

DAMPAK LINGKUNGAN PENGGUNAAN BIOPOLIMER SEBAGAI PERKUATAN TANAH DASAR RAMAH LINGKUNGAN (Studi Kasus Jalan Karanggede – Juwangi)

Bagus Guritno^{1,*}, Dewi Amalia²)

¹)Jurusan Teknik Sipil Universitas Pertamina

Jl. Teuku Nyak Arief, RT 7/RW 8 Simprug kec. Kebayoran Lama, Jakarta 12220

²)Magister Terapan Rekayasa Infrastruktur, Pascasarjana,
Politeknik Negeri Bandung

Jln. Gegerkalong Hilir, Ds. Ciwaruga, Bandung 40559

*)Correspondent Author: bagus.g@universitaspertamina.ac.id

Abstract

According to Indonesian Geological Agency Karanggede – Juwangi Road, Boyolali Regency stands on expansive clay soil. This expansive clay causes road damage, like crocodile skin cracks, longitudinal cracks, and potholes. One of the alternative improvements used is to provide environmentally friendly reinforcement in the form of biopolymers. In addition to providing soil stability, the application of biopolymers can also increase soil strength. The biopolymers used in this study were XG (Xantahan Gum), GG (Guar Gum), and CHI (Chitosan). XG biopolymer is known to provide an increase in strength of up to 900%, but the content of TDS (Total Dissolved Solids) exceeds the safe limit of water quality standards for sanitation. Meanwhile, the GG and CHI biopolymers still provide a strength increase of 200% to 400% while maintaining the environmental carrying capacity (groundwater).

Keywords: *biopolymer, environment, clay, expansive, TDS (Total Dissolved Solids)*

PENDAHULUAN

Rata dan mulusnya jalan merupakan dambaan setiap pengemudi kendaraan karena jalan tersebut membuat biaya pemeliharaan kendaraan menjadi besar. Kerusakan konstruksi jalan pada umumnya dapat disebabkan oleh kerusakan konstruksi di bawahnya (Yahya, 2015). Kerusakan konstruksi jalan juga terjadi pada Jalan Karanggede – Juwangi Kabupaten Boyolali. Ruas Jalan Karanggede – Juwangi Kabupaten Boyolali berdiri di atas tanah lunak dan ekspansif menurut peta sebaran tanah lempung bermasalah (Tulus, 2019). Gambar 1 memberikan informasi mengenai ruas

Jalan Karanggede – Juwangi yang mengalami kerusakan berupa retak memanjang, retak kulit buaya, hingga lubang. Jalan tersebut baru mengalami perbaikan pada 12 desember 2021. Jalan kembali mengalami kerusakan setelah kurang dari satu bulan (2 Januari 2022 (tanggal pengambilan gambar)). Hal ini dapat menjadi indikasi bahwa infrastruktur tersebut berdiri di atas tanah ekspansif dengan tingkat keaktifan tinggi.

Efek dari tanah ekspansif tersebut akan berdampak pada kemampuan jalan menerima beban, sehingga ketika pada musim hujan tanah di daerah tersebut akan

mengalami penurunan daya dukung tanah (Raditya, Zaika dan Rachmansyah, 2016). Tanah kembang susut (*swelling soil*) merupakan tanah

yang sensitif terhadap perubahan kadar air. *Swelling soil* rentan terhadap keretakan (*crack*) (Amalia, Guritno and Firuliadhim, 2021).



