

potensi biopolimer

by Fiki Hidayat

Submission date: 30-Mar-2023 10:11PM (UTC+0700)

Submission ID: 2051075955

File name: potensi_biopolimer.pdf (741.37K)

Word count: 3662

Character count: 22112

POTENSI BIOPOLIMER DARI EKSTRAKSI NANOSELULOSA DAUN KAPAS SEBAGAI AGEN PENINGKATAN VISKOSITAS PADA INJEKSI POLIMER

Idham Khaid¹, Fitra Ayu Lestari¹, Muhammad Khairul Afdhol¹, Fiki Hidayat¹

¹Department of Petroleum Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Islam Riau, Jalan Kaharuddin Nasution no. 113, Simpang Tiga, Pekanbaru – 28284
Corresponding Author : fitralestari42@student.uir.ac.id

ABSTRAK

Salah satu metode yang digunakan untuk untuk mengoptimalkan produksi minyak adalah dengan injeksi biopolimer. Pada penelitian ini nanoselulosa dari daun kapas dijadikan biopolimer dengan gabungan metode sintesis daun kapas dengan asam askorbat lalu disonifikasi dan dihidrolisis menggunakan etanol. Dilakukan uji SEM dan FTIR untuk melihat ukuran dan struktur kimia. Reologi biopolimer KLNC dibandingkan dengan biopolimer dari Xanthan Gum, Pengujian salinitas dan kompatibilitas dilakukan pada berbagai konsentrasi, serta mengetahui ketahanan biopolimer pada suhu reservoir. Hasil dari penelitian ini, bentuk morfologi dari KLNC ini menunjukkan jika proses ekstraksi tidak merusak struktur permukaannya. Dengan konsentrasi yang sama biopolimer KLNC memiliki viskositas yang lebih tinggi dibandingkan dengan biopolimer Xanthan Gum. Biopolimer KLNC lebih tahan terhadap salinitas dan *thermal* dibanding dengan Xanthan Gum. Sehingga Biopolimer KLNC berpotensi untuk di kembangkan dan di teliti lebih lanjut.

Kata kunci: Biopolimer, Daun Kapas, nanoselulosa, viskositas

ABSTRACT

One of the methods used to optimize oil production is biopolymer injection. In this study, nanocellulose from cotton leaves was made into a biopolymer by combining the cotton leaf synthesis method with ascorbic acid, then sonified and hydrolyzed using ethanol. SEM and FTIR tests were carried out to see the size and chemical structure. The rheology of KLNC biopolymer was compared with the biopolymer from Xanthan Gum. The salinity and compatibility tests were carried out at various concentrations, as well as knowing the resistance of the biopolymer at reservoir temperature. The results of this study, the morphological shape of KLNC shows that the extraction process does not damage the surface structure. With the same concentration, KLNC biopolymer had a higher viscosity compared to Xanthan Gum biopolymer. KLNC biopolymer is more resistant to salinity and thermal than Xanthan Gum. So that KLNC Biopolymer has the potential to be further developed and researched.

Keywords : Biopolymer, Cotton Leaf, nanocellulose, viscosity

PENDAHULUAN

Pada tahun 2019, minyak menyumbang lebih dari 31% dari permintaan energi global dan diprediksi akan tetap menjadi penyumbang energi terbesar hingga tahun 2045. Tingkat kebutuhan minyak pada tahun 2045 diprediksi naik 52% dibanding dengan tahun 2019 (OPEC, 2020). Penggunaan metode EOR untuk meningkatkan produksi

minyak merupakan salah satunya pilihan untuk memenuhi permintaan minyak, sehingga dapat mengurangi rentang antara ketersediaan dan permintaan minyak (Agi et al., 2020).

