

## PENGARUH JUMLAH KATALIS FLY ASH/ $\text{Na}_2\text{O}$ PADA PEMBUATAN BIODIESEL(METIL ESTER) DARI MINYAK JELANTAH MENGGUNAKAN IRADIASI GELOMBANG MIKRO

Syarifuddin Oko<sup>1)</sup>, Andri Kurniawan<sup>2)</sup>, dan Citra Natali Kasih Mattanggung<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Samarinda, Jl. Cipto Mangungkusumo  
Kampus Guning Lipan, Samarinda, 75131  
E-mail: syarif.oko96@yahoo.com

### Abstract

The increase in demand for fuel oil (BBM) causes a decrease in the availability of fuel, thus encouraging efforts to create alternative fuels made from renewable materials, such as biodiesel. Used cooking oil has the potential to be developed into biodiesel fuel because it contains triglyceride compounds in addition to free fatty acids. This study used a fly ash/ $\text{Na}_2\text{O}$  catalyst with the microwave irradiation method, with the aim of knowing the effect of increasing the amount of catalyst on the biodiesel yield and biodiesel characteristics including: kinematic viscosity, water content, acid number, and density, and methyl ester content. Production of biodiesel (Methyl ester) begins with the manufacture of a fly ash catalyst impregnated using NaOH. Biodiesel (methyl ester) production is carried out by an esterification process, then followed by a transesterification process using a fly ash/ $\text{Na}_2\text{O}$  catalyst with a catalyst amount of 2%, 4%, 6%, 8%, and 10% (%b) at 600 watts of power for 4 minute. The highest yield was obtained at the amount of catalyst 4% (%b) of 94.381% and the characteristics of the biodiesel (methyl ester) obtained were density of 0.853 g/ml, water content of 0.04174%, kinematic viscosity of 9.6433 cSt, and acid number of 0.726 mgKOH/ g, and methyl ester content of 74.5877%.

**Keywords:** *biodiesel, fly ash/ $\text{Na}_2\text{O}$  catalyst, used cooking oil.*

### Abstrak

Makin berkurangnya Bahan Bakar Minyak (BBM) fosil mendorong adanya upaya untuk menciptakan bahan bakar alternatif yang terbuat dari bahan terbarukan, seperti biodiesel. Minyak jelantah memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi bahan bakar biodiesel karena memiliki senyawa trigliserida disamping asam lemak bebas. Penelitian ini menggunakan katalis fly ash/ $\text{Na}_2\text{O}$  dengan metode iradiasi gelombang mikro, dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan jumlah katalis terhadap Rendemen biodiesel dan karakteristik biodiesel meliputi: Viskositas kinematic, kadar air, bilangan asam, dan densitas, serta kadar metil ester. Pembuatan biodiesel (Metil ester) diawali dengan pembuatan katalis fly ash yang diimpregnasi menggunakan NaOH. Pembuatan Biodiesel (metil ester) dilakukan dengan proses esterifikasi, kemudian dilanjutkan dengan proses transesterifikasi menggunakan katalis fly ash/ $\text{Na}_2\text{O}$  dengan jumlah katalis 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10% (%b) pada daya 600 watt selama 4 menit. Diperoleh Rendemen tertinggi pada jumlah katalis 4% (%b) sebesar 94,381 % dan karakteristik biodiesel(metil ester) yang diperoleh densitas 852,8 Kg/m<sup>3</sup>, kadar air 0,042%, viskositas kinematik 9,643 cSt, dan bilangan asam 0,726 mgKOH/g, serta kadar metil ester sebesar 74,588%.

**Kata Kunci:** *Biodiesel, katalis fly ash/ $\text{Na}_2\text{O}$ , minyak jelantah*

## PENDAHULUAN

Biodiesel merupakan salah satu energi terbarukan jenis bahan bakar nabati yang menjadi alternatif pengganti Bahan Bakar Minyak (BBM) dari bahan baku fosil. Biodiesel secara umum dihasilkan melalui proses minyak tumbuhan atau lemak hewani dengan bantuan katalis (Buchori, Istadi, & Purwanto, 2015). salah satunya minyak yang sering digunakan adalah minyak jelantah.

