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan PEG-6000".

## METODE PENELITIAN

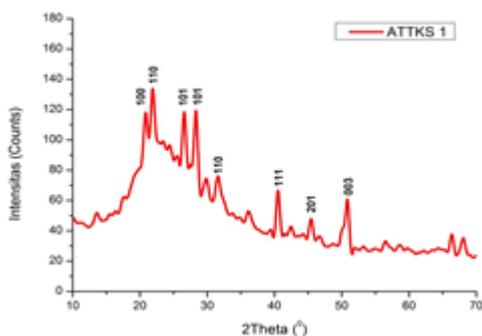
Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit (ATKKS) digiling dengan menggunakan alat penggiling ballmill selama 1 jam kemudian diayak dengan ukuran 200 mesh. Setelah diayak, Nanopartikel ATKKS kemudian ditimbang sebanyak 20 gr dan dilarutkan dengan HCl 2M sebanyak 40 ml. Sebelum penambahan PEG-6000 terlebih dahulu dilelehkan pada suhu 70° C selama 15 menit hingga mencair seluruhnya, kemudian penambahan PEG-6000 dilakukan dengan perbandingan volume larutan sebesar 1:3, 1:4, 1:5. Penambahan PEG-6000 dilakukan sebelum penambahan larutan NaOH sehingga

proses pengendapan nanopartikel ATKKS terjadi dalam pengaruh penambahan PEG-6000, pengadukan dilakukan menggunakan magnetic stirrer selama 40 menit pada suhu 70° C. Hasil larutan disaring kemudian dicuci menggunakan aquades sebanyak kurang lebih tiga kali. Kemudian hasil endapan dikeringkan dalam oven selama 4 jam pada suhu 70° C setelah kering kemudian dikarakterisasi dengan XRD (X-Ray Diffraction) dengan tipe Jeol-3530 Shimadzu dengan panjang gelombang Cu-Kal = 1,540560 Å = 0,154056 nm dan SEM (Scanning Electron Microscopy) dengan tipe Zeiss Evo MA 10. Penelitian dilakukan di Laboratorium Fisika Universitas Negeri Medan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengujian *X-Ray Diffraction* (XRD)

Data yang diperoleh dari sampel 1 (1:3)

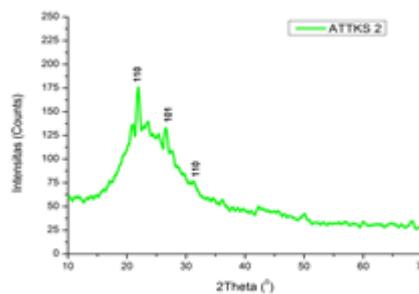


**Gambar 1.** Pola Hasil XRD ATKKS dengan PEG-6000 (1:3)

Dari data yang dihasilkan, diperoleh adanya puncak tertinggi yaitu pada  $2\theta = 22,60^\circ$  dengan jarak 3,9312 Å.

Hasil pola difraksi sinar-X ATKKS dengan PEG-6000 (1:3) memiliki fasa tridimit ( $\text{SiO}_2$ ) yang memiliki indeks miller [110] dengan parameter kisi  $a \neq b \neq c$  dengan nilai  $a = 9,9320 \text{ \AA}$ ;  $b = 17,2160 \text{ \AA}$ ;  $c = 81,8640 \text{ \AA}$  sistem kristal triklinik dan memiliki massa jenis 2,281 g/cm<sup>3</sup>. Ukuran partikel ATKKS dengan PEG-6000 (1:3) yang diperoleh dari XRD menggunakan metode Debye Scherrer adalah 16,32 nm.

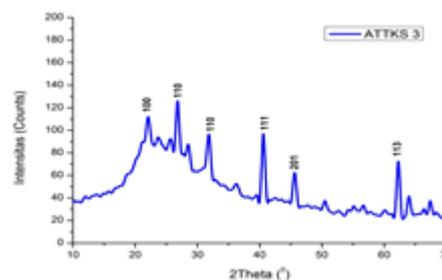
Data yang diperoleh dari sampel 2 (1:4)



