SSN: 2614-6754 (print)
ISSN: 2614-3097(online)

Halaman 29454-29458
Volume 8 Nomor 2 Tahun 2024

Pengaruh Variasi Konsentrasi SiO_2-Grafena-Kitosan pada Kertas Selulosa terhadap Sifat Hidrofobik untuk Pemisahan Air dan Minyak

Fitri Yanna[1], Ratnawulan[2]

[12]Program Studi Fisika, Universitas Negeri Padang
e-mail: fitriyanna52@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh variasi konsentrasi SiO_2-Grafena-Kitosan pada kertas selulosa terhadap sifat hidrofobik untuk pemisahan air dan minyak. Untuk meningkatkan sifat hidrofobik dapat dilakukan modifikasi permukaan kertas dengan komposit SiO_2-Grafena-Kitosan. Metode pelapisan yang digunakan adalah Dip-Coating. Pada penelitian ini variasi konsentrasi SiO_2-Grafena-Kitosan yang digunakan yaitu: (60%:1%:39%), (50%:1,5%:48,5%), (40%:3%,%57%), dan (30%:4,5%:65,5%) %w/w. Sifat hidrofobik dapat ditentukan melalui pengukuran sudut kontak. Konsentrasi optimum diperoleh pada konsentrasi (30%:4,5%:65,5%) dengan sudut kontak yang didapatkan yaitu $97,03^0$. Pada variasi konsentrasi 1, 2, dan 3 didapatkan sudut kontaknya adalah $96,25^0$, $96,69^0$ dan $96,91^0$, sedangkan untuk uji efisiensi pemisahan air dan minyak didapatkan berturut-turut yaitu : 70%, 72,5%, 75%, dan 80%.
Kata kunci: *SiO_2, Kitosan, Grafena, Hidrofobik, Kertas Selulosa*

Abstract

The purpose of this study is to investigate how different SiO_2-Graphene-Chitosan concentrations affect the hydrophobic characteristics of cellulose paper for the separation of water and oil. One frequent ingredient used to manufacture paper is cellulose. It has low hydrophobic properties. SiO_2-Graphene-Chitosan composite can be applied to the paper surface to boost its hydrophobic qualities. The coating method used Dip-Coating. The concentration of SiO_2-Graphene-Chitosan utilized in this study varied ranging from (60%:1%:39%), (50%:1,5%:48,5%), (40%:3%,%7%), and (30%:4,5%:65,5%) %w/w. contact angle measurements can be used to determine hydrophobic characteristics. At a concentrations of (30%:4,5%:65,5%) and a contact angle $97,03^0$ the ideal concentration was reached. Variations 1, 2 and 3 yielded contact angles of $96,25^0$, $96,69^0$ and $96,91^0$, the efficiency of water and oil separation is obtained in the following sequence: 70%, 72,5%, 75%, and 80%.

Keywords : *SiO_2, Chitosan, Graphene, Hidrofobic, Cellulose Paper*

PENDAHULUAN

Air limbah berminyak dapat terjadi karena pertumbuhan industri yang sangat pesat, seperti industri minyak dan gas, petrokimia, farmasi, metalurgi dan makanan [1]. Air limbah berminyak merupakan air yang sudah terkontaminasi dan mengandung zat-zat hidrokarbon yang dapat menganggu kesehatan manusia dan ekosistem perairan. Oleh karena itu, sebelum dibuang perlu dilakukan pemisahan. Selain itu, pemisahan air dan minyak juga penting untuk pengolahan air, mengurangi polusi, dan menjaga kelestarian lingkungan, sehingga diperlukan metode atau solusi untuk pemisahan air dan minyak.

Salah satu metode yang telah dilakukan untuk pemisahan air dan minyak yaitu menggunakan sistem flotasi gas [2]. Flotasi disebut juga dengan proses pengapungan. Proses ini menggunakan gas/udara yang dimasukkan ke dalam air, sehingga akan membentuk gelembung-gelembung gas yang nantinya akan menempel dengan partikel/minyak dan meningkatkan kemampuan untuk mengapung ke permukaan air. Flotasi gas merupakan metode yang efektif untuk menghilangkan minyak/lemak dari air. Akan tetapi, proses ini memerlukan konsumsi energi yang tinggi, dan biaya produksi yang mahal. Oleh sebab itu, dilakukan pemisahan air dan minyak menggunakan kertas selulosa.