Minyak jelantah adalah minyak goreng yang telah digunakan menggoreng secara berulang. Peningkatan konsumsi minyak goreng mendorong ketersediaan minyak jelantah kian hari semakin melimpah. Berdasarkan rekor MURI pada tahun 2022, pemerintah kota Samarinda meraih rekor MURI dengan mengumpulkan 14.362,9 kg minyak jelantah terbanyak di Indonesia dan Minyak jelantah tersebut akan dijual ke Kopenhagen, Denmark, melalui PT. Garuda Sinar Perkasa. Minimnya pengolahan minyak jelantah di kota Samarinda, menyebabkan menumpuknya limbah minyak goreng ini. Salah satu pemanfaatan minyak jelantah agar dapat bermanfaat yaitu dengan mengubahnya secara proses kimia menjadi Biodiesel melalui reaksi transesterifikasi (Gardy, Hassanpour, Lai, & Ahmed, 2016).

Reaksi transesterifikasi merupakan proses kimia yang mereaksikan trigliserida dengan alkohol sehingga menghasilkan produk utama berupa Biodiesel (Biodiesel) dan produk samping gliserol (Atabani et al., 2013). Reaksi transesterifikasi merupakan reaksi bolak balik yang relatif lambat, sehingga untuk mempercepat reaksi dan meningkatkan hasil di perlukan penambahan katalis, dan proses pengadukan yang baik agar reaksi bergeser kekanan.

Pada reaksi Transesterifikasi dalam pembuatan Biodiesel umumnya menggunakan katalis homogen NaOH atau KOH, namun penggunaan katalis tersebut terdapat kelemahan yaitu terbentuknya produk samping berupa sabun (Ogbu & Ajiwe, 2013). Oleh karena itu, perkembangan penelitian Biodiesel akhir-akhir ini lebih memfokuskan pada penggunaan katalis heterogen. Beberapa jenis katalis heterogen untuk reaksi transesterifikasi yang telah dikembangkan diantaranya : CaO/Fly ash, NaOH/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, dan Na/SiO<sub>2</sub> (Ho, Ng, Gan, & Tan, 2014). Salah satu katalis heterogen yang mulai dikembangkan ialah pemanfaatan limbah batu bara Fly Ash. Dalam penelitian (Harinda & Hidayati, 2019) pembuatan Biodiesel dari minyak jelantah menggunakan katalis heterogen yaitu Fly Ash/Na<sub>2</sub>O menggunakan iradiasi microwave

(gelombang mikro). Penggunaan iradiasi gelombang mikro secara tidak langsung dapat meningkatkan laju reaksi Transesterifikasi, mengoptimalkan kontrol proses, dan meningkatkan efisiensi perpindahan panas sehingga dapat mempersingkat waktu reaksi kimia pembuatan Biodiesel (Xiang, Xiang, & Wang, 2017)(Milano et al., 2018).

Beberapa penelitian tentang penggunaan katalis heterogen dengan bantuan microwave antara lain; (Xiang et al., 2017) mengkaji pengaruh modifikasi penggunaan abu layang batubara untuk mengubah minyak goreng bekas Weast Cooking Oil (WCO) menjadi Biodiesel dibawah aksi penguatan gelombang mikro dengan melakukan variasi Rasio Metanol terhadap WCO, jumlah katalis dan suhu reaksi. Hasil maksimum rendemen biodiesel mencapai 94,91% dengan 3,99% b dan rasio molar metanol terhadap WCO 9,67:1 pada suhu microwave 66.20°C. Pada penelitian (Harinda & Hidayati, 2019), pembuatan biodiesel dari minyak jelantah dengan katalis Na<sub>2</sub>O/fly Ash dengan bantuan iradiasi gelombang mikro, dengan variasi daya microwave dengan konsentrasi katalis Na<sub>2</sub>O/fly ash (4%b), serta rasio minyak jelantah dan metanol (1:10) pada suhu 60°C, hasil optimum terjadi pada daya 552 watt, dengan rendemen 87,56%. (Ambaroh & Hidayati, 2019) juga melakukan penelitian pengaruh penambahan katalis (Fly Ash) dengan konsentrasi (3%, 4%, 5% b/b minyak) dan waktu reaksi (60, 90, dan 120 menit) dalam pembuatan biodiesel dari minyak jelantah. Hasil terbaik dari penelitian ini adalah Biodiesel dengan Rendemen 24,21% dan densitas 0,875 g/cm<sup>3</sup> dengan rasio minyak dan methanol (1: 9) pada suhu 60°C, waktu reaksi 120 menit dan konsentrasi katalis sebesar 5%,