**Gambar 2.** Pola Hasil XRD ATKKS dengan PEG-6000 (1:4)

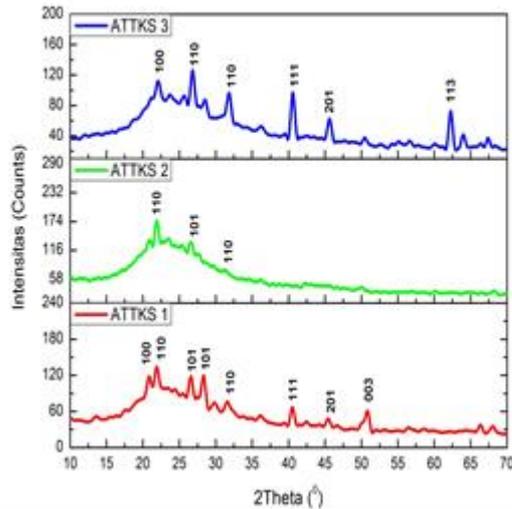
Dari data yang dihasilkan, diperoleh adanya puncak tertinggi yaitu pada sudut  $2\theta = 23,03^\circ$  dengan jarak 3,8587 Å. Hasil pola difraksi sinar-X ATKKS dengan PEG-6000 (1:4) memiliki fasa tridimit ( $\text{SiO}_2$ ) dengan parameter kisi  $a \neq b \neq c$  dengan nilai  $a = 4,1154 \text{ \AA}$ ;  $b = 4,4201 \text{ \AA}$ ;  $c = 15,5724 \text{ \AA}$  sistem kristal orthorhombic dan memiliki massa jenis 2,818 g/cm<sup>3</sup>. Ukuran partikel ATKKS dengan PEG-6000 (1:4) yang diperoleh dari XRD menggunakan metode Debye Scherrer adalah 50,57 nm.

Data yang diperoleh dari sampel 3 (1:5)



**Gambar 3.** Pola Hasil XRD ATKKS dengan PEG-6000 (1:5)

Dari data yang dihasilkan, diperoleh adanya puncak tertinggi yaitu pada sudut  $2\theta = 22,54^\circ$  dengan jarak 3,9418 Å. Hasil pola difraksi sinar-X ATKKS dengan PEG-6000 (1:5) memiliki fasa tridimit ( $\text{SiO}_2$ ) dengan parameter kisi  $a \neq b \neq c$  dengan nilai  $a = 9,9320 \text{ \AA}$ ;  $b = 17,2160 \text{ \AA}$  dan  $c = 81,8640 \text{ \AA}$  sistem kristal triklinik dengan massa jenis 2,281 g/cm<sup>3</sup>. Ukuran partikel ATKKS dengan PEG-6000 (1:5) yang diperoleh dari XRD menggunakan metode Debye Scherrer adalah 46,08 nm.



**Gambar 4.** Pola Hasil XRD ATKKS dengan PEG-6000

Hasil analisis XRD sampel ATKKS dengan PEG-6000 menunjukkan bahwa adanya puncak maksimum ATKKS terdapat fasa SiO<sub>2</sub> (tridimit) dengan dhkl (110). Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yaitu pada dhkl (110) menunjukkan fasa tridimit sesuai dengan penelitian dan dhkl (110) merupakan fasa kristobalit [6]. Setelah diolah dengan match! hasil analisa ATKKS dengan PEG-6000 memiliki struktur kristal pada sampel 1:3 dan 1:5 triklinik dan sampel 1:4 orthorhombic.

**Tabel 1.** Ukuran Partikel pada masing-masing sampel

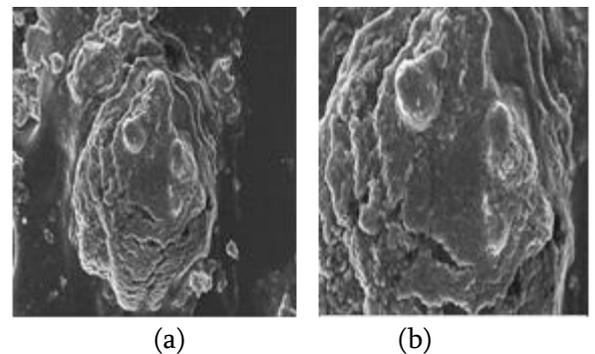
Sampel	Ukuran Partikel (nm)
Sampel 1 (1:3)	16,31 nm
Sampel 2 (1:4)	50,57 nm
Sampel 3 (1:5)	46,08 nm

Estimasi ukuran partikel di atas menunjukkan hasil yang tidak linier pada sampel satu dengan sampel yang lainnya. Hal ini dikarenakan terjadi aglomerasi pada partikel sampel ATKKS dengan PEG-6000 1:4 dan 1:5 yang menghasilkan ukuran partikel yang cenderung besar dan mengandung lebih banyak zat asing. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Nursa, dkk (2016) tentang Pengaruh Polietilen Glikol (PEG) terhadap ukuran partikel Magnetit (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) yang disintesis menggunakan metode kopresipitasi memperoleh hasil bahwa pola difraksi Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>

dengan penambahan PEG-6000 didapatkan ukuran kristal terkecil daripada penambahan PEG-1000 (19,32 nm), PEG-2000 (19,37), dan PEG-4000 (21,35). Ukuran yang kemudian lebih baik digunakan sebagai bahan pengisi adalah ukuran terkecil. Ukuran yang didapat tidak bisa disimpulkan, apakah semakin besar atau sedikit penambahan PEG-6000 akan mendapatkan ukuran yang lebih kecil. Hal ini disebabkan karena PEG yang ditambahkan harus mempunyai perbandingan yang tepat agar bekerja sesuai dengan fungsinya. Misalnya agar PEG 2000 berfungsi sebagaimana mestinya maka sekitar 200% PEG 2000 ditambahkan pada bahan yang akan disintesis [7].