Proses eor dilakukan setelah proses primary dan secondary recovery yang digunakan untuk meningkatkan sweep efficiency pada reservoir. Untuk meningkatkan sweep efficiency maka metode EOR yang

cocok adalah Chemical EOR (CEOR) sebab lebih menjanjikan karena beberapa faktor seperti efisiensi yang tinggi, cost yang rendah, dan fasilitas yang ekonomis (Agi et al., 2020). Menurut Sheng et al. (2015) injeksi polimer adalah salah satu metode *Enhanced Oil Recovery* (EOR), dengan cara menambahkan senyawa kimia pengental ke injeksi air, sehingga dapat meningkatkan viskositas air atau pendorong yang dapat mengurangi mobilitas ratio sehingga bisa meningkatkan sweep efficiency (Agi, Junin, & Gbadamosi, 2018; Needham & Doe, 1987; Putra & Temizel, 2018) dan meningkatkan *recovery factor* (Agi, Junin, & Gbadamosi, 2018; Rita, 2016). Polimer ada dua jenis, yaitu polimer sintesis dan biopolimer (Sheng et al., 2015).

Pemanfaatan *renewable energy* seperti pada masa sekarang ini cukup memikat (Dufresne, 2017). Menurut Xiao, dkk penelitian tentang aplikasi biomassa telah di aplikasikan pada berbagai sektor seperti farmasi, migas, biomedik, dll (M K Afdhol, Abdurrahman, et al., 2019) (Xue et al., 2017). Beberapa tumbuhan yang telah dijadikan biomassa seperti nenas (Muhammad Khairul Afdhol et al., 2020), sekam padi dan tongkol jagung (M K Afdhol et al., 2020), ampas teh (M K Afdhol, Lubis, et al., 2019) bubuk kopi (Muhammad Khairul Afdhol et al., 2017), dan cangkang sawit (M K Afdhol & Sanal, 2018; Yuliusman et al., 2017). Pemanfaatan tumbuhan sebagai biomassa dikarenakan kandungan biokimia seperti Selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang merupakan sumber material pembentuk biomassa. Dimana selulosa ini merupakan sumber polimer alami (Dufresne, 2017; Rudin, A: Choi, 2013), yang memiliki unit berulang D-anhidro-glukosa (C₆H₁₁O₅) yang bergabung dengan ikatan β -1,4-glikosida pada posisi C1 dan C4 (John & Anandjiwala, 2008).

Selama ini daun kapas hampir tidak pernah dimanfaatkan dalam industri migas. Padahal daun kapas memiliki kandungan fiber sekitar 21,69% (Raimi et al., 2014). Smole, et al mengatakannya bahwa kandungan selulosa pada serat daun dapat setinggi 70% (Jones et al., 2017). Sehingga daun kapas cocok digunakan sebagai bahan baku awal untuk biopolimer karena selulosa memiliki rantai polisakarida yang panjang dan stabil pada suhu tinggi (Agi, Junin, Gbonhinbor, et al., 2018)

Nonaselulosa atau selulosa nanomaterial mencakup material yang berasal dari selulosa dan turunannya yang memiliki ukuran nano partikel dengan range 1-100 nm (Agi, Junin, & Gbadamosi, 2018). Material nanoselulosa memiliki beberapa kelebihan seperti jejak karbon rendah, berkelanjutan, terbarukan, dapat didaur ulang, tidak beracun, dan ramah lingkungan (Dufresne, 2017; Xue et al., 2017). Biasanya nanoselulosa didapatkan dengan proses ekstraksi dari bahan biomassa (Xue et al., 2017)

Penerapan nanomaterial pada metode EOR telah mencatat banyak keberhasilan berdasarkan pada bahan dan metode ekstraksi yang digunakan. Ekstraksi nanoselulosa dari daun kapas memiliki kombinasi beberapa metode seperti sintesis asam askorbat, ultrasound, dan nanopresipitasi. Tidak menggunakan asam kuat (HCl dan H₂SO₄) karena mencatat hasil yang rendah dan jika dikombinasikan dengan metode ultrasound akan membuat nanoselulosa kehilangan kristalinitasnya (Agi et al., 2020)

Pada penelitian ini biopolimer yang dihasilkan dari nanoselulosa daun kapas atau *kapok leaf nanocellulose* yang disingkat (KLNC) akan dibandingkan dengan biopolimer dari xanthan gum. Karakteristik dari KLNC akan diteliti untuk melihat pengaruh KLNC terhadap peningkatan viskositas air pada berbagai konsentrasi. Selain itu penelitian ini dilakukan untuk melihat bentuk dan besar dari nanoselulosa yang terbentuk, dan juga untuk melihat biopolimer KLNC tahan terhadap kondisi reservoir serta sesuai standar yang digunakan pada industri perminyakan.