Berdasarkan dari hasil penelitian sebelumnya, maka pada penelitian ini akan dikembangkan dalam pembuatan Biodiesel dari minyak jelantah dengan melakukan variasi jumlah katalis fly ash/Na<sub>2</sub>O dan mengubah metode pemanasan konvensional menjadi gelombang mikro yang diharapkan dapat mempercepat reaksi transesterifikasi sehingga menghasilkan biodiesel dengan rendemen optimal beserta karakteristik biodiesel yang sesuai SNI 7182:2015.

## **METODE PENELITIAN**

### **Alat dan bahan yang digunakan**

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak jelantah, fly ash batubara, sodium hidroksida, metanol, dan asam sulfat. Peralatan yang digunakan

adalah ayakan, furnace, oven, desikator, microwave, kompor listrik, pengaduk elektrik & magnet pengaduk, cawan porselen, neraca digital, pompa vakum, labu leher satu, buret, pipet ukur, piknometer, gelas beaker, dan cawan petridis.

### **Prosedur Penelitian**

Pembuatan katalis fly ash/ $\text{Na}_2\text{O}$  dilakukan dengan mengayak fly ash batu bara menggunakan ayakan berukuran -200+325 mesh dan dipanaskan dalam furnace dengan suhu  $540^\circ\text{C}$  selama 1 jam. Impregnasi dilakukan menggunakan NaOH dengan proses pemanasan dalam furnace dengan suhu  $750^\circ\text{C}$  selama 1 jam dengan rasio massa fly ash batu bara dan NaOH 1:1,2. Campuran fly ash dan  $\text{Na}_2\text{O}$  didinginkan dalam desikator. Tekstur campuran fly ash dan  $\text{Na}_2\text{O}$  akan mengeras sehingga dihancurkan menjadi ukuran yang lebih kecil dan diayak kembali menggunakan ayakan -200+325 mesh dan dipanaskan menggunakan oven dengan suhu  $105^\circ\text{C}$  selama 3 jam.

Mengukur minyak jelantah sebanyak 50 ml kemudian mencampurkan minyak jelantah dengan campuran metanol sebanyak 150 ml (rasio 1 : 3 v/v) dan katalis fly ash (2%, 4%, 6%, 8%, 10%) yang telah di aduk selama 1 jam menggunakan magnetic stirer. Campuran sampel diaduk rata dan direaksikan di dalam microwave dengan daya 600 watt dan waktu 4 menit. Campuran sampel yang telah direaksikan disaring menggunakan kertas saring, kemudian disimpan selama 24 jam di dalam corong pemisah. Memisahkan Biodiesel dan gliserol dari dalam corong pemisah. Dan dilanjutkan dengan proses pencucian dengan akuadest pada suhu  $80^\circ\text{C}$  dan biodiesel yang diperoleh dianalisis

