

SINTESIS DAN KARAKTERISASI LAPISAN TIPIS ZNO/ASAM STEARAT SEBAGAI MATERIAL SELF CLEANING

Adona Sahurni, Frastica Deswardani*, M. Ficky Afrianto, Nurhidayah

Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi, Jl. Kapt Pattimura, Jambi, 36361, Indonesia

*email: frastica.deswardani@unja.ac.id

ABSTRAK

Telah dilaksanakan penelitian tentang lapisan tipis ZnO/asam stearat sebagai material self cleaning. Penelitian diawali dengan proses pembuatan sol ZnO dengan metode sol gel menggunakan bahan zink asetat, etanol dan dietanolamin yang kemudian di lakukan penumbuhan lapisan tipis diatas substrat kaca menggunakan teknik dip coating, diikuti dengan modifikasi permukaan oleh asam stearate dengan berbagai konsentrasi yaitu 0%, 1%, 1,5%, 2%, 2,5% dalam etanol. Sampel yang telah dibuat dilakukan pengujian sudut kontak dan self cleaning, serta dikarakterisasi menggunakan SEM-EDX. Berdasarkan penelitian hasil uji sudut kontak sampel ZS-0% dan ZS-1% menghasilkan sudut kontak < 90o yang berarti memiliki sifat hidrofilik, sedangkan pada sampel ZS-1,5%, ZS-2%, dan ZS-2,5% menghasilkan sudut kontak > 90o yang berarti memiliki sifat hidrofobik. Dimana Pada penelitian ini asam stearat dengan konsentrasi 2% merupakan konsentrasi optimum dengan sudut kontak sebesar 128,969o, ini menunjukkan bahwa ZS-2% memiliki sifat self-cleaning yang baik dibandingkan kaca murni. Berdasarkan hasil SEM-EDX didapatkan morfologi permukaan substrat pada sampel ZS-2% lebih kasar dibandingkan dengan substrat pada sampel ZS-0%. Hasil EDX pada sampel ZS-0% menunjukkan adanya unsur Zinc(Zn), dan oksigen(O), sedangkan pada sampel ZS-2% menunjukkan adanya unsur Zinc(Zn), karbon(C), dan oksigen(O).

Kata Kunci: Pembersih diri; Zink oksida; Asam stearat; Lapisan tipis, Hidrofobik

ABSTRACT

[**Titel: Synthesis And Characterization Of Thin Layers Of Zno/Stearic Acid As Self Cleaning Material**] Research has been carried out on a thin layer of ZnO/stearic acid as a self-cleaning material. The study began with the process of making ZnO sol with the sol gel method using zinc acetate, ethanol and diethanolamine which was then grown a thin layer on a glass substrate using a dip coating technique, followed by surface modification by stearic acid with various concentrations of 0%, 1% , 1.5%, 2%, 2.5% in ethanol. Samples that have been made are tested for contact angle and self cleaning, and are characterized using SEM-EDX. Based on the research, the results of the contact angle test of the ZS-0% and ZS-1% samples produced a contact angle of < 90o which means they have hydrophilic properties, while the samples ZS-1.5%, ZS-2%, and ZS-2.5% produced contact angle > 90o which means it has hydrophobic properties. Where in this study stearic acid with a concentration of 2% is the optimum concentration with a contact angle of 128.969o, this indicates that ZS-2% has good self-cleaning properties compared to pure glass. Based on the results of SEM-EDX, the surface morphology of the substrate in the ZS-2% sample is rougher than the substrate in the ZS-0% sample. The EDX results in the ZS-0% sample indicated the presence of elements of Zinc(Zn), and oxygen(O), while the ZS-2% sample indicated the presence of elements of Zinc(Zn), carbon(C), and oxygen(O).