METODELOGI

Material

Daun kapas lokal, buah jeruk lokal, etanol 94%, NaCl dengan berat molekul 58.443 g/mol dan kemurnian 99%, *Vinegar* dengan konsentrasi asam asetat sebesar 5%, dan Xanthan Gum yang digunakan merupakan produk *multi chemical indotrading*

Pembuatan Biolimer Nanoselulosa Daun Kapas (KLNC)

Metode pembuatan bubuk kering daun kapas dan pembuatan asam askorbat pada penelitian ini sama dengan metode yang dilakukan oleh (Agi et al., 2019). Melarutkan

40 g KLNC ke dalam 20 mL cuka. Larutan tersebut ditambah etanol setetes demi setetes. Setelah itu, tambahkan ekstrak buah (asam askorbat) ke larutan pada perbandingan 1:10 (v/v). Kemudian larutan tersebut diaduk menggunakan stirrer magnetik selama 120 jam pada suhu 60°C. Lalu larutan diletakkan pada ultrasonic bath selama 1 jam. Hasilnya di sentrifugal untuk mendapatkan nanoselulosa daun kapas (KLNC) (Agi et al., 2020).

Menentukan Morfologi

Untuk menentukan morfologi KLNC dilakukan uji SEM. Uji SEM digunakan untuk menentukan bentuk dan besar ukuran KLNC (Abidin, Susanto, Sastra, & Puspasari, 2012) (Harini et al., 2018).

Membuat Larutan Biopolimer.

Biopolimer KLNC dan Xanthan Gum dibuat pada berbagai konsentrasi (1000, 1500, dan 2000 ppm) yang dilarutkan pada aquades dan diaduk menggunakan stirrer magnetik hingga homogen.

Uji Rheologi

Menguji viskositas Biopolimer KLNC dan xanthan gum dengan menggunakan redwood viskosimeter. Untuk uji shear rate biopolimer KLNC dan xanthan gum dengan menggunakan Fann VG Meter.

Uji Salinitas

Uji salinitas biopolimer dilakukan dengan melihat ketahanan nilai viskositas polimer pada berbagai kadar salinitas (500, 1000, 2000 ppm, 5000 ppm, 8000 ppm, 10.000 ppm, 15.000 ppm, dan 20.000 ppm) (Santoso & Kasmungin, 2017) (Obuebite et al., 2018)

Uji Thermal

Tes stabilitas *thermal* menentukan stabilitas viskositas polimer ketika dipanaskan ke suhu reservoir (Tobing & Eni, 2013) (Gajah et al., 2019). Diuji pada suhu standar 30°C dan suhu reservoir yaitu 60°C

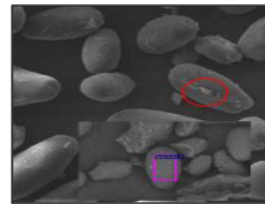
HASIL DAN DISKUSI

Bentuk Morfologi

Untuk menganalisis bentuk morfologi biopolimer KLNC dilakukan dengan menggunakan SEM. Ini memberikan bukti visual partikel yang terbentuk. Sumber dan proses ekstraksi biopolimer sangat menentukan bentuk, ukuran, dan morfologi butiran nanoselulosanya. KLNC menunjukkan bentuk

yang oval memanjang dengan ukuran partikel sekitar 1-10 μm (terlampir pada gambar 1) (Agi et al., 2020). Bentuk permukaan KLNC juga halus yang menunjukkan bahwa metode ekstraksi tidak menyebabkan kerusakan.

Bentuk nanopartikel bervariasi dari bulat, heksagonal, dan seperti batang. Suhu mempengaruhi bentuk bulat dari koagulasi Nanoselulosa selama proses sintesis (Ku & Maynard, 2005). Hal itu dikarenakan sistem pemanasan pada area yang terlokalisasi yang sempit dengan temperatur permukaan yang tinggi, nanopartikel dapat terbentuk dengan bulat. Ketika koagulasi antarpartikel berkurang maka bentuk partikel juga berubah dari bulat ke bentuk lain seperti heksagonal, batang, dll (Agi et al., 2020).