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

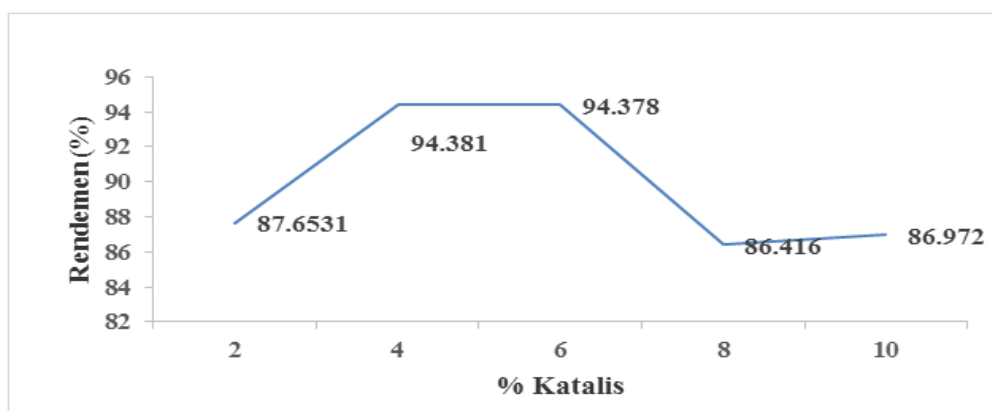
Pada penelitian ini dimulai dari proses preparasi pembuatan katalis *fly ash*/ $\text{Na}_2\text{O}$ . Fly Ash dikarbonisasi pada suhu  $540^\circ\text{C}$  selama 1 jam, kemudian dilakukan impregnasi dengan NaOH 5N selama 24 jam. Selanjutnya, dilakukan aktivasi fisika menggunakan *furnace* dengan suhu  $750^\circ\text{C}$ . Fly ash yang diperoleh akan digunakan dalam reaksi transesterifikasi dan dianalisa XRD. Berdasarkan hasil XRD yang dilakukan ditemukan beberapa unsur diantaranya: Al, As, O, Li, Na, dan P.

Kemudian dilanjutkan Pembuatan Biodiesel melalui preparasi minyak jelantah. Kemudian dilakukan analisis Kadar asam lemak bebas dimana hasil analisis menunjukkan nilai sebesar 3,149%. dan dilanjutkan dengan proses esterifikasi dan

menghasilkan nilai kadar asam lemak sebesar 0.619% Kemudian di lanjutkan dengan proses Transesterifikasi dengan rasio 1:3 (v/v), dan daya microwave 600 watt, yang bertujuan agar reaksi lebih efisien, dengan lama reaksi dan proses pemisahan yang singkat, sehingga dapat menurunkan jumlah produk samping. Selanjutnya, biodiesel yang diperoleh dianalisis kualitas biodiesel meliputi analisis densitas, viskositas kinematik, bilangan asam, kadar air, dan kadar metil ester, serta analisis FT-IR.

### **Pengaruh Jumlah Katalis terhadap Rendemen Biodiesel**

Variasi penambahan katalis sebanyak 2, 4, 6, 8, dan 10 % berat minyak pada reaksi transesterifikasi berpengaruh nyata pada Rendemen biodiesel yang dihasilkan, seperti yang ditunjukkan pada grafik dibawah ini:



Gambar 1. Grafik Pengaruh Jumlah Katalis Terhadap Rendemen Biodiesel

Berdasarkan Gambar1 di atas, Rendemen pada jumlah katalis 2-4% mengalami kenaikan yang cukup signifikan, dimana Rendemen tertinggi sebesar 94,381% pada penambahan katalis 4%, namun untuk kadar viskositas kinematic belum mencapai SNI biodiesel 7182:2015 Penambahan jumlah katalis akan meningkatkan laju reaksi, sehingga konversi minyak goreng bekas menjadi biodiesel meningkat (Prihanto & Irawan, 2018). Akan tetapi rendemen mengalami penurunan pada penambahan katalis sebanyak 6-10%. hal ini disebabkan oleh karena terjadi pembentukan sabun melalui reaksi saponifikasi, dimana pembentukan sabun dapat menghambat konversi pembentukan Biodiesel.

**Karakteristik Biodiesel**Tabel 1.  
Hasil Analisa Biodiesel

Parameter	Hasil Analisis				
	2 (%b)	4(%b)	6(%b)	8(%b)	10(%b)
Densitas, Kg/m <sup>3</sup>	851,4	852,8	850,1	850,3	850
Bilangan Asam, mgKOH/g	0.738	0.726	1.180	0.525	0.519
Viskositas Kinematik, cST	10.246	9.643	9.690	9.716	9.701
Kadar Air, %	0.045	0.042	0.039	0.035	0.031