Keywords: Self cleaning; Zinc oxide; Stearic acid; Thin layer; Hydrophobic

PENDAHULUAN

Pembangunan didunia mengalami perkembangan yang semakin pesat. Salah satunya adalah banyak bangunan yang menggunakan bahan kaca guna memanfaatkan cahaya matahari sebagai pencahayaan alami. Penggunaan kaca yang selalu bersentuhan langsung dengan kondisi luar seperti itu harus diperhatikan juga kebersihannya dari air, atau debu yang menempel. Untuk mengatasi masalah tersebut maka diperlukan pelapis kaca yang memiliki kemampuan self cleaning. Self cleaning merupakan kemampuan membersihkan dirinya sendiri pada

suatu permukaan dengan memanfaatkan efek fotokatalitik maupun efek lotus yang dihasilkan senyawa senyawa kimia tertentu. Material self cleaning memiliki dua sifat yaitu superhidrofobik dan superhidrofilik. Teknologi self cleaning memerlukan material yang memiliki sifat fotokatalitik dan sifat hidrofobik.

Beberapa material yang dapat dimanfaatkan sebagai self cleaning yaitu TiO₂, ZnO, Al₂O₃, dan Fe₂O₃. Saat ini material ZnO lebih dipilih karena memiliki banyak kelebihan dibandingkan material lainnya karena memiliki beberapa kelebihan seperti

struktur kimia yang stabil, tidak beracun, serta ketersediaan di alam yang sangat melimpah dan harganya yang murah. ZnO merupakan fotokatalis yang memiliki sifat hidrofobik dan hidrofilik.

Telah dilakukan penelitian terdahulu tentang kaca yang dilapisi dengan sol ZnO. Dimana hasil penelitiannya menunjukkan sudut kontak paling optimum yaitu 105,50 dimana hal tersebut dapat dikatakan bahwa ZnO bersifat hidrofobik dan dapat dijadikan sebagai material *self cleaning*. Namun untuk menghasilkan material yang superhidrofobik perlu modifikasi kimia pada permukaan dengan penambahan reagen hidrofobik atau polimer hidrofobik. Ada banyak senyawa modifikasi yang digunakan pada proses pembuatan kaca superhidrofobik salah satunya asam stearate. Berdasarkan penelitian sebelumnya lapisan TiO₂ yang dimodifikasi dengan asam stearate dapat meningkatkan sifat hidrofobik suatu material sehingga dapat dijadikan material *self cleaning* yang baik.

Pada penelitian ini akan dibuat lapisan tipis sebagai material *self cleaning* dari lapisan nanopartikel ZnO yang dimodifikasi dengan asam stearate yang dilapisi pada permukaan kaca. Kaca yang terlapisi ZnO dan asam stearate akan disintesis dengan metode sol gel dan teknik dip coating, dengan variasi konsentrasi asam stearat 0%, 1%, 1,5%, 2%, dan 2,5% yang akan direndam dalam etanol. Lapisan tipis dari material ZnO/Asam stearat akan dikarakterisasi menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM), serta dilakukan Uji sudut kontak dan uji *self cleaning*.

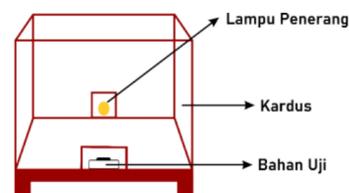
METODE

Penelitian diawali dengan proses sintesis lapisan tipis ZnO menggunakan metode sol gel. Sol ZnO dibuat dengan menggunakan bahan zink acetat ($Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$) sebanyak 5,72 gram yang dilarutkan dengan 50 mL etanol yang kemudian diaduk selama 5 menit pada suhu 70°C dengan magnetic stirrer. Kemudian campuran 0,26 mL aquades, 1,58 mL dietanolamin dan 5 mL etanol ditambahkan tetes demi tetes kedalam prekursor sambil terus diaduk. Setelah itu, larutannya terus diaduk selama 2 jam dibiarkan pada kondisi ambien selama 24 jam untuk menghasilkan sol ZnO transparan.