Gambar 1. Tes SEM

Bentuk nanopartikel bervariasi dari bulat, heksagonal, dan seperti batang. Suhu mempengaruhi bentuk bulat dari koagulasi Nanoselulosa selama proses sintesis (Ku & Maynard, 2005). Hal itu dikarenakan sistem pemanasan pada area yang terlokalisasi yang sempit dengan temperatur permukaan yang tinggi, nanopartikel dapat terbentuk dengan bulat. Ketika koagulasi antarpartikel berkurang maka bentuk partikel juga berubah dari bulat ke bentuk lain seperti heksagonal, batang, dll (Agi et al., 2020).

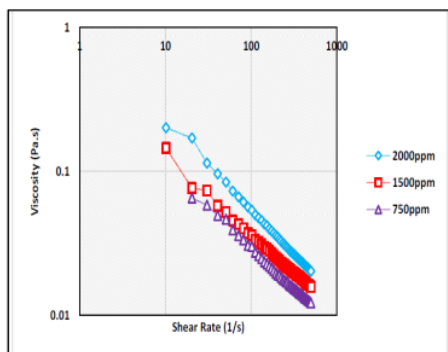
Uji Reologi

Semakin tinggi konsentrasi biopolimer maka viskositas akan semakin tinggi, hal itu terlihat jelas pada gambar 2. Viskositas pada konsentrasi 2000 ppm lebih tinggi dibandingkan dengan 1500 ppm dan viskositas 1500 ppm lebih tinggi dibandingkan dengan viskositas 750 ppm. Gambar 3 (Agi et al., 2020) menjelaskan penurunan viskositas polimer ketika nilai *shear rate* naik. Semakin tinggi *rate* yang digunakan maka viskositas akan semakin kecil dimana itu menunjukkan bahwa biopolimer yang dihasilkan memiliki sifat pseudoplastik. Gambar 3 juga

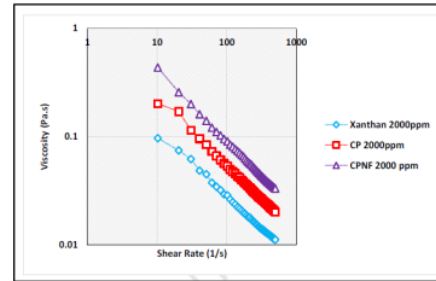
menunjukkan viskositas biopolimer KLNC lebih tinggi dibandingkan biopolimer xanthan gum. Dimana hal itu juga dipengaruhi oleh (Hatcher, 2016) dalam (Agi et al., 2020) yang menunjukkan ketahanan biopolimer KLNC sangat baik terhadap geser jika dibandingkan dengan xanthan gum.

Tingginya viskositas KLNC dibandingkan xanthan gum dikarenakan kecilnya ukuran nanopartikel KLNC yang mengakibatkan bertambahnya luas permukaan sehingga tersedianya ikatan antar partikel yang menjadikan larutan kohesif dan lebih kental (Adeleye et al., 2015). Ukuran partikel mempengaruhi sifat seperti kemampuan alir, kompaksi, viskositas, emulsi, dan suspensi (Ayorinde et al., 2013; Shafiee-Sabet et al., 2012). Penggunaan ekstraksi buah untuk proses sintesis memberikan muatan permukaan negatif pada permukaan nanopartikel dan kekuatan ionik dalam larutan (Agi et al., 2020) ¹

Gambar 3 menunjukkan penurunan viskositas polimer ketika nilai *shear rate* naik. Semakin tinggi *rate* yang digunakan maka viskositas akan semakin kecil dimana itu menunjukkan bahwa biopolimer yang dihasilkan merupakan fluida non-newtonian (Wang et al., 2003), perubahan viskositas terhadap *rate* juga menunjukkan bahwa polimer bersifat pseudoplastik. Gambar tiga juga menjelaskan jika viskositas polimer KLNC lebih tinggi dibandingkan dengan viskositas xanthan gum. (Hatcher, 2016) dalam (Agi et al., 2020) juga menunjukkan ketahanan biopolimer KLNC sangat baik terhadap geser jika dibandingkan dengan Xanthan komersial.