Berdasarkan tabel 1 analisis viskositas kinematik Biodiesel yang diperoleh sebesar 9,6433-10,2459 cSt, yang dimana viskometer kinematik yang diperoleh belum memenuhi standar SNI 7182:2015 yaitu sebesar 2,3-6,0 cSt. Menurut (Haryono, Sirin Fairus, Yavita Sari, & Ika Rakhmawati, 2010), tidak tercapainya nilai viskositas kinematik disebabkan belum tercapainya kondisi optimal pengkorvesian minyak goreng bekas menjadi biodiesel. analisis densitas diperoleh sebesar 850-852,8 Kg/ml yang dimana telah memenuhi standar SNI Biodiesel 7182:2015 yaitu sebesar 850-890 Kg/ml. Menurut (Aziz, Nurbayti, & Ulum, 2012), Penurunan densitas dikarenakan terjadinya pemutusan ikatan pada senyawa trigliserida dalam minyak goreng bekas pada proses transesterifikasi.

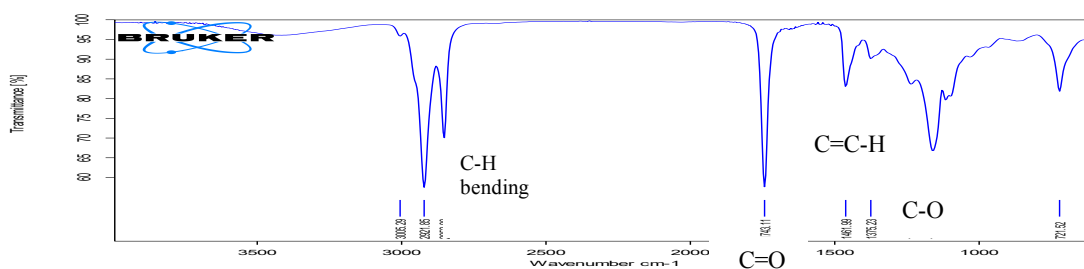
Pada parameter bilangan asam belum memenuhi standar SNI 7182:2015, tingginya bilangan asam pada Biodiesel menunjukkan adanya asam lemak bebas dalam biodiesel yang dihasilkan oleh reaksi hidrolisis antara minyak dan air. Sementara itu Analisa Kadar air yang diperoleh sebesar 0.0309%-0.0452% telah memenuhi SNI 7182:2015 yang ada. Kadar air yang tinggi dapat disebabkan oleh proses penguapan yang belum sempurna.

**Analisis Uji FT-IR**

Analisis kadar Biodiesel hanya ditinjau pada rendemen tertinggi yaitu 94.381% (jumlah katalis 4%). Analisa Biodiesel dilakukan dengan menggunakan alat instrumen FT-IR, dengan spektrum IR yang diperoleh adalah sebagai berikut:

Pada spektrum di atas, terlihat adanya serapan tajam pada panjang gelombang 721,52, 1160,21, 1743,11, 2852,88, dan 2921,85 cm<sup>-1</sup>. Pada serapan pada panjang gelombang 721,52 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya ikatan C=C-H (1000-650 cm<sup>-1</sup>).

Kemudian, pada serapan pada panjang gelombang  $1160,21\text{ cm}^{-1}$  mengindikasikan adanya ikatan C-O ( $1300-1000\text{ cm}^{-1}$ ). Sementara itu, pada serapan pada panjang gelombang  $1743,11\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya ikatan C=O ( $1900-1650\text{ cm}^{-1}$ ).



Sumber: lab terpadu ITK

### Gambar 2. Spektrum IR Biodiesel

Kemudian serapan pada panjang gelombang  $2852,88\text{ cm}^{-1}$  dan panjang gelombang  $2921,85\text{ cm}^{-1}$  terdapat ikatan C-H ( $3000-2700\text{ cm}^{-1}$ ). Ikatan C=O, C-H, dan C-O pada hasil transesterifikasi membuktikan adanya senyawa Biodiesel yang terkandung didalamnya. Sementara itu, kadar metil ester yang diperoleh sebesar 74,588%. kadar tersebut belum mencapai batas minimal kadar metil ester dalam biodiesel SNI 7182:2015, hal tersebut menandakan bahwa penggunaan katalis *fly ash*/Na<sub>2</sub>O dengan di impregnasi NaOH 5 M kurang optimal untuk mengkonversi minyak jelantah menjadi biodiesel.