Kemudian dilakukan pendeposisi lapisan ZnO/Asam stearate dengan membersihkan substrat kaca terlebih dahulu kemudian dicelupkan kedalam larutan prekursor ZnO dengan menggunakan alat dip coating selama 30 detik, kemudian dikeringkan pada suhu 90°C selama 5

menit menggunakan oven. Proses pencelupan dan pengeringan dilakukan sebanyak 5 kali. Substrat kaca yang telah dilapisi dengan ZnO kemudian dipanaskan dalam furnace pada suhu 600°C selama 2 jam. Kemudian ZnO yang telah dikeringkan direndam dalam asam stearat selama 6 jam dengan variasi konsentrasi 0%, 1%, 1,5%, 2%, dan 2,5% dalam etanol. Selanjutnya, substrat kaca yang telah dimodifikasi dibilas dengan etanol dan dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 2 jam.

Lapisan tipis yang telah diperoleh diuji sudut kontak dengan meneteskan air ke atas permukaan substrat kaca hasil modifikasi lapisan tipis ZnO/asam stearate. Pengujian sudut kontak dilakukan dengan pengambilan gambar menggunakan kamera DSLR pada bulir air yang terbentuk. Berikut rangkaian untuk melakukan pengambilan gambar menggunakan kamera DCSL.



Gambar 1. Rangkaian alat uji sudut kontak

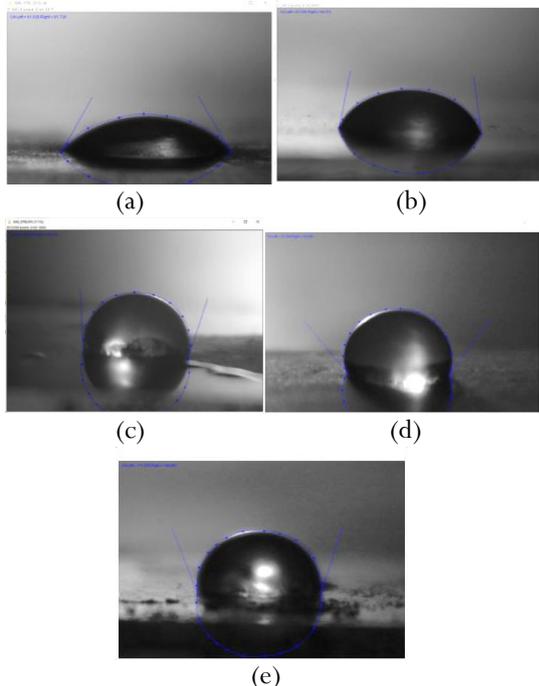
Kedua kardus dilubangi antara depan dan belakang, lalu lubang kardus dibagian belakang diberi tisu untuk menghalangi cahaya langsung ke sampel. Kamera, sample, dan lampu ditempatkan sejajar untuk mendapatkan hasil foto sudut kontak. Pengambilan gambar dilakukan dari arah depan agar diperoleh gambar cairan 2 dimensi dan diambil 1 menit setelah meneteskan air pada kaca. Gambar yang didapatkan dari pemotretan kemudian diukur dengan menggunakan *Software ImageJ* untuk mengukur sudut kontak air pada permukaan kaca.

Setelah melakukan pengujian sudut kontak maka dilakukan pengujian sifat *self-cleaning* dengan cara memberikan pengotor atau noda berupa pewarna dari kunyit di atas permukaan kaca tanpa lapisan apapun (blanko) dan permukaan kaca yang telah dilapisi ZnO/Asam stearat. Kemudian air diteteskan diatas permukaan material substrat tersebut dan selanjutnya dilihat bagaimana kemampuan self-cleaningnya. Dari hasil penelitian sudut kontak tertinggi dan sudut kontak terendah akan dilakukan karakterisasi menggunakan SEM-EDX untuk membandingkan struktur morfologi permukaan lapisan tipis ZnO/asam stearate dan mengetahui unsur yang terkandung dalam sampel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lapisan tipis ZnO hasil modifikasi dengan asam stearat ($C_{18}H_{36}O_2$) dengan variasi konsentrasi 0%, 1%, 1.5%, 2%, dan 2.5% dalam etanol, yang disingkat ZS-0%, ZS-1%, ZS-1,5%, ZS-2% dan ZS-2,5% menghasilkan lapisan yang berwarna putih bening yang transparan serta merata pada permukaan substrat. Hasil modifikasi ZnO dengan asam stearate jika dilihat dengan kasat mata permukaan lapisan tipis terdapat banyak bintik-bintik yang membuat setiap partikel memiliki kekasaran tinggi. Bintik-bintik tersebut merupakan partikel ZnO/Asam stearate. Asam stearat yang digunakan sebagai modifikasi sifat kimia pada lapisan tipis ZnO meningkatkan hidrofobisitas permukaan kaca yang ditandai dengan permukaan yang kasar. Kaca yang telah dimodifikasi kemudian dilakukan uji sudut kontak air untuk mengetahui sifat hidrofobiknya.