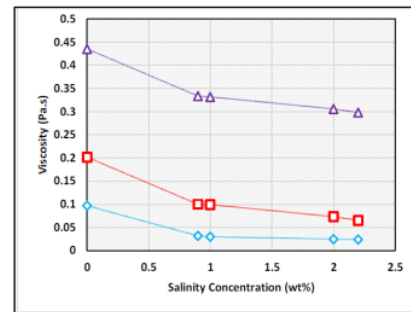
Gambar 1. Viskositas Vs Konsentrasi



Gambar 2. Shear Rate Vs Viskositas

Uji Salinitas

Kandungan garam pada suatu larutan sangat mempengaruhi viskositas biopolimer. Viskositas biopolimer KLNC dan Xanthan Gum pada konsentrasi sama dibandingkan, dimana kedua biopolimer ini dilarutkan pada salinitas 1000, 5000, dan 10.000 ppm.



Gambar 3. Salinitas Vs Konsentrasi

Gambar 4 menunjukkan semakin tinggi konsentrasi salinitas maka viskositas akan semakin berkurang (Agi et al., 2020). Saat dilarutkan dengan air yang memiliki salinitas maka kandungan garam pada larutan akan menyebabkan penurunan volum hidrodinamik dan tolakan elektrostatis antar partikel sehingga terjadi penurunan viskositas (Agi et al., 2020). Penurunan viskositas pada biopolimer KLNC lebih kecil dibandingkan dengan Xanthan Gum (gambar 4) hal itu dikarenakan ketersediaan air dan gugus karboksil yang meningkatkan muatan negatif yang sehingga menyebabkan peregangan antar partikel, yang menghasilkan peningkatan radius dan viskositas hidrodinamik (Agi et al., 2020). Selain itu biopolimer KLNC memiliki dua mekanisme yaitu nanopartikel akan terus mencoba untuk meningkatkan viskositas, tapi NaCl berusaha untuk menurunkan viskositas. Oleh karena itu viskositas KLNC lebih bagus dibanding dengan Xanthan Gum. Dari gambar

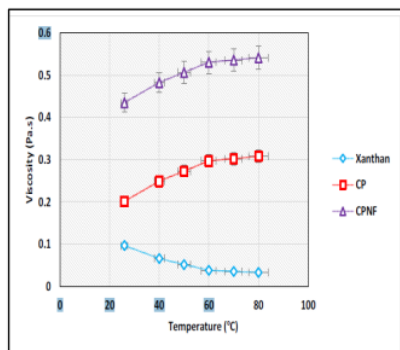
4 kita juga dapat melihat penurunan viskositas yang tidak terlalu signifikan sehingga dapat dikatakan biopolimer KLNC dapat tahan terhadap salinitas tinggi.

Uji Thermal

Gambar 5 menunjukkan pengaruh temperatur terhadap viskositas setiap larutan (KLNC dan Xanthan Gum) pada konsentrasi yang sama (Agi et al., 2020). Pada gambar 5 Viskositas Xanthan Gum terus menurun seiring bertambah tingginya temperatur yang meningkatkan mobilitas partikel sehingga terjadi penurunan interaksi antar partikel Xanthan. Sehingga menyebabkan gulungan makromolekul polimer yang membuat viskositas menjadi menurun. (Agi et al., 2020). Selain itu karena temperatur yang tinggi membuat ikatan hidrogen antara molekul menjadi lemah sehingga membuat hubungan antar molekul lemah dan viskositas menurun (Maurya & Mandal, 2016).

Sedangkan untuk KLNC bertolak belakang yaitu viskositas meningkat seiring naiknya temperatur (gambar 5). hal ini juga dilaporkan oleh (Agi et al., 2020; Li et al., 2017), hal itu mungkin disebabkan oleh ikatan hidrofobik pada peningkatan temperatur yang sistem pengikatan larutannya meningkatkan kekuatan tarik dan mendorong pembentukan ikatan kohesif yang kuat antara partikel (Eichie & Amalime, 2007). Untuk KLNC pengembangan tautan 3-dimensi setelah proses sintesis berpengaruh atas peningkatan viskositas.