Gambar 1. Kerusakan jalan pada Jalan Karanggede – Juwangi

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengatasi perilaku tanah ekspansif yang kurang menguntungkan tersebut adalah menggunakan stabilisasi. Salah satu bahan stabilisasi yang dapat digunakan untuk stabilisasi tanah adalah biopolimer. Biopolimer adalah material polimer yang berasal dari alam. Polimer adalah material yang dibentuk oleh satuan struktur berupa monomer yang berulang. Polimer dapat dibentuk secara alami maupun buatan. Polimer buatan dibuat dari sintesis dan semisintesis, adapula polimer yang tersedia di alam atau alami (Mawarani, 2019). Biopolimer adalah bahan kimia alami yang dapat digunakan untuk keperluan

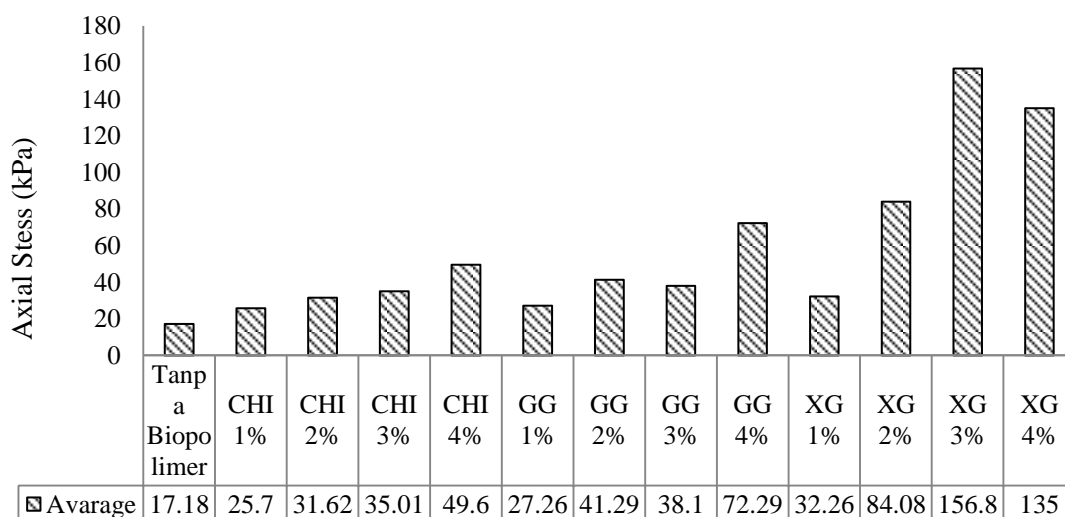
geotechnical engineering berkelanjutan (Bocheńska, dkk, 2022).

Pengujian kekuatan dengan biopolimer sudah banyak dilakukan (Chen, dkk, 2020), dari pengujian tersebut dapat diketahui bahwa pemberian biopolimer dapat meningkatkan kekuatan mekanis tanah hingga lebih dari 100%. Penambahan kekuatan mekanis dipengaruhi jenis tanah, kadar air, kandungan biopolimer, dan metode pencampuran (Chang, dkk, 2015). Hanya saja, pengujian biopolimer terhadap dampak lingkungan yang ditimbulkan belum banyak dilakukan. Sebagaimana diketahui bahwa pencemaran air tanah dipengaruhi oleh faktor fisik alami dan faktor fisik non alami (Yorhanita, 2001). Penambahan biopolimer dapat

dikategorikan sebagai pencemaran air secara fisik non alami. Adapun secara alami mutu air tanah sangat dipengaruhi oleh komposisi kimia dalam air tanah (Darwis, 2018). Dari sini terlihat bahwa perlu adanya penelitian mengenai kualitas lingkungan dalam penggunaan biopolimer sebagai perkuatan ramah lingkungan (studi kasus jalan karanggede – juwangi).

Pada pengujian (Guritno. dkk, 2021) diketahui bahwa penggunaan biopolimer dapat meningkatkan kekuatan mekanis. Biopolimer XG diketahui dapat meningkatkan

kekuatan mekanis tanah paling tinggi ketimbang CHI dan GG, sedangkan CHI memberikan peningkatan kekuatan mekanis paling rendah. Gambar 2 menjelaskan tentang kuat tekan rata-rata tanah sebelum dan setelah diberikan biopolimer. Pemberian biopolimer XG dengan kandungan 3% dapat memberikan kekuatan tekan pada tanah tertinggi dari campuran lainnya. Sedangkan untuk CHI dan GG peningkatan kuat tekan tanah tertinggi sama-sama terdapat pada 4% penambahan biopolimer (Guritno. dkk, 2021).