Uji tetes dilakukan dengan cara meletakkan kaca pada alas dengan pencahayaan yang minim dengan posisi horizontal. Sampel kaca yang sudah setimbang posisinya kemudian ditetesi air ke permukaan kaca sebanyak 1 tetes dengan ketinggian ± 1 cm. Hasil uji tetes yang dihasilkan kemudian difoto dengan menggunakan kamera DSLR. Hasil pengukuran sudut kontak disajikan pada Gambar 2.



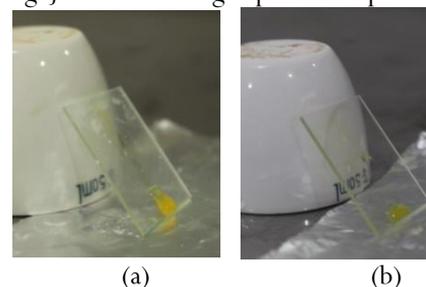
Gambar 2. Hasil Pengukuran sudut kontak (a) ZS-0% (b) ZS-1% (c) ZS-1,5% (d) ZS-2% dan (e) ZS-2,5%

Gambar 2 menunjukkan bahwa pada kaca yang hanya terlapis ZnO memiliki sudut kontak terendah yaitu $61,124^\circ$. Kaca berlapis ZnO dengan

modifikasi asam stearat menghasilkan peningkatan hidrofobisitas, hal ini dapat dilihat dari hasil pengukuran sudut kontak, dimana pada ZS-1% menghasilkan sudut kontak $81,854^\circ$, ZS-1,5% $100,573^\circ$, ZS-2% $131,369^\circ$, dan ZS-2,5% $110,0675^\circ$. Pada penelitian ini asam stearat dengan konsentrasi 2% merupakan konsentrasi optimum. Perubahan dari permukaan hidrofilik menjadi permukaan hidrofobik disebabkan oleh kombinasi ZnO yang berperan sebagai surfaktan dan peningkatan kekasaran oleh modifikasi asam stearate.

Sudut kontak air dipengaruhi oleh adanya tegangan permukaan. Sudut kontak air pada permukaan terjadi karena gaya kohesi dan gaya adhesi antara molekul air dan molekul yang bersentuhan dengan permukaan. Tetesan air cenderung tertarik menjadi bentuk bola oleh adanya gaya antar molekul tersebut. Bentuk bola merupakan geometri yang paling stabil dan dapat meminimalkan tegangan permukaan yang diperlukan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Wenzel serta Cassie dan Baxter yang menyatakan bahwa kekasaran permukaan dan tegangan permukaan dapat mempengaruhi sudut kontak air terhadap permukaan.

Pengujian self cleaning dilakukan dengan penetesan air diatas permukaan kaca yang telah ditetesi pengotor sehingga akan muncul perbedaan antar dua sampel tersebut yang menentukan kemampuan self cleaningnya. Pengotor yang digunakan yaitu pengotor organik berupa noda perasan kunyit yang ditetaskan pada permukaan kaca tanpa lapisan apapun (blanko) dan permukaan kaca yang telah dilapisi ZnO/asam stearat. Hasil pengujian self cleaning dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 3. Uji *self cleaning* (a) ZS-2% dan (b) Kaca sebelum pelapisan

Berdasarkan Gambar 3(a) dapat dilihat bahwa ketika suatu air di teteskan di atas kaca yang telah di modifikasi maka air akan membentuk buliran pada permukaan kaca, sehingga air dan kotoran mudah untuk menggelinding jatuh kebawah. Sedangkan berdasarkan Gambar 3(b) pada kaca tanpa adanya modifikasi ketika air di teteskan di