Dalam penelitian ini, PEG berfungsi lebih baik pada perbandingan 1:3 yang artinya penambahan PEG-6000 pada nanopartikel ATKKS menghasilkan ukuran partikel lebih kecil sesuai yang diharapkan dan bekerja lebih optimal atau sebagaimana mestinya pada sampel 1.

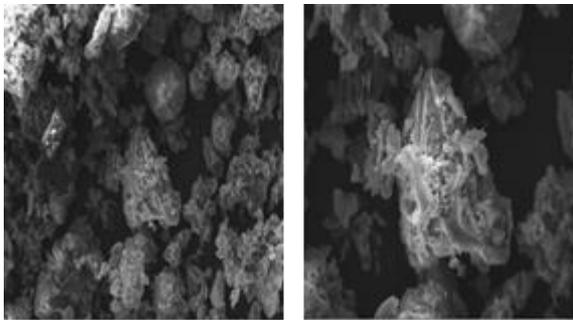
**Hasil Pengujian *Scanning Electron Microscopy* (SEM)**



**Gambar 5.** Hasil Karakterisasi SEM ATKKS dan PEG-6000 (1:3) perbesaran (a) 500x, (b) 1000x

Gambar 5a dan 5b dengan perbesaran 500X dan 1000X permukaan partikel dengan sedikit pori dan sangat rapat dan terjadinya penumpukan butiran partikel hingga membentuk gumpalan besar yang menyerupai partikel baru yang lebih besar. Pada perbesaran 500X ukuran yang dihasilkan nanopartikelnya 20 µm yang artinya jarak antara titik satu dan titik dua 2 mikron. Dan perbesaran 1000X ukuran partikel 10 µm yang artinya jarak antara titik pertama dan kedua 1

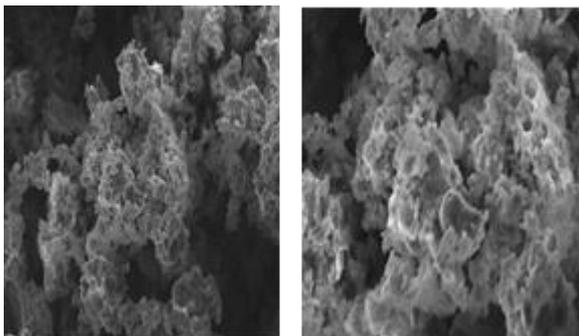
mikron. Pada gambar terlihat bentuk morfologi terlihat jelas pada perbesaran 1000X dibandingkan dengan perbesaran 500X. Meskipun ukuran yang dihasilkan lebih kecil.



(a) (b)

**Gambar 6.** Hasil Karakterisasi SEM ATKKS dan PEG-6000 (1:4) perbesaran (a) 1000x, (b) 2000x

Pada ATKKS dengan PEG-6000 pada perbandingan 1:4, dengan perbesaran 1000X dan 2000X terlihat menyebar dibanding sampel sebelumnya, dengan distribusi masih acak dan bercehah. Butiran partikel menunjukkan sebaran bentuk butiran yang tidak beraturan (irregular) dan terjadi juga gumpalan-gumpalan partikel. Bentuk kristal/partikel yang tidak beraturan disebabkan karena proses nukleasi yang terjadi bersifat heterogen akibat keberadaan partikel asing [8]. Sehingga itu rongga antara butiran pada sampel ini relatif lebar sehingga menyebabkan ikatan antara partikel/kristal menjadi tidak kuat sehingga mudah rapuh. Pada perbesaran 1000X dan 2000X diperoleh ukuran morfologi yang sama yaitu 10  $\mu\text{m}$  yang artinya jarak antara titik pertama dan kedua berukuran 1 mikron. Pada perbesaran 2000X, struktur morfologi dari nanopartikel tampak terlihat lebih jelas.



