

Penggunaan Ragi (*Dry Yeast*) dengan Pelarut Air Suling $\text{pH} \geq 8$ sebagai Bahan Alternatif Perbaikan Retak Beton Berbasis Biomaterial

Prima Yane Putri^{1*}, Nathasa Putri²

^{1,2}Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang, 25132 Indonesia

*Corresponding author, e-mail: primayaneputri@ft.unp.ac.id

Received 2nd May 2023; 1st Revision 10th May 2023; Accepted 19th June 2023

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana kemampuan ragi dengan pelarut air suling dengan $\text{pH} \geq 8$ untuk menghasilkan endapan kalsium karbonat yang digunakan untuk memperbaiki retak pada beton. Air suling digunakan sebagai pengganti larutan Tris Buffer yang mahal. Penelitian dilakukan dengan cara membuat campuran antara glukosa, kalsium karbonat dan berbagai macam konsentrasi ragi. Konsentrasi yang digunakan adalah 13 g/L, 16 g/L, 19 g/L, 22 g/L, 25 g/L, 28 g/L, 31 g/L, 34 g/L, 37 g/L dan 40 g/L, sedangkan untuk kalsium asetat monohidrat digunakan sebanyak 8,1 g, glukosa 11,43 g untuk 32,5 ml campuran. Campuran lalu diendapkan selama 7 hari dengan suhu 30°C agar pengendapan terjadi dengan sempurna. Selama pengendapan pH diukur setiap hari untuk mengetahui tingkat penurunan pH. Penurunan pH terbanyak ada pada campuran ragi dengan konsentrasi 40 g/L dengan pH air 9,09. Dari hasil pengendapan selama 7 hari dengan suhu 30°C didapatkan bahwa endapan terbanyak ada pada konsentrasi ragi 34 g/L dengan molaritas campuran yang dapat digunakan adalah 1,95 mol/L glukosa, 1,41 mol/L kalsium asetat monohidrat dan 34 g/L ragi.

Kata Kunci: Retak; Ragi; Kalsium Karbonat

ABSTRACT

This study was conducted to determine the ability of yeast with distilled water solvent with a pH of 8 to produce calcium carbonate deposits which are used to repair cracks in concrete. Distilled water is used instead of the expensive Tris Buffer solution. The research was conducted by making a mixture of glucose, calcium carbonate and various concentrations of yeast. The concentrations used were 13 g/L, 16 g/L, 19 g/L, 22 g/L, 25 g/L, 28 g/L, 31 g/L, 34 g/L, 37 g/L and 40 g/L, while for calcium acetate monohydrate used as much as 8.1 g, glucose 11.43 g for 32.5 ml of the mixture. The mixture was then deposited for 7 days at a temperature of 30°C so that the precipitation would occur perfectly. During precipitation, the pH was measured every day to determine the degree of decrease in pH. The greatest decrease in pH was in the yeast mixture with a concentration of 40 g/L with a water pH of 9.09. From the results of precipitation for 7 days at a temperature of 30°C, it was found that the highest concentration of yeast was 34 g/L with a mixed molarity that could be used were 1.95 mol/L glucose, 1.41 mol/L calcium acetate monohydrate and 34 g/L yeast.

Keywords: Crack; Yeast; Calcium Carbonate

Copyright © Prima Yane Putri, Nathasa Putri

This is an open access article under the: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

PENDAHULUAN

Beton memiliki banyak sekali keunggulan diantaranya adalah harga yang relatif murah, termasuk bahan yang awet, kuat tekannya cukup tinggi, pengerjaannya relatif mudah dan umum. Selain sekian banyak keunggulan yang dimiliki, beton memiliki beberapa kekurangan yang dapat berakibat fatal pada struktur, diantaranya jika tidak dipadatkan dengan benar maka akan terjadi pemisahan agregat, beton keras memiliki kelas kekuatan sehingga harus disesuaikan dengan bagian bangunan yang akan dibuat, dan beton memiliki kuat tarik yang rendah. Meskipun dalam proses konstruksinya pembuatan beton sudah dilakukan dengan sebaik mungkin, kerusakan kecil maupun besar pada beton masih saja terjadi. Kerusakan pada beton tidak dapat dihindarkan mengingat umur pakai beton yang lama. Salah satu kerusakan yang umum terjadi pada beton adalah retak. Menurut (Ariyanto, 2020) retak (*cracks*) adalah pecah pada beton dalam bentuk garis panjang sempit akibat dari cuaca panas dan berangin. Kerusakannya bersifat dangkal dan saling berhubungan.