Tautan yang terbentuk pada biopolimer KLNC masih efektif pada suhu tinggi yang mengarah ada stabilitas *thermal* biopolimer KLNC di bandingkan dengan biopolimer Xanthan Gum.



Gambar 5. Suhu Vs Viskositas

KESIMPULAN

Setelah ditelusuri maka diketahui bahwa proses ekstraksi mempengaruhi bentuk dan ukuran dari partikel dimana pada proses ekstraksi yang dilakukan pada paper ini cocok terhadap daun kapas. Viskositas polimer KLNC lebih tinggi dibandingkan dengan xanthan gum. Uji *shear rate* menunjukkan polimer KLNC sama dengan xanthan gum yaitu sama sama bersifat pseudoplastik. Polimer KLNC juga menunjukkan ketahanan pada salinitas yang tinggi. uji thermal menunjukkan semakin tinggi suhu maka viskositas polimer KLNC terus naik, hal itu berbanding terbalik dengan polimer xanthan gum. Sehingga Biopolimer KLNC berpotensi untuk di kembangkan dan di teliti lebih lanjut.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini didanai oleh Kementerian Riset dan Teknologi/Badan Riset dan Inovasi Nasional pada skema Penelitian Dosen Pemula (01/KONTRAK/LPPM/4-2020).

REFERENSI

- Abidin, A. Z., Susanto, G., Sastra, N. M. T., & Puspasari, T. (2012). Sintesis dan karakterisasi Polimer Superabsorban dari Akrilamida. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, 11(2), 87–93.
- Adeleye, O. A., Femi-Oyewo, M. N., Odeniyi, M. A., & Adeleye, O. (2015). Physicochemical and rheological characterization of *Cissus populnea* gum extracted by different solvents 1 1 2. *West African Journal of Pharmacy*, 26(1), 113–126.
- Afdhol, M K, Abdurrahman, M., Hidayat, F., Chong, F. K., & Mohd Zaid, H. F. (2019). Review of Solvents Based on Biomass for Mitigation of Wax Paraffin in Indonesian Oilfield. *Applied Sciences*, 9(24), 5499.
- Afdhol, M K, Hidayat, F., Abdurrahman, M., Husna, U. Z., Sari, N. P., & Wijaya, R. K. (2020). A Laboratory Scale Synthesis of Ethanol from Agricultural Waste as Bio-based Solvent for Waxy-Paraffinic Crude Oil Mitigation. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 854(1), 12017.