Pemisahan air dan minyak menggunakan kertas selulosa menjadi daya tarik karena pada proses pemisahannya sedikit polusi dan biaya yang rendah. Namun, kertas selulosa murni kurang efektif dalam pemisahan air dan minyak. Maka dari itu dilakukan modifikasi permukaan pada kertas selulosa agar lebih efektif dalam pemisahan air dan minyak karena permukaan yang bersifat hidrofobik berinteraksi dengan molekul nonpolar seperti minyak [3]. Hidrofobik adalah sifat yang memiliki phobia terhadap air. Permukaan hidrofobik memiliki sudut kontak >90º [4].

Modifikasi permukaan kertas selulosa dibutuhkan bahan seperti silika, grafena dan kitosan. Silika (SiO_2) memiliki keunggulan seperti biaya yang rendah, toksisitas yang minim, mempunyai sifat stabilitas termal dan mekanis [5], energi permukaan yang rendah, serta dapat memberikan kekasaran pada permukaan [6]. Akan tetapi silika memiliki kelemahan yaitu kurangnya daya serap akibat adanya gugus silanol dan siloksan [7] serta permukaannya rentan terhadap kerusakan sehinggga dibutuhkan bahan yang kuat seperti grafena. Grafena adalah alotrop karbon yang berbentuk lembaran datar tipis dengan ikatan sp^2 untuk setiap atom karbon dan dikemas rapat dalam bentuk kisi kristal yang menyerupai sarang lebah [8]. Grafena memiliki sifat hidrofobik artinya susah larut dalam air [9].

Kitosan merupakan bahan biopolimer alami yang keberadaannya melimpah di alam. F. Liang et al., (2021) telah melakukan penelitian tentang pembuatan spons dari kitosan untuk pemisahan air dan minyak. Spons berbasis kitosan ini menunjukkan elastisitas yang sangat baik dan mampu menyerap minyak/pelarut organik serta dapat dijadikan sebagai penyerap baru untuk pemisahan minyak dan air. Akan tetapi laju degradasi yang didapatkan masih tinggi, sehingga perlu dikombinasikan dengan bahan lain untuk meningkatkan stabilitas lapisan [10]. Yun et al., (2021) juga telah melakukan penelitian tentang pembuatan kertas selulosa alami superhidrofobik dengan keterbasahan berbeda untuk aplikasi pemisahan minyak dan air, didapatkan sudut kontak di atas 153º dengan konsentrasi optimal 30g/100 ml. Konsentrasi bahan yang digunakan berpengaruh terhadap sifat hidrofobik yang dihasilkan dikarenakan setiap bahan memiliki karakteristik yang berbeda [11].

METODE

Jenis penelitian yang dilakukan adalah eksperimen. Penelitian ini dilaksanakan dari bulan maret 2024 hingga juli 2024 di Laboratorium Fisika Material dan Biofisika FMIPA Universitas Negeri Padang dan Laboratorium Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang. Alat-alat yang digunakan meliputi : timbangan analitik, furnace, pipet tetes, *beaker glass* , corong kaca, oven, spatula, kaca arloji, hot plate, magnetic stirer, dan gelas ukur. Bahan yang digunakan yaitu grafena, silika, kitosan, asam stearat, etanol, heksana, kertas seulosa dan aquades. Penelitian ini melakukan 4 macam variasi konsentrasi SiO_2-grafena-kitosan yaitu:(60%:1%:39%), (50%:1,5%:48,5%), (40%:3%,:57%), dan (30%:4,5%:65,5%)%w/w. Penelitian ini terdiri dari berbagai langkah seperti : pembuatan larutan komposit SiO_2-grafena-kitosan dengan beberapa variasi, pelapisan kertas selulosa menggunakan metode dip coating, mengeringkan dengan oven pada suhu 100^0C selama 15 menit, melakukan uji sudut kontak serta uji pemisahan air dan minyak.