Ada beberapa material yang dapat digunakan dalam perbaikan retak beton diantaranya *epoxy resin*, semen *grouting*, dan *polyurethane*. Sebagian besar bahan-bahan untuk memperbaiki retak beton adalah bahan-bahan kimia yang dapat merusak lingkungan. Selain itu bahan perbaikan konvensional ini memiliki viskositas yang rendah sehingga tidak optimal untuk memperbaiki retak pada celah beton sempit. Selain perbaikan menggunakan bahan kimia, telah dikembangkan metode perbaikan beton *self healing*. *Self Healing* adalah kemampuan beton untuk memperbaiki dirinya sendiri dengan bantuan mikroorganisme yang di campurkan ke dalam adukan beton segar ataupun diinjeksikan saat beton sudah keras. Banyak konsep perbaikan beton yang telah dikembangkan, salah satu yang paling menarik secara ilmiah adalah penyembuhan menggunakan mikroorganisme berbasis bio atau dengan menambahkan biomaterial.

Salah satu teknik yang mampu memperbaiki retak beton adalah *Microbial Induced Calcium Carbonate Precipitation (MICP)*. MICP adalah proses biologis dimana metabolisme bakteri aktif menghasilkan pengendapan kalsium karbonat. Campuran biomaterial dibuat dengan menggunakan *glucose* dan *calcium acetate* dan ragi sebagai bahan utama lalu dilarutkan kedalam larutan penyangga *tris 2-amino-2 hydroxymethyl-1,3 propanediol / (HOCH₂)₃CNH₂*. Namun larutan penyangga *tris 2-Amino-2 hydroxymethyl-1,3 propanediol / (HOCH₂)₃CNH₂* memiliki harga yang mahal, hal ini menyebabkan biaya untuk membuat campuran biomaterial menjadi mahal.

Untuk mengganti larutan penyangga *tris 2-amino-2 hydroxymethyl-1,3 propanediol / (HOCH₂)₃CNH₂* digunakan air suling dengan $\text{pH} \geq 8$. Penggantian larutan penyangga *tris 2-amino-2 hydroxymethyl-1,3 propanediol / (HOCH₂)₃CNH₂* dengan air suling bertujuan untuk menghemat biaya pembuatan campuran biomaterial berbahan dasar ragi. Selain itu air suling juga merupakan material yang mudah didapatkan. Untuk mendapatkan jumlah endapan kalsium karbonat yang optimal dalam campuran biomaterial berbahan dasar ragi dengan pelarut air suling, diperlukan serangkaian percobaan. Maka dari itu penulis tertarik untuk melakukan penelitian yang menggunakan air suling dengan $\text{pH} \geq 8$ sebagai pelarut dalam campuran biomaterial berbahan dasar ragi

METODE

Penelitian berlokasi di Laboratorium Bahan Bangunan Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. Pengumpulan data dan percobaan dilakukan dalam waktu 1 bulan

(jam kerja), yaitu dengan melakukan percobaan di laboratorium.

Data yang dibutuhkan adalah data primer. Data primer adalah data yang diberikan atau diperoleh langsung oleh pengumpul data. Pada tugas akhir ini data primer yang dibutuhkan adalah:

1. Spesifikasi bahan dasar yang diperlukan
2. Spesifikasi air suling sebagai pelarut
3. Rencana Komposisi Larutan

Tabel 1. Rencana Komposisi Larutan dengan pelarut air suling pH ≥ 8 .

