BAB V
KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan terkait pengaruh penambahan kultur *Bacillus subtilis* berbasis media jagung terhadap kemampuan *self-healing* pada batako diperloeh kesimpulan sebagai berikut.

1. Kemampuan penutupan retakan (*self-healing*) pada batako dengan analisis citra menggunakan Fiji/ImageJ, persentase rata-rata penutupan retakan kumulatif pada hari ke-28 untuk variasi BSH-R5, BSH-R10, dan BSH-R15 masing-masing mencapai 64,39%, 77,28%, dan 72,23%. Sementara itu, variasi kontrol BSH-R0 hanya mencapai 2,22%. Variasi substitusi 10% menghasilkan persentase penutupan retakan tertinggi dibandingkan variasi lainnya.
2. Kuat tekan batako tanpa retak pada umur 28 hari menunjukkan peningkatan seiring bertambahnya persentase substitusi kultur. Nilai kuat tekan rata-rata pada variasi BSH-N0, BSH-N5, BSH-N10, dan BSH-N15 masing-masing sebesar 11,63 MPa, 15,61 MPa, 16,28 MPa, dan 20,50 MPa. Sedangkan pada batako yang diretakkan dan menjalani proses *self-healing*, nilai kuat tekan rata-rata pada variasi BSH-R0, BSH-R5, BSH-R10, dan BSH-R15 masing-masing sebesar 11,34 MPa, 14,07 MPa, 16,02 MPa, dan 18,84 MPa. Dengan demikian, variasi substitusi 15% menghasilkan kuat tekan batako tertinggi, baik pada kelompok benda uji tanpa retak maupun pada kelompok benda uji setelah peretakan dan pemulihan.
3. Daya serap air batako umur 28 hari menunjukkan kecenderungan menurun seiring bertambahnya persentase substitusi kultur. Pada benda uji tanpa retak, nilai daya serap air variasi BSH-N0, BSH-N5, BSH-N10, dan BSH-N15 masing-masing sebesar 4,18%, 3,20%, 2,41%, dan 1,24%. Sementara itu, pada benda uji yang telah diretakkan dan menjalani proses *self-healing*, nilai daya serap air variasi BSH-R0, BSH-R5, BSH-R10, dan BSH-R15 masing-masing sebesar 5,50%, 3,91%, 3,44%, dan 2,47%. Dengan demikian, variasi substitusi

15% menghasilkan daya serap air terendah, baik pada kelompok benda uji tanpa retak maupun pada kelompok benda uji setelah peretakan dan pemulihan.

4. Analisis biaya produksi batako *self-healing* menunjukkan bahwa harga pembuatan batako terendah didapatkan pada variasi kontrol (BSH-N0) yaitu Rp8.064,79. Sementara itu, variasi pada BSH-N5, BSH-N10, dan BSH-N15 berturut-turut sebesar Rp9.050,04; Rp10.035,90; dan Rp 11.014,06. Variasi batako *self-healing* menunjukkan harga lebih tinggi dibandingkan variasi kontrol karena adanya penambahan harga dalam pembuatan kultur bakteri.

5.2 Kendala dan Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat kendala dalam pelaksanaan dan saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut.

1. Penyediaan kultur *Bacillus subtilis* berbasis media jagung memerlukan rangkaian tahapan yang relatif panjang, meliputi pembuatan dan sterilisasi media, inokulasi, pengaturan kondisi kultur, serta inkubasi. Tahapan tersebut menambah waktu persiapan dan memerlukan pengendalian kondisi steril untuk mengurangi risiko kontaminasi. Disamping itu, perlu dikakukan pengecekan kadar konsentrasi bakteri pada laboratorium yang tervalidasi. Oleh karena itu, metode ini kurang sesuai untuk penelitian yang memiliki waktu pelaksanaan sangat terbatas atau menargetkan penyelesaian dalam waktu singkat.
2. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan pengendalian kedalaman retakan awal pada setiap benda uji agar kondisi retakan lebih seragam. Retak awal sebaiknya diukur pada beberapa titik menggunakan mikroskop digital atau alat ukur terkalibrasi, kemudian hanya benda uji dengan rentang lebar dan kedalaman retak yang telah ditentukan yang digunakan dalam analisis. Dengan demikian, perbandingan persentase penutupan retak pada setiap variasi dapat dilakukan secara lebih akurat.
3. Dalam pembuatan batako disarankan menggunakan alat *press* agar didapatkan tingkat kepadatan yang seragam.
4. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan pengujian mikrostruktur pada benda uji kontrol maupun benda uji inovasi terutama pada area retakan

yang berfungsi untuk menganalisis pembentukan endapan mineral kalsit dalam benda uji, meliputi pengujian:

a. *Scanning Electron Microscopy* (SEM) untuk mengamati morfologi, distribusi, dan keterikatan endapan pada dinding retak;
b. *Energy Dispersive X-ray Spectroscopy* (EDS) untuk mengidentifikasi unsur utama penyusun endapan, terutama kalsium, karbon, dan oksigen; dan
c. *X-ray Diffraction* (XRD) untuk mengidentifikasi fase kristal endapan, seperti kalsit, aragonit, atau vaterit, serta membedakannya dari produk hidrasi semen.

5. Penelitian selanjutnya disarankan melakukan pengujian dapat meliputi kadar pati, gula reduksi, dan aktivitas enzim amilase. Data tersebut diperlukan untuk menjelaskan pemecahan pati serta keterkaitannya dengan pertumbuhan bakteri dan proses pembentukan mineral.
6. Penelitian selanjutnya diharapkan melakukan pengontrolan terhadap faktor air semen pada *job mix* yang dibuat.