Langkah pertama yang dilakukan adalah menimbang silika sebanyak 0,6 g, 0,5 g, 0,4 g, dan 0,3 g. 0,6 g digunakan untuk larutan 60% w/w, 0,5 g digunakan untuk larutan 50%w/w dan begitu seterusnya. Larutan silika dibuat dengan cara melarutkan asam stearat sebanyak 5 g dengan heksana menggunakan magnetic stirer dengan suhu 80^0 C sampai larut, kemudian tambahkan silika 0,6 g biarkan hingga homogen. Lakukan cara yang sama untuk variasi 0,5 g, 0,4 g, dan 0,3 g. Tahap selanjutnya pembuatan larutan komposit grafena-kitosan dengan cara melarutkan asam stearat sebanyak 15 g dengan etanol 50 ml menggunakan magnetic stirer dengan suhu 80^0 C selama 15 menit sampai homogen, tambahkan grafena 0,01 g, tambahkan kitosan 0,39 g. Selanjutnya campurkan larutan silika dengan larutan komposit grafena-kitosan sehingga terbentuklah larutan komposit SiO_2-grafena-kitosan dengan konsentrasi pertama 60%:1%:39%. Cara yang sama dilakukan untuk mendapatkan larutan komposit SiO_2-grafena-kitosan dengan variasi berikutnya. Selanjutnya celupkan kertas selulosa ke dalam larutan komposit SiO_2-grafena-kitosan dan keringkan dalam oven dengan suhu 100^0C selama 15 menit.

Pengukuran sudut kontak dilakukan dengan cara meneteskan aquades ke permukaan kertas selulosa yang telah dilapisi dengan larutan komposit SiO_2-grafena-kitosan dan memfoto dengan kamera untuk dimasukkan ke *software Image J.* Pengukuran dilakukan secara berulang untuk menghindari kesalahan paralaks. Untuk mendapatkan performa kertas selulosa yang telah dilapisi dilakukan uji pemisahan air dan minyak. Persamaan yang digunakan untuk menghitung efisiensi pemisahannya adalah :

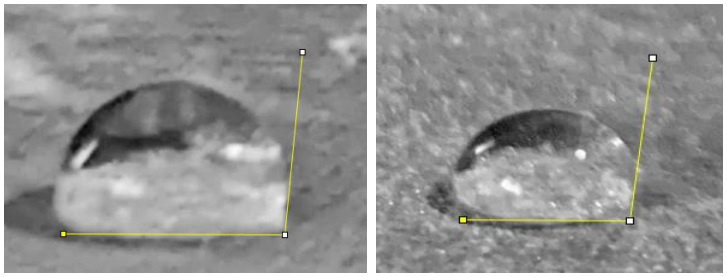
$$\eta = \frac{\text{V terpisah(air)}}{\text{V total(air)}} \; x \; 100\% \qquad (1)$$

Dimana :

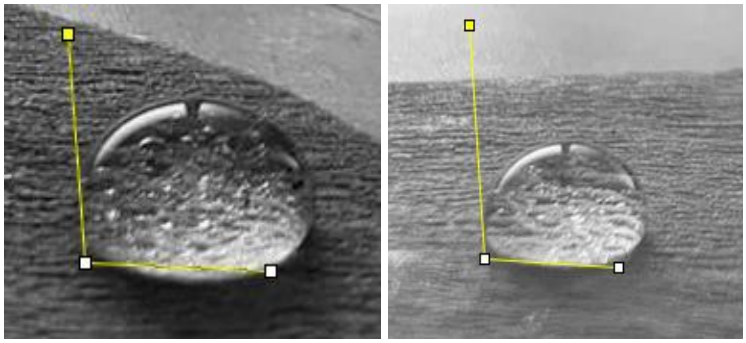
V terpisah air = jumlah air yang tidak tersaring
V total(air) = total air sebelum pemisahan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini mengukur sudut kontak dengan meneteskan air ke permukaan substrat dan memotretnya dan melakukan penghitungan menggunakan *software Image J*. Pengukuran dilakukan secara berulang untuk meminimalisir kesalahan. Berikut ini merupakan foto dan data sudut kontak pada berbagai macam variasi:



(a) (b)



(c) (d)

Gambar 1. Foto Sudut Kontak. (a) Konsentrasi (60% : 1% : 39%), (b) Konsentrasi (50% ; 1,5% ; 48,5%), (c) Konsentrasi (40% : 3% : 57%), (d) Konsentrasi (30% : 4,5% : 65,5%).