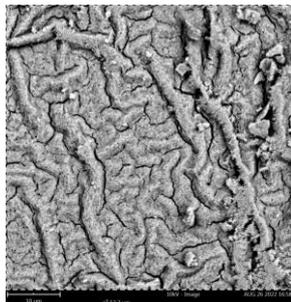
atas kaca air menyebar dan tidak terlalu membentuk bulat pada permukaan kaca. Hasil ini menunjukkan bahwa kaca yang telah di modifikasi dengan ZnO/Asam stearate lebih berpotensi untuk aplikasi material *self-cleaning* yang mampu membersihkan pengotor dari permukaan kaca dibandingkan dengan kaca murni.

Tabel 1. Nilai sudut kontak lapisan tipis ZnO/Asam Stearat

Persentase lapisan tipis ZnO/Asam stearate	Sudut Kontak		Hasil Perhitungan
	θ^0	θ^0	
	Kiri	Kanan	
ZS-0%	61,528	61,720	61,124
ZS-1%	83,336	80,372	81,854
ZS-1,5%	95,978	105,169	100,573
ZS-2%	133,769	128,969	131,369
ZS-2,5%	111,638	108,497	110,0675

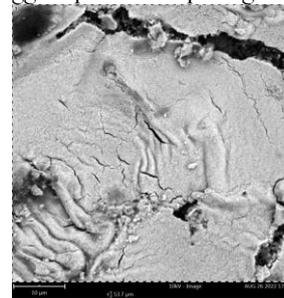
Pada Tabel 1. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini menunjukkan bahwa lapisan tipis ZnO/Asam stearate dengan persentase 0%, 1%, 1,5%, 2%, dan 2,5% merupakan material yang mampu menself-cleaning dengan baik. hal ini terlihat dari hasil uji lima sampel diatas yaitu pada sampel ZS-0% dan ZS-1% menghasilkan sudut kontak $<90^0$ yang berarti memiliki sifat hidrofilik, sedangkan pada sampel ZS-1,5%, ZS-2%, dan ZS-2,5% menghasilkan sudut kontak $>90^0$ yang berarti memiliki sifat *hidrofobik*. Konsentrasi asam stearate mempengaruhi besar kecilnya sifat *hidrofobik* karena semakin tinggi konsentrasi asam stearate maka sifat hidrofobik pada permukaan kaca juga cenderung meningkat.

Sampel yang dikarakterisasi menggunakan SEM pada penelitian ini adalah Lapisan tipis ZS-0% dan ZS-2%. Karakterisasi dengan SEM (*Scanning Electron Microscopy*) bertujuan untuk mengetahui morfologi permukaan dari ZnO/Asam stearat yang dibuat. Struktur morfologi ZS-0% dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Struktur Morfologi Permukaan Lapisan Tipis ZS-0%

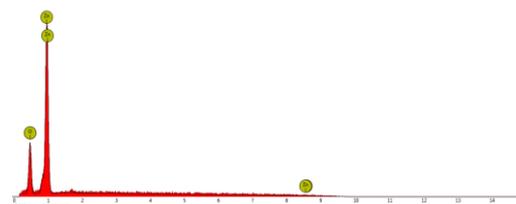
Gambar 4 merupakan gambar citra hasil pengujian SEM yang memperlihatkan keadaan permukaan dari lapisan tipis hanya terlapis ZnO (ZS-0%) dengan perbesaran 5.000x. Berdasarkan gambar tersebut dapat terlihat bahwa permukaan lapisan terlihat kasar serta permukaan lapisan belum terdeposisi secara merata yang ditandai dengan adanya garis-garis terlihat jelas pada permukaan lapisan serta pada permukaan lapisan tampak adanya keretakan (*crack*) hal ini mungkin terjadi karena suhu pemanasan yang tinggi. Sedangkan Struktur morfologi Lapisan tipis ZS-2% yang memiliki sudut kontak tertinggi dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Struktur Morfologi Permukaan Lapisan Tipis ZS-2%

Berdasarkan Gambar 4. Dan Gambar 5. dapat dilihat bahwa Struktur Morfologi Permukaan Lapisan Tipis ZS-2% terlihat lebih kasar dibandingkan Struktur Morfologi Permukaan Lapisan Tipis ZS-0%. Hal ini terjadi karena adanya efek dari asam stearat yang menyebabkan meningkatnya kekasaran permukaan. Semakin kasar suatu permukaan maka akan meningkatkan hidrofobisitas permukaan.