### SIMPULAN

Berdasarkan pembahasan dapat disimpulkan bahwa hasil rendemen terbesar dari penelitian ini yaitu sebesar 94,45% pada penggunaan jumlah katalis sebanyak 4%. Dengan densitas sebesar 852,8 kg/L, viskositas kinematic sebesar 9,643 cSt, kadar air sebesar 0,042%, bilangan asam sebesar 0,726 mgKOH/g dan Kadar metil ester sebesar 74,588%.

### DAFTAR PUSTAKA

- Ambaroh, D. A. N., & Hidayati, I. N. (2019). Pengaruh Waktu Reaksi Dan Konsentrasi Katalis Terhadap Proses Transesterifikasi Dalam Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Jelantah Dengan Katalis Abu Layang Batubara. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Atabani, A. E., Silitonga, A. S., Ong, H. C., Mahlia, T. M. I., Masjuki, H. H., Badruddin, I. A., & Fayaz, H. (2013). Non-edible vegetable oils: A critical evaluation of oil extraction, fatty acid compositions, biodiesel production, characteristics, engine performance and emissions production. *Renewable and*

- Sustainable Energy Reviews*, 18, 211–245. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.10.013>
- Aziz, I., Nurbayati, S., & Ulum, B. (2012). Pembuatan produk biodiesel dari Minyak Goreng Bekas dengan Cara Esterifikasi dan Transesterifikasi. *Jurnal Kimia VALENSI*, 2(3), 443–448. Retrieved from <https://doi.org/10.15408/jkv.v2i3.115>
- Buchori, L., Istadi, I., & Purwanto, D. P. (2015). Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia 'Kejuangan' Perkembangan Proses Produksi Biodiesel Sebagai Bahan Bakar Alternatif, 1–9.
- Gardy, J., Hassanpour, A., Lai, X., & Ahmed, M. H. (2016). Synthesis of Ti(SO<sub>4</sub>)O solid acid nano-catalyst and its application for biodiesel production from used cooking oil. *Applied Catalysis A: General*, 527, 81–95. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.apcata.2016.08.031>
- Harinda, Z. T., & Hidayati, N. (2019). Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah dengan Katalis Na<sub>2</sub>O/Fly Ash Menggunakan Iradiasi Gelombang Mikro. In *Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"* (p. 1).
- Haryono, H., Sirin Fairus, S. F., Yavita Sari, Y. S., & Ika Rakhmawati, I. R. (2010). Pengolahan Minyak Goreng Kelapa Sawit Bekas menjadi Biodiesel Studi Kasus: Minyak Goreng Bekas dari KFC Dago Bandung. *Pengolahan Minyak Goreng Kelapa Sawit Bekas Menjadi Biodiesel Studi Kasus: Minyak Goreng Bekas Dari KFC Dago Bandung*.
- Ho, W. W. S., Ng, H. K., Gan, S., & Tan, S. H. (2014). Evaluation of palm oil mill fly ash supported calcium oxide as a heterogeneous base catalyst in biodiesel synthesis from crude palm oil. *Energy Conversion and Management*, 88, 1167–1178.
- Milano, J., Ong, H. C., Masjuki, H. H., Silitonga, A. S., Chen, W.-H., Kusumo, F., ... Sebayang, A. H. (2018). Optimization of biodiesel production by microwave irradiation-assisted transesterification for waste cooking oil-Calophyllum inophyllum oil via response surface methodology. *Energy Conversion and Management*, 158, 400–415.
- Ogbu, I. M., & Ajiwe, V. I. E. (2013). Biodiesel Production via Esterification of Free Fatty Acids from Cucurbita pepo L. *Seed Oil: Kinetic Studies*, 2(8), 6.
- Prihanto, A., & Irawan, T. A. B. (2018). Pengaruh Temperatur, Konsentrasi Katalis Dan Rasio Molar Metanol-Minyak Terhadap Yield Biodisel Dari Minyak Goreng Bekas Melalui Proses Netralisasi-Transesterifikasi. *Metana*, 13(1), 30–36.
- Xiang, Y., Xiang, Y., & Wang, L. (2017). Microwave radiation improves biodiesel yields from waste cooking oil in the presence of modified coal fly ash. *Journal of Taibah University for Science*, 11(6), 1019–1029.