Tabel 1. Data Sudut Kontak berbagai variasi Konsentrasi

No	Konsentrasi SiO_2-grafena-kitosan(w/w)	Hasil sudut kontak
1	(60% : 1% : 39%)	96,25º
2	(50% ; 1,5% ; 48,5%)	96,69º
3	(40% : 3% : 57%)	96,91º
4	(30% : 4,5% : 65,5%)	97,3º

Berdasarkan tabel 1 di atas, variasi konsentrasi berpengaruh terhadap sudut kontak yang dihasilkan, walaupun hanya memberikan perubahan yang sedikit. Hal ini disebabkan karena jumlah konsentrasi yang digunakan sama yaitu sebanyak 1 gram. Selain konsentrasi, bahan-bahan yang digunakan juga berpengaruh terhadap nilai sudut kontak yang dihasilkan. Dapat dilihat bahwa sudut kontak berturut-turut yaitu 96,25º, 96,69º, 96,91º, dan 97,3º. Sudut kontak optimum didapatkan pada variasi keempat yaitu (30% : 4,5% : 65,5%), selain konsentrasi, bahan-bahan yang digunakan juga berpengaruh terhadap sudut kontak yang dihasilkan. Selama pengujian sudut kontak, gaya tarik menarik yang terjadi antara air dengan permukaan hidrofobik kecil atau dikenal dengan nama *low adhesion.* Berdasarkan data sudut kontak yang dihasilkan dari variasi konsentrasi SiO_2-Grafena-Kitosan sudah berhasil menciptakan lapisan hidrofobik. Suatu lapisan dapat dikatakan hidrofobik jika memiliki sudut kontak besar dari 90^o [12].

Pengujian pemisahan air dan minyak dilakukan menggunakan corong, dengan cara mencampurkan toluena dengan air (20/20)ml dan meneteskan ke permukaan kertas, tunggu hingga minyak tersaring ke bawah. Berikut tabel data pemisahan air dan minyak :

Tabel 2. Data Pemisahan Air dan Minyak

Konsentrasi SiO_2-Grafena-Kitosan	Volume Akhir Air (ml)	Efisiensi (%)
(60% : 1% : 39%)	14	70%
(50% ; 1,5% ; 48,5%)	14,5	72,5%
(40% : 3% : 57%)	15	75%
(30% : 4,5% : 65,5%)	16	80%

Dapat dilihat pada tabel 2, bahwa volume akhir dari air kurang dari 20 ml. Hal ini mengindikasikan bahwa air masih dapat melewati kertas selulosa. Akan tetapi, kertas selulosa yang telah dimodifikasi sudah bersifat hidrofobik. Permukaan yang bersifat hidrofobik memiliki kemampuan menolak air, dikarenakan gaya kohesi molekul air lebih kuat dari pada gaya adhesi permukaan hidrofobik. Permukaan yang bersifat hidrofobik memiliki energi permukaan yang rendah, sehingga tidak mudah berinteraksi dengan

air, akan tetapi lebih mudah berinteraksi dengan zat non polar, seperti minyak. Ketika minyak bertemu dengan permukaan hidrofobik, minyak dapat menyebar di atas permukaan dan melewati membran. Menurut Prinsip kelarutan *like dissolve like*, pelarut yang bersifat polar akan melarutkan senyawa yang bersifat polar, sedangkan pelarut yang bersifat non polar akan melarutkan senyawa yang bersifat non polar [13]

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan kertas selulosa berhasil dimodifikasi permukaannya sehingga bersifat hidrofobik. Hasil pengukuran sudut kontak berturut-turut yaitu $96{,}25^0$, $96{,}69^0$, $96{,}91^0$ dan $97{,}03^0$. Untuk efisiensi pemisahan air dan minyaknya didapatkan berturut-turut 70%, 72,5%, 75,5% dan 80%.