No. Sampel	Konsentrasi Ragi	<i>Glucose</i>	<i>Calcium Acetate Monohydrate</i>	Banyak sampel
	g/L	g/L	g/L	Buah
1	13	11,43	8,1	3
2	16	11,43	8,1	3
3	19	11,43	8,1	3
4	22	11,43	8,1	3
5	25	11,43	8,1	3
6	28	11,43	8,1	3
7	31	11,43	8,1	3
8	34	11,43	8,1	3
9	37	11,43	8,1	3
10	40	11,43	8,1	3

Tabel 2. Rencana Komposisi larutan dengan pelarut air suling pH ≥ 9 .

No. Sampel	Konsentrasi Ragi	<i>Glucose</i>	<i>Calcium Acetate Monohydrate</i>	Banyak sampel
	g/L	g/L	g/L	Buah
1	13	11,43	8,1	3
2	16	11,43	8,1	3
3	19	11,43	8,1	3
4	22	11,43	8,1	3
5	25	11,43	8,1	3
6	28	11,43	8,1	3
7	31	11,43	8,1	3
8	34	11,43	8,1	3
9	37	11,43	8,1	3
10	40	11,43	8,1	3

Pengujian dilakukan dengan metode *tube precipitation* untuk mengukur pH dalam campuran selama dan setelah reaksi. Alat dan bahan yang diperlukan adalah:

Bahan yang diperlukan:

1. Ragi
2. *Calcium acetate monohydrate* / $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca} \cdot \text{H}_2\text{O}$
3. *Glucose* / $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
4. Air suling dengan pH ≥ 8 dan pH ≥ 9

Alat yang diperlukan:

1. *Test Tube*
2. Timbangan digital
3. Pengaduk
4. Tabung reaksi

5. pH meter
6. Ca meter

Jumlah presipitasi Kalsium Karbonat (CaCO₃) dapat dihitung dari pengukuran nilai kalsium ion dengan rumus:

$$\text{Tingkat penurunan ion kalsium} = \frac{[Co]-[Ca]}{[Co]}$$

$$\text{CaCO}_3 = [Q] \times m \times M \times \frac{[Co]-[Ca]}{[Co]}$$

Dimana:

Q = Konsentrasi kalsium asetat (mol/L)

m = Jumlah larutan (L)

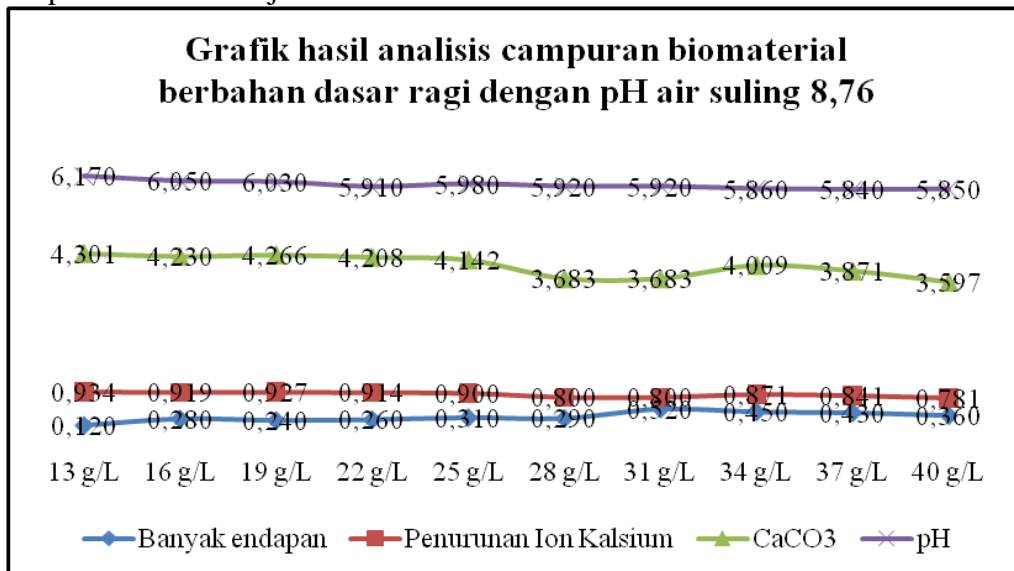
M = Massa kalsium karbonat (100.09)