Komposisi unsur kimia yang terdapat pada lapisan tipis ZnO/asam stearat dapat diketahui dengan menggunakan EDX. Hasil karakterisasi EDX pada sampel yang hanya dilapisi ZnO (ZS-0%) dapat dilihat pada Gambar 6.

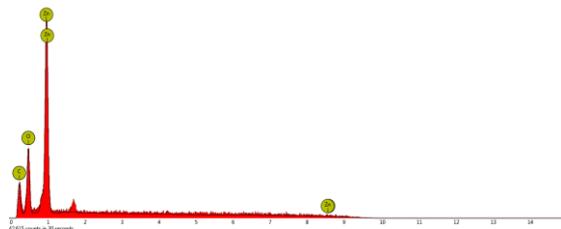


Gambar 6. Grafik hasil karakterisasi menggunakan EDX pada sampel ZS-0%

Tabel 2. Unsur yang terkandung di dalam sampel ZS-0%

Element Number	Element Symbol	Element Name	Confidence	Concentration	Error
30	Zn	Zinc	50.0	43.6	0.9
8	O	Oxygen	100.0	56.4	1.8

Berdasarkan uji EDX pada Gambar 6 dan Tabel 2 dapat dilihat bahwa unsur yang terkandung di dalam lapisan tipis ZS-0% dengan perbesaran 5000x yaitu Zn dan O, dimana unsur yang memiliki nilai puncak tertinggi dalam lapisan tipis ZS-0% adalah Zinc (Zn). Gambar 6 membuktikan bahwa pada permukaan sampel terdapat lapisan ZnO. Hal ini menunjukkan bahwa pada lapisan tipis yang terbentuk pada permukaan substrat tidak terdapat pengotor.



Gambar 6. Grafik hasil karakterisasi menggunakan EDX pada sampel ZS-2%

Tabel 3. Unsur yang terkandung di dalam sampel ZS-2%

Element Number	Element Symbol	Element Name	Confidence	Concentration	Error
30	Zn	Zinc	50.0	36.7	1.1
8	O	Oxygen	100.0	54.1	2.1
6	C	Carbon	100.0	9.2	3.3

Lapisan tipis ZS-2% merupakan lapisan tipis ZnO yang dimodifikasi dengan asam stearat dengan konsentrasi 2%, berdasarkan Gambar 6 dan Tabel 3 unsur yang terkandung yaitu Zn, O, dan C. Dimana unsur yang memiliki nilai puncak tertinggi dalam lapisan tipis ZS-2% adalah Zinc (Zn) dengan konsentrasi 36,7. Unsur carbon (C) pada sampel dihasilkan dari modifikasi asam stearat, dimana asam stearat memiliki senyawa $C_{18}H_{36}O_2$. Hasil pengujian SEM-EDX memperlihatkan adanya asam stearat yang terlapis pada permukaan substrat kaca.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pendeposisian lapisan tipis ZnO/asam stearat dengan menggunakan teknik *dip coating* menghasilkan lapisan yang berwarna putih bening serta merata pada permukaan substrat. Dimana semakin tinggi konsentrasi asam stearat maka sudut kontak cenderung semakin meningkat. Pada penelitian ini asam stearat dengan konsentrasi 2% merupakan konsentrasi optimum. Hasil ini menunjukkan bahwa ZS-2% memiliki sifat self-cleaning yang baik dibandingkan kaca murni. Karakterisasi dengan menggunakan SEM didapatkan permukaan substrat pada sampel ZS-2% lebih kasar dibandingkan dengan substrat pada sampel ZS-0%.