(a) (b)

**Gambar 7.** Hasil Karakterisasi SEM ATKKS dan PEG-6000 (1:5) perbesaran (a) 1000x, (b) 2000x

Pada ATKKS dengan PEG-6000 pada perbandingan 1:5 dengan perbesaran 1000X dan 2000X terlihat ukuran partikel didominasi oleh ukuran kecil dengan keseragaman ukuran butir pada sampel sangat baik dan distribusi ukuran relatif merata dengan ukuran butiran yang rata-rata terlihat sama dibandingkan sampel sebelumnya. Terlihat distribusi yang masih acak tetapi sudah mulai rapat. Dan rongga antara butiran tidak terlalu banyak seperti pada sampel sebelumnya. Pada perbesaran 1000X diperoleh ukuran morfologi nanopartikel 10  $\mu\text{m}$  yang artinya jarak antara titik pertama dan kedua 1 mikron. Kemudian diperjelas lagi pada perbesaran 2000X terlihat bentuk morfologinya dengan ukuran 20  $\mu\text{m}$  artinya jarak antara titik pertama dan kedua 2 mikron. Dari kedua perbesaran 1000X dan 2000X, bentuk morfologi lebih jelas pada perbesaran 2000X dibandingkan perbesaran 1000X.

Penambahan PEG-6000 pada penelitian [9] memperoleh hasil bahwa struktur permukaan yang lebih besar teratur dan membentuk partikel-partikel kecil yang berbentuk lonjong dimana terjadinya aglomerasi yang membuat partikel tampak seperti bertumpuk-tumpuk.

Sedangkan hasil penelitian ini dapat dilihat bahwa penambahan morfologi nanopartikel ATKKS dengan penambahan PEG-6000 lebih kecil pada perbandingan 1:3 dan lebih merata pada perbandingan 1:5.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa dengan penambahan PEG-6000 pada ATKKS, menghasilkan ukuran partikel yang bervariasi yaitu 16,31 nm pada perbandingan (1:3); 50,57 nm pada perbandingan (1:4) dan 46,08 nm pada perbandingan (1:5). Pengaruh penambahan PEG-6000 terhadap ukuran partikel ATKKS lebih optimal terjadi pada penambahan PEG-6000 dengan perbandingan (1:3) memiliki ukuran partikel lebih kecil

dibanding perbandingan (1:4) dan (1:5). Dari pengujian XRD yang dilakukan tidak terjadi perubahan fasa tetapi perbedaan struktur kristal dimana dengan perbandingan (1:3) dan (1:5) menghasilkan struktur kristal triklinik dan perbandingan (1:4) menghasilkan struktur kristal orthorhombic. Hasil morfologi ATKKS dengan PEG-6000 terlihat bahwa struktur permukaan yang berbeda-beda antara satu sampel dengan yang lainnya. Dimana pada sampel 1:3 terjadi penumpukan butiran partikel seperti membentuk partikel besar yang baru. Pada sampel 1:4 distribusi butiran partikel tampak menyebar dan masih acak dan bercehal. Pada sampel 1:5 butiran partikel terlihat menyebar dengan distribusi yang masih acak tetapi sudah rapat.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, K.. & Mawardi. (2012). Penggunaan Abu Cangkang Kosong Kelapa Sawit Sebagai Pengganti Pada Sebagian Semen Untuk Menambah Kekuatan Tekan Mortar. *Jurnal Inersia Teknik Sipil*, 4(2): 33-34.
- Fuadi, A. M. & Pranoto, H. (2016). Pemanfaatan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Bahan Baku Pembuatan Glukosa. *Jurnal Chemica*, 3(1): 1-5.
- Aulia, F. Morpongahtun. & Gea, S. (2013). Studi Penyediaan Nanokristal Selulosa Dari Tandan Kosong Sawit (TKS). *Jurnal Sainia Kimia*, 1(2): 1.
- Bukit, N. Frida, E. Simamora, P. & Sinaga, T. (2015). Synthesis Of Nanoparticles Of Iron Sand Coprecipitation Method With Polyethylene Glycol 6000. *Chemistry and Material Research*, 7(7): 110-115.
- Wahyuni, R. Halim, A. & Febronica, S. (2014). Studi Sistem Dispersi Padat Karbamazepin Menggunakan Campuran Polimer Peg 6000 dan HPMC dengan Metoda Pelarutan. "Perkembangan Terkini Sains Farmasi dan Klinik IV" tahun 2014. 2014: 233-240.
- Gorji, B. Ghasri, M.R.A. Fazaeli, R. & Niksirat, N. (2012), Synthesis and Characterizations of Silica Nanoparticles by a New Sol-Gel Method. *Journal of Applied Chemical Research*, 6(3): 22-26.
- Balkis, R. Dan Setyawan, H. (2009). *Jurnal Nanosains dan Nanoteknologi*, Hal 13-18.
- Mullin, J.W. (2001). *Crystallization 4th edition*. Butterworth-Heinemann, Oxford.
- Saragih, T. (2018). Pembuatan dan Karakterisasi Nanopartikel Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit (ATKKS) dan Carbon Black sebagai bahan pengisi Kompon Karet dengan Metode Kopresipitasi. Skripsi, FMIPA, UNIMED, Medan