DAFTAR PUSTAKA

[1] R. F. Situmorang, “Pemisahan Emulsi Minyak dari Air Menggunakan Teknologi Membran Pemisahan Emulsi Minyak dari Air Menggunakan Teknologi Membran,” *ResearchGate*, no. June, pp. 1–8, 2016, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/303735905

[2] J. Saththasivam, K. Loganathan, and S. Sarp, “Chemosphere An overview of oil e water separation using gas fl otation systems,” *Chemosphere*, vol. 144, pp. 671–680, 2016, doi: 10.1016/j.chemosphere.2015.08.087.

[3] M. H. Tiffany, A. Marlisa, B. Samang, and S. Al Islamiyah, “Potensi Polisakarida (Selulosa , Lignin , Pektin) Sebagai Bahan Baku Alternatif Bio-Based Surfaktan Polimerik,” vol. 06, no. 01, 2023.

[4] T. A. Putri *et al.*, “Sintesis Lapisan Hydrophobic Nanokomposit Mangan Oksida / Polystyrene (Mno 2 / Ps) Untuk Aplikasi Self Cleaning,” vol. 11, no. 2, pp. 1–8, 2018.

[5] A. Hooda, A. Kumar, and R. Gupta, “A facile approach to develop modified nano-silica embedded polystyrene based transparent superhydrophobic coating,” *Mater. Lett.*, 2018, doi: 10.1016/j.matlet.2018.09.043.

[6] D. Nanda, P. Varshney, M. Satapathy, S. S. Mohapatra, and A. Kumar, “Self-assembled monolayer of functionalized silica microparticles for self-cleaning applications,” *Colloids Surfaces A Physicochem. Eng. Asp.*, vol. 529, pp. 231–238, 2017, doi: 10.1016/j.colsurfa.2017.06.007.

[7] B. Buhani, N. Narsito, N. Nuryono, and E. S. Kunarti, “Amino And Mercapto-Silica Hybrid For Cd(Ii) Adsorption In Aqueous Solution,” *Indones. J. Chem.*, vol. 9, no. 2, pp. 170–176, 2010, doi: 10.22146/ijc.21525.

[8] A. P. Aini, “Pengolahan Air dengan Membran Karbon Nanomaterial Pengolahan Air dengan Membran Karbon Nanomaterial,” no. January, 2017.

[9] E. Fitriani and A. Nurul, “Sintesis Graphene Melalui Iradiasi Microwave Sebagai Sensor Metanol,” vol. 5, no. 1, pp. 40–44, 2020.

[10] F. Liang, T. Hou, S. Li, L. Liao, and P. Li, “Journal of Environmental Chemical Engineering Elastic , super-hydrophobic and biodegradable chitosan sponges fabricated for oil / water separation,” *J. Environ. Chem. Eng.*, vol. 9, no. 5, p. 106027, 2021, doi: 10.1016/j.jece.2021.106027.

[11] T. Yun *et al.*, “Fabrication of the superhydrophobic natural cellulosic paper with different wettability and oil/water separation application,” *J. Appl. Polym. Sci.*, vol. 138, no. 19, pp. 1–13, 2021, doi: 10.1002/app.50371.

[12] I. G. Wenten, H. Nurul, and A. Sofiatun, “Membran Superhidrofobik,” *Diktat Inst. Teknol. Bandung*, no. 1, pp. 1–42, 2015.

[13] I. M. Widiantara, Y. Yulianti, and B. S. Basri, “Ekstraksi Beta Karoten Dari Buah Kelapa Sawit (Elaeis Guineensis) Dengan Dua Jenis Pelarut,” *Gorontalo Agric. Technol. J.*, vol. 3, no. 1, p. 38, 2020, doi: 10.32662/gatj.v3i1.1198.