- 4 Afdhol, M K, Lubis, H. Z., & Siregar, C. P. (2019). Bioethanol Production from Tea Waste as a Basic Ingredient in Renewable Energy Sources. *Journal of Earth Energy Engineering*, 8(1), 21. [https://doi.org/10.25299/jeee.2019.vol8\(1\).2602](https://doi.org/10.25299/jeee.2019.vol8(1).2602)
- 4 Afdhol, M K, & Sanal, A. (2018). Carbon monoxide and methane adsorption of crude oil refinery using activated carbon from palm shells as biosorbent. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 316(1), 12016.
- Afdhol, Muhammad Khairul, Erfando, T., Hidayat, F., Hasibuan, R., Hasibuan, M. Y., & Siregar, C. P. (2020). Application of Pineapple Skin Waste as a Source of Biosolvent for Use as Wax Inhibitor. *Journal of Earth Energy Engineering*, 9(2), 102–111.
- Afdhol, Muhammad Khairul, Haris, F., Amiliana, R. A., Hanafi, A., & Ramadhan, I. T. (2017). Production of activated carbon from coffee grounds using chemical and physical activation method. *Advanced Science Letters*, 23(6), 5751–5755.
- 4 Agi, A., Junin, R., Abdullah, M. O., Jaafar, M. Z., Arsad, A., Sulaiman, W. R. W., Norddin, M. N. A. M., Abdurrahman, M., Abbas, A., & Gbadamosi, A. (2020). Application of polymeric nanofluid in enhancing oil recovery at reservoir condition. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 107476.
- 4 Agi, A., Junin, R., & Gbadamosi, A. (2018). Mechanism governing nanoparticle flow behaviour in porous media: insight for enhanced oil recovery applications. *International Nano Letters*, 8(2), 49–77. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s40089-018-0237-3>
- 4 Agi, A., Junin, R., Gbadamosi, A., Abbas, A., Azli, N. B., & Oseh, J. (2019). Influence of nanoprecipitation on crystalline starch nanoparticle formed by ultrasonic assisted weak-acid hydrolysis of cassava starch and the rheology of their solutions. *Chemical Engineering and Processing - Process Intensification*, 142(March). <https://doi.org/10.1016/j.cep.2019.10755>
- 6
- 4 Agi, A., Junin, R., Gbonhinbor, J., & Onyekonwu, M. (2018). Natural polymer flow behaviour in porous media for enhanced oil recovery applications: a review. *Journal of Petroleum Exploration and Production Technology*, 8(4), 1349–1362. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s13202-018-0434-7>
- Ayorinde, J. O., Itiola, A. O., & Odeniyi, M. A. (2013). Effects of excipients and formulation types on compressional properties of diclofenac. *Acta Poloniae Pharmaceutica - Drug Research*, 70(3), 557–566.
- 4 Dufresne, A. (2017). Cellulose nanomaterial reinforced polymer nanocomposites. *Current Opinion in Colloid and Interface Science*, 29, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.cocis.2017.01.004>
- Eichie, F. E., & Amalime, A. E. (2007). Evaluation of the binder effects of the gum mucilages of *Cissus populnea* and *Acacia senegal* on the mechanical properties of paracetamol tablets. *African Journal of Biotechnology*, 6(19), 2208–2211. <https://doi.org/10.5897/AJB2007.000-2345>
- Gajah, G., Susantry, I. A., Ramas, E. W., & Hidayat, R. (2019). *Indonesian Local Biopolymer for Enhanced Oil Recovery from Seeds of Kluwih*.
- Harini, K., Ramya, K., & Sukumar, M. (2018). Extraction of nano cellulose fibers from the banana peel and bract for production of acetyl and lauroyl cellulose. *Carbohydrate Polymers*, 201, 329–339. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.08.081>
- 4 John, M. J., & Anandjiwala, R. D. (2008). Recent developments in chemical modification and characterization of natural fiber-reinforced composites. *Polymer Composites*, 29(2), 187–207.
- Jones, D., Ormondroyd, G. O., Curling, S. F., Popescu, C.-M., & Popescu, M.-C. (2017). Chemical compositions of natural