Hasil EDX pada sampel ZS-0% menunjukkan adanya unsur Zinc(Zn), dan oksigen(O), dan pada sampel ZS-2% menunjukkan adanya unsur Zinc(Zn), karbon(C), dan oksigen(O).

DAFTAR PUSTAKA

- Amanati, W dan H. Sutanto. 2015. Analisis Sifat Optis Lapisan Tipis ZnO, TiO₂, TiO₂:ZnO, dengan dan Tanpa Lapisan Penyangga yang Dideposisikan Menggunakan Metode Sol-Gel Spray Coating. *Jurnal Fisika Indonesia*. 19(55): 41-44.
- And Y. L and Q. Peng. 2015. *Stearic Acid Synthesis, Properties And Applications*. New York: Nova Science Publishers.
- Didik, I. A. 2020. Penentuan Ukuran Butir Kristal CuCrO₂, 98NiO, 02O₂ Dengan Menggunakan X-Ray Diffraction (XRD) dan Scanning Electron Microscope (SEM). 2020. *Indonesian Physical Review*. 3(1): 6-14.
- Ikraman, N., A. Doyan dan Susilawat. 2017. Penumbuhan Film SnO₂ dengan Doping Al-Zn Menggunakan Teknik Sol-Gel Dip Coating. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*. 3(2): 228-231.
- Kuriah, Y dan I Sugihartono. 2018. Studi Deposisi Lapisan Tipis ZnO Menggunakan TeknikDip-Coating. *Wahana Fisika*. 3(1): 88-91.
- Listanti., Taufiq. A., Hidayat, A dan Sunaryono, S. 2018. Investigasi Struktur dan Energi Band Gap Partikel Nano TiO₂ Hasil Sintesis Menggunakan Metode Sol-Gel. *JPSE (Journal of Physical Science and Engineering)*. 3(1): 8 – 15.
- Lukong, V. T., K. O. Ukoba dan T. C. Jen. 2022. Heat-assisted sol-gel synthesis of tio₂ nanoparticles structural, morphological and optical analysis for self-cleaning application. *Journal of King Saud University-Science*. 34(1): 1-10.
- Marhamah, L dan Astuti. 2022. Sintesis Lapisan Hidrofobik Komposit ZnO/PSSiO₂ untuk Aplikasi Self-cleaning Material. *Jurnal Fisika Unand (JFU)*. 11(4): 508 – 514.
- Mikrajuddin, A. 2009. *Pengantar Nanosains*. Bandung: ITB.
- Pamela, V. Y., R. Syarief., E. S. Iriani² dan N. Edhi Suyatma. 2016. Karakteristik Mekanik, Termal Dan Morfologi Film Polivinil Alkohol Dengan Penambahan Nanopartikel ZnO Dan Asam Stearat Untuk Kemasan

- Multilayer. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*. 13(2): 63-73.
- Prayitno, T dan S. Wahyuni. 2021. Thin Film TiO₂nanorod-PDMS on Glass Substrate for Self-Cleaning Surface. *Indonesian Journal of Chemical Science*. 10(2): 118-128.
- Putri, N. A. E., A. Tjahjono dan P. Sebayang. 2021. Analysis of Superhydrophobic-Superoleophilic Properties on Modification of Polyurethane Sponge for Selective Oil-Water Separation. *Journal of Materials Science*. 4(1): 52-62.
- Rofi, S. N dan D. K. Maharani. 2020. Sintesis Dan Karakterisasi Zno Untuk Aplikasi Sifat Hidrofobik Pada Kaca. *UNESA Journal of Chemistry*. 9(1): 111-115.
- Singh, A. K. 2005. *Teknik X-Ray Tingkat Lanjut Dalam Penelitian dan Industri*. Inc, ISBN 15860353771.
- Wellia, D. V., F. Alvionita dan S. Arief. 2020. Sintesis Permukaan Kaca Hidrofobik Melalui Kombinasi Tio₂/Asam Stearat Untuk Aplikasi Material Self-Cleaning. *Journal of Research and Education Chemistry (JREC)*. 2(1): 12-22.