Gambar 2. Rekapitulasi kuat tekan tanah
Sumber : (Guritno, dkk, 2021)

METODE PENELITIAN

Penelitian ini secara umum membahas pengaruh kualitas air pada Ruas Jalan Karanggede – Juwangi terhadap pencampuran tiga macam biopolimer, yakni *Chitosan* (CHI), *Guar Gum* (GG), dan *Xantahan Gum* (XG). Ketiga biopolimer tersebut kemudian dicampurkan kedalam air yang diambil pada daerah Karanggede

dan Juwangi dengan konsentrasi yang sama. Pengujian yang dilakukan meliputi kekeruhan, warna, TDS (*Total Dissolved Solid*), pH, suhu, kandungan garam, rasa dan bau. Pengujian kekeruhan dilakukan dengan alat spektrometer yang menggunakan prinsip kerja hukum lambert, yakni jika suatu sumber cahaya monokromatik melewati medium

transparan, maka intensitas cahaya yang diteruskan akan berkurang seiring dengan bertambahnya ketelaban medium yang mengabsorpsi (Suarsa, 2015). Alat Salinitas meter digunakan untuk melakukan pengujian TDS, pH, suhu, dan kandungan garam. Sedangkan pengujian sisanya menggunakan metode organoleptik, yakni penilaian menggunakan alat indera manusia yang meliputi spesifikasi mutu kenampakan, bau, rasa, dan konsistensi/tekstur. Seluruh pengujian mengacu pada Peraturan

Menteri kesehatan no. 32 Tahun 2017 tentang *hygiene* sanitasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Melalui Tabel 1 dapat diketahui bahwa air pada lokasi penelitian memenuhi batas aman permenkes No. 32 Tahun 2017 tentang baku mutu air untuk sanitasi. Secara visual seluruh air tidak berwarna (bening), tidak berasa, dan tidak berbau. Setelah dianalisis lebih lanjut diketahui juga nilai kekeruhan, TDS, pH, suhu, dan kandungan garamnya masih dalam batas aman penggunaan air untuk sanitasi.

Tabel 1. Pengujian air tanpa campuran biopolimer

Parameter	Tanpa Biopolimer 1	Tanpa Biopolimer 2	Batas Aman permenkes no. 32 tahun 2017
Kekeruhan	1.34	1.33	<25
Warna	Bening	Bening	Bening
TDS	736.0	730.5	<1000
pH	7.14	7.15	6.5 - 8.5
Suhu	24.65	24.65	15 - 35
Kandungan Garam	0.07	0.07	<0.5
Rasa	Tidak Berasa	Tidak Berasa	Tidak Berasa
Bau	Tidak Berbau	Tidak Berbau	Tidak Berbau

Tabel 2 menjelaskan tentang kualitas air setelah diberikan campuran biopolimer. Penggunaan biopolimer XG meskipun memberikan peningkatan kekuatan tanah paling tinggi namun ketika diuji dengan standar permenkes No. 32 Tahun 2017 diketahui tidak aman, yakni pada nilai

TDSnya yang melebihi 1000. Sedangkan biopolimer CHI dan GG tidak memberikan dampak penurunan kesehatan lingkungan khususnya air. Melalui Gambar 3 diketahui secara visual pemberian biopolimer XG akan memberikan visual yang paling keruh ketimbang dua biopolimer lainnya.

Tabel 2. Pengujian air dengan campuran biopolimer

Parameter	CHI	GG	XG	Batas Aman permenkes no. 32 tahun 2017
Kekeruhan	11.65	1.46	5.81	<25
Warna	Bening	Bening	Bening	Bening

TDS	997.5	798.5	1789.5	<1000
pH	7.77	7.54	7.4	6.5 - 8.5
Suhu	25.1	29.1	26.55	15 - 35
Kandungan Garam	0.1	0.07	0.18	<0.5
Rasa	Tidak Berasa	Tidak Berasa	Tidak Berasa	Tidak Berasa
Bau	Tidak Berbau	Tidak Berbau	Tidak Berbau	Tidak Berbau



Gambar 3. Kiri ke kanan (air tanpa biopolimer, campuran CHI, campuran GG, campuran XG)

SIMPULAN

Melalui penelitian ini diketahui bahwa penggunaan biopolimer XG walaupun memberikan peningkatan kekuatan tanah terbesar yakni sebesar 900%, namun memberikan dampak lingkungan yang paling buruk (TDS>1000). Sedangkan penggunaan biopolimer CHI dan GG tidak memberikan dampak buruk pada lingkungan sesuai Permenkes No. 32 Tahun 2017 dengan peningkatan kekuatan sebesar 200% untuk CHI dan 400% untuk GG. Biopolimer CHI dan GG sangat dianjurkan untuk bahan stabilisasi tanah, karena selain memberikan peningkatan kekuatan mekanis juga aman untuk lingkungan. Untuk melengkapi pengujian perlu ditambah pengujian air secara biologis, seperti pengujian bakteri.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, D., Guritno, B. and Firuliadhim, G., 2021, *Pengaruh Biopolimer Pada Stabilitas Lereng Swelling soil*. Borneo Engineering, 307-316
- Bocheńska, M. dkk., 2022, *Effect of Chitosan Solution on Low-Cohesive Soil's Shear Modulus G Determined through Resonant Column and Torsional Shearing Tests*. Applied Sciences, 12 (11), p. 5332
- Chang, I. dkk., 2015, *Effects of Xanthan gum biopolymer on soil strengthening*. Construction and Building Materials, 74, pp. 65–72
- Chen, C. et al., 2020, *Exploring environmentally friendly biopolymer material effect on soil tensile and compressive*

- behavior*. International Journal of Environmental Research and Public Health, 17 (23), pp. 1–13
- Darwis, 2018, *Pengelolaan Air Tanah*. 1st edn. Edited by A. Kodir. Yogyakarta: Pustaka AQ
- Guritno, B. et al., 2021, *Biopolymer as Environmentally Friendly Reinforcement to Overcome Cracked Soil Problems on Expansive Soil: A Case Study at Karanggede-Juwangi Road*. Proceedings of the 2nd International Seminar of Science and Applied Technology 2021. 264-270
- Mawarani, L.J., 2019, *Development Of Natural Starch-Based Biopolymers With Addition Of Beeswax As Environment-Friendly Plastics*
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017
- Raditya, A.G., Zaika, Y. and Rachmansyah, A., 2016, *Perubahan Perilaku Tanah Ekspansif Akibat Stabilisasi Menggunakan Metode Deep Soil Mixing Pola Panels Dengan Kapur 8% (Stabilization of Expansive Soil by using Deep Soil Mixing of 8% Lime with Panels Configuration)*
- Tulus Pramudyo, 2019, *Atlas Sebaran Batulempung Bermasalah*. 1st edn. Edited by S. Andiani. Bandung: Badan Geodologi Pusat Air Tanah Dan Geologi Tata Lingkungan
- Wayan Suarsa, I., 2015, *Spektroskopi*. Universitas Udayana
- Yahya, R.G., 2015, *Kerusakan Jalan Raya Akibat Tanah Mengembang*. Jurnal Teknik Sipil, 11 (1), pp. 63–74
- Yorhanita, F., 2001, *Zonasi Potensi Pencemaran Air Tanah Pada Teras Sungai Code Yogyakarta (Zoning the Potential Groundwaler Pollution at Code River Terrace, Yogyakarta)*. Yogyakarta