- fibres. In *Advanced High Strength Natural Fibre Composites in Construction* (pp. 23–58). Elsevier.
- Ku, B. K., & Maynard, A. D. (2005). Comparing aerosol surface-area measurements of monodisperse ultrafine silver agglomerates by mobility analysis, transmission electron microscopy and diffusion charging. *Journal of Aerosol Science*, 36(9), 1108–1124. <https://doi.org/10.1016/j.jaerosci.2004.12.003>
- Li, Q., Wei, B., Lu, L., Li, Y., Wen, Y., Pu, W., Li, H., & Wang, C. (2017). Investigation of physical properties and displacement mechanisms of surface-grafted nano-cellulose fluids for enhanced oil recovery. *Fuel*, 207, 352–364. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2017.06.103>
- Maurya, N. K., & Mandal, A. (2016). Studies on behavior of suspension of silica nanoparticle in aqueous polyacrylamide solution for application in enhanced oil recovery. *Petroleum Science and Technology*, 34(5), 429–436. <https://doi.org/10.1080/10916466.2016.1145693>
- Needham, R. B., & Doe, P. H. (1987). Polymer Flooding Review. *JPT, Journal of Petroleum Technology*, 39(12), 1503–1507. <https://doi.org/10.2118/17140-PA>
- 4 Obuebite, A. A., Onyekonwu, M. O., Akaranta, O., & Uzoho, C. U. (2018). Effect of Salinity and Divalent Ions on Local Bio Polymers. *SPE Nigeria Annual International Conference and Exhibition*.
- OPEC. (2020). World oil outlook. In *OPEC Secretariat*, (Vol. 4, Issue 7). <https://doi.org/10.1190/1.1439163>
- 4 Putra, D. F., & Temizel, C. (2018). The Optimization and Analysis of Hydrocarbon Recovery under Injection of Biopolymer, Synthetic Polymer and Gels in a Heterogeneous Reservoir. *Journal of Earth Energy Engineering*, 7(1), 19–41. [https://doi.org/10.25299/jeee.2018.vol7\(1\).1301](https://doi.org/10.25299/jeee.2018.vol7(1).1301)
- Raimi, M. M., Oyekanmi, A. M., & Farombi, A. G. (2014). Proximate and phytochemical composition of leaves of *Ceiba pentandra*, *Manihot esculentus* and *Abelmoschus esculentus* in Southwestern Nigeria. *Sci Res J*, 2, 30–34.
- Rita, N. (2016). Analisis Sensitivitas Salinitas dan Adsorpsi Injeksi Surfaktan-Polimer Menggunakan Simulasi Reservoir Pada Reservoir Berlapis Lapangan NA. *Journal of Earth Energy Engineering*, 5(2), 1–17. <https://doi.org/10.22549/jeee.v5i2.476>
- Rudin, A: Choi, P. (2013). *Biopolymers 13* (pp. 521–535). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-382178-2.00013-4>
- Santoso, A., & Kasmungin, S. (2017). KAJIAN AWAL LABORATORIUM MENGENAI VISKOSITAS POLIMER TERHADAP PENGARUH SALINITAS, TEMPERATUR DAN KONSENTRASI POLIMER (Laboratorium Study). *PROSIDING SEMINAR NASIONAL CENDEKIAWAN*, 1–6.
- Shafiei-Sabet, S., Hamad, W. Y., & Hatzikiriakos, S. G. (2012). Rheology of nanocrystalline cellulose aqueous suspensions. *Langmuir*, 28(49), 17124–17133. <https://doi.org/10.1021/la303380v>
- Sheng, J. J., Leonhardt, B., & Gmbh, W. H. (2015). *Status of Polymer-Flooding Technology. October 2014*.
- 4 Tobing, E. M., & Eni, H. (2013). Peningkatan Perolehan Reservoir Minyak'R'dengan Injeksi Alkali-Surfaktan-Polimer pada Skala Laboratorium. *Lembaran Publikasi Minyak Dan Gas Bumi*, 47(2), 87–93.
- Wang, W., Liu, Y., & Gu, Y. (2003). Application of a Novel Polymer System in Chemical Enhanced Oil Recovery (EOR). *Colloid and Polymer Science*, 281(11), 1046–1054.
- 4 Xue, Y., Mou, Z., & Xiao, H. (2017). Nanocellulose as a sustainable biomass material: Structure, properties, present status and future prospects in biomedical applications. *Nanoscale*, 9(39), 14758–14781. <https://doi.org/10.1039/c7nr04994c>

Yuliusman, Nasruddin, Afdhol, M. K.,
Amiliana, R. A., & Hanafi, A. (2017).
Preparation of Activated Carbon from
Palm Shells Using KOH and ZnCl₂ as
the Activating Agent. *IOP Conference*

*Series: Earth and Environmental
Science,* 75(1).
[https://doi.org/10.1088/1755-
1315/75/1/012009](https://doi.org/10.1088/1755-1315/75/1/012009)

potensi biopolimer

ORIGINALITY REPORT

21 %
SIMILARITY INDEX

23 %
INTERNET SOURCES

3 %
PUBLICATIONS

5 %
STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	www.researchgate.net Internet Source	9 %
2	Submitted to Fakultas Teknologi Kebumian dan Energi Universitas Trisakti Student Paper	5 %
3	garuda.kemdikbud.go.id Internet Source	4 %
4	journal.lemigas.esdm.go.id Internet Source	4 %

Exclude quotes On
Exclude bibliography Off

Exclude matches < 3%