Co = Konsentrasi awal ion kalsium (g/L)

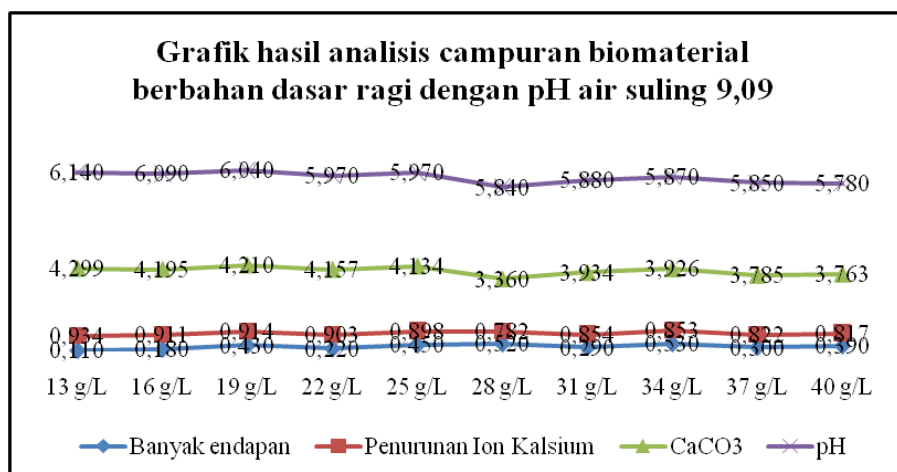
Ca = Konsentrasi ion kalsium yang telah diukur (g/L)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian menunjukkan:



Gambar1. Grafik analisis dengan pH air suling 8,76



Gambar2. Grafik analisis dengan pH air suling 9,09

Grafik tersebut menunjukkan bahwa pada konsentrasi ragi 13-22 g/L mengalami penurunan ion kalsium cenderung banyak, hal ini menyebabkan kalsium karbonat yang dihasilkan sebanding dengan penurunan ion kalsium, namun endapan yang dihasilkan sedikit. Hal ini dapat disebabkan oleh belum mengendapnya kalsium karbonat yang sudah terbentuk lalu terbang bersama cairan pada saat dikeringkan. Pada konsentrasi 31-40 g/L pada campuran biomaterial berbahan dasar ragi dengan pH air suling 8,76 endapan kalsium karbonat terbanyak dihasilkan oleh konsentrasi ragi 34 g/L dengan pH akhir campuran biomaterial 5,860. Hal ini dapat terjadi karena konsentrasi ragi yang besar menyebabkan pengendapan terjadi lebih cepat. Berbeda dengan campuran berbahan dasar ragi dengan pelarut air suling pH 9,09, konsentrasi 31 g/L menghasilkan CaCO₃ terbanyak pada pH akhir campuran biomaterial berbahan dasar ragi 5,880.

Maka dapat ditarik kesimpulan bahwa pada konsentrasi 31-34 g/L dengan pH awal air suling yang digunakan berada pada rentang 8,76-9,09 dengan pH akhir campuran 5,60-5,80 dapat menghasilkan endapan kalsium karbonat yang optimal. Setelah analisis perhitungan yang dilakukan, maka didapatkan komposisi optimum dari endapan campuran sebagai berikut:

Tabel 3. Komposisi optimum

Konsentrasi Ragi	<i>Glucose</i>	<i>Calcium Acetate Monohydrate</i>	pH air suling
g/L	g/L	g/L	
31-34	11,43	8,1	5,60-5,80

Jika dikonversikan kedalam bentuk molaritas zat, maka didapatkan:

1. *Calcium Acetate*

$$Q = \frac{\text{gr}}{\text{Mr}} \times \frac{1000}{V}$$

$$Q = \frac{8,1}{176,18} \times \frac{1000}{32,5}$$

$$Q = 1,41 \text{ mol/L}$$

2. *Glucose*

$$Q = \frac{\text{gr}}{\text{Mr}} \times \frac{1000}{V}$$

$$Q = \frac{11,43}{180,16} \times \frac{1000}{32,5}$$

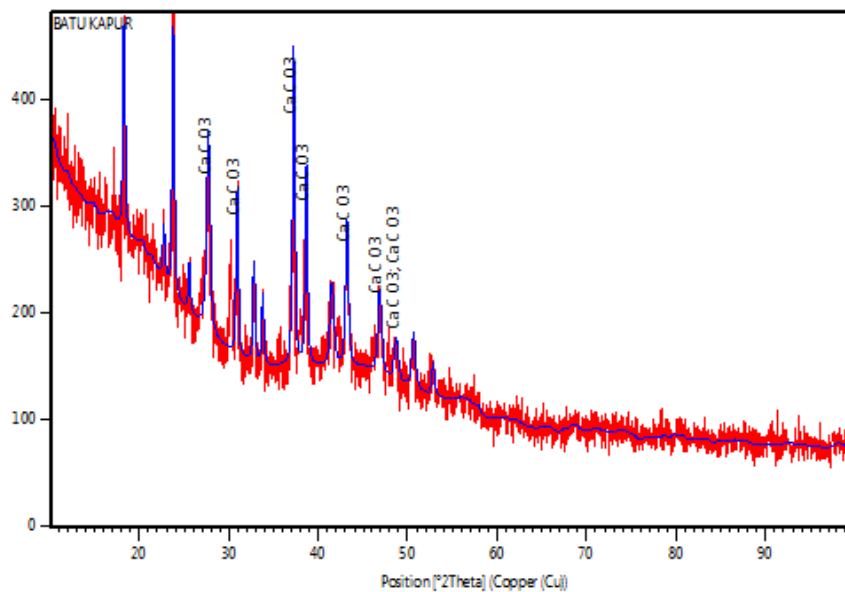
$$Q = 1,95 \text{ mol/L}$$

Maka didapatkan komposisi sebagai berikut:

Tabel 4. Komposisi Optimum zat dalam molaritas

Konsentrasi Ragi	<i>Glucose</i>	<i>Calcium Acetate Monohydrate</i>	pH air suling
g/L	mol/L	mol/L	
31-34	1,95	1,41	5,60-5,80

Dari analisis XRD yang telah dilakukan, didapatkan bahwa terdapat kalsium karbonat atau CaCO₃ dalam endapan yang diuji. CaCO₃ tersebut dapat dilihat dalam gambar 3.



Gambar3. Grafik CaCO₃ hasil XRD

Dalam grafik tersebut terdapat puncak-puncak berwarna merah yang merupakan penanda adanya kalsium karbonat atau CaCO₃. Puncak-puncak merah yang ada pada pengujian XRD disebut dengan *peak*. Berikut bacaan daftar peak yang menunjukkan adanya CaCO₃

Peak List

Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHMLeft [°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]
18.2617	132.62	0.3070	4.85815	61.55
22.7309	34.79	0.3070	3.91207	16.14
23.7701	172.50	0.3070	3.74334	80.05
25.5582	30.92	0.3070	3.48536	14.35
27.6811	127.09	0.5117	3.22271	58.98
30.9183	110.28	0.3070	2.89226	51.18
32.7702	66.25	0.3070	2.73293	30.74
33.7738	47.76	0.3070	2.65398	22.16
37.2202	215.48	0.3070	2.41577	100.00
38.6341	133.91	0.3070	2.33056	62.15
41.4866	54.21	0.5117	2.17667	25.16
43.1682	96.58	0.4093	2.09570	44.82
46.8396	55.40	0.5117	1.93964	25.71
48.6647	28.63	0.5117	1.87108	13.28
50.6060	36.64	0.5117	1.80376	17.00
52.8078	23.94	0.3070	1.73363	11.11

Gambar4. Peak List

Peak yang menunjukkan adanya CaCO₃ terletak pada pos 18.2617, 23.7710, 27.6811, 30.9183, 37.2202, dan 38.6341, dengan tinggi masing-masing *peak* adalah 132.62, 172.50, 127.09, 110.28, 215.91, dan 133.91.

KESIMPULAN

Campuran ragi dengan pelarut air suling dapat menghasilkan kalsium karbonat. Namun pH air suling yang digunakan harus berada pada kisaran 8,76-9,09, dengan suhu selama pengendapan adalah 30°C. Komposisi optimum yang dibutuhkan untuk mrndapatkan endapan kalsium karbonat dari campuran biomaterial berbahan dasar ragi dengan pelarut air suling adalah

dengan konsentrasi ragi 31-34 g/L, *glucose* sebanyak 1,95 mol/L dan *calcium asetat* 1,41 mol/L dengan pH awal air suling yang digunakan berada pada rentang 8,76-9,09.

REFERENSI

- [1] Ariyanto, A. S. (2020). Metode perbaikan dan pencegahan beton bunting pada pelaksanaan konstruksi beton (Studi kasus apartemen dan hotel Candi Land Semarang). *Bangunan Rekaprima: Majalah ilmiah...*, 06,21-29.
- [2] Badan Standarisasi Nasional. (2019). Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan (SNI 2847:2019). *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*, 8, 695.
- [3] Djana, Miftahul., (2016). Pengaruh Massa Ragi dan Lama Fermentasi Terhadap Pembuatan Etanol Dari Eceng Gondok. *Integrasi: Vol 1 No 2*.
- [4] Handoko, T. C., Yanti, T. B., Syadiyah, H., Matwat, S., (2013). Penggunaan Metode Presipitasi untuk Menurunkan Kadar Cu Dalam Limvah Cair Industri Perak di Kotagede. *Jurnal Penelitian Saintek, Vol. 18, Nomor 2*,
- [5] Kementrian PUPR. (2015). *Diklat Pemeliharaan Jembatan II*. 1-105
- [6] Pratama, G. B. S., Yasuhara, H., Kinoshita, N., & Putra, H. (2021). Application of soybean powder as urease enzyme replacement on EICP method for soil improvement technique. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 622(1).
- [7] Putra, H. (2021). *Beton sebagai Material Konstruksi* (L. Lofinda & D. Meisnnehr (eds); Luthfi lof). Gre Publishing
- [8] Putri, P. Y. (2020). *Bio Based Materials For Repairing Cracks In Concrete: An Experimental Study* (UNP Press Editor Team (ed.); 1 st ed.). UNP Press.
- [9] Putri, P. Y., Ujike, I., & Kawaai. K. (2017). Influence of The Type of Dry Yeast On Precipitation Rate of Calcium Carbonate in Bio-Based Repair Materials. *Concrete Journal*, 56(3), 256-266
- [10] Rahmawan, R. Z., Fauzan, M., & Putra, H. (2021). Utilization of soybeans as Bio-Catalyst in Calcite Precipitation Method for Repairing Cracks in Concrete. *Jurnal Teknik Sipil Dan Perencanaan*, 23(2), 104-113.
- [11] Ramadhan, M. R., & Putra, H. (2021). Evaluation of Carbonate Precipitation Methods for improving the strength of peat soil. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 622(1).
- [12] Tziviloglou E., Pan, Z., Jonkers, H. M., & Schlangen, E. (2017). Bio-based Self Healing Mortar: An Experimental and numerical study. *Journal of Advenced Concrete Technology*, 15(9), 536-543.
- [13] Xu, J., Wang, X., Zuo., J., & Liu, X. (2018). Self-Healing of Concrete Cracks by Ceramite-Loaded Microorganisms. *Advences in Material Science and Engineering*, 2018, 5-11.

- [14] Zulfikar, R.A., Putra, H., Yasuhara., H (2021).. The Utilization of Milk as a Catalyst Material in Enzyme-Mediated Calcite Precipitation (EMCP) for Crack-Healing in Concrete. *Civil Engineering Dimension*, 23(1), 54-61.