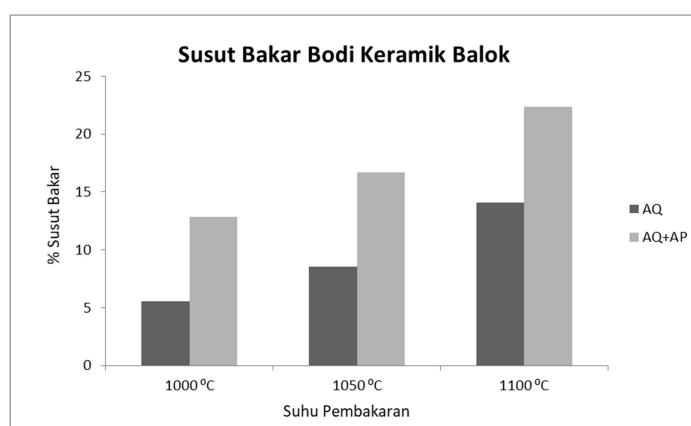


4.3.1 Pengaruh Penambahan Asam Fosfat dan Variasi Temperatur Pembakaran Terhadap Susut Bakar Bodi Keramik Berbentuk Balok

Setelah proses pembakaran suatu benda akan mengalami perubahan panjang. Dalam hal ini bodi keramik akan mengalami penyusutan karena air dalam bodi keramik menguap. Gambar 4.6 menunjukkan diagram batang hasil uji susut bakar. Pada pengujian ini didapatkan hasil bahwa bodi keramik yang ditambahi dengan asam fosfat memiliki nilai susut bakar tertinggi 12%-22%. Data juga menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur pembakaran maka semakin besar nilai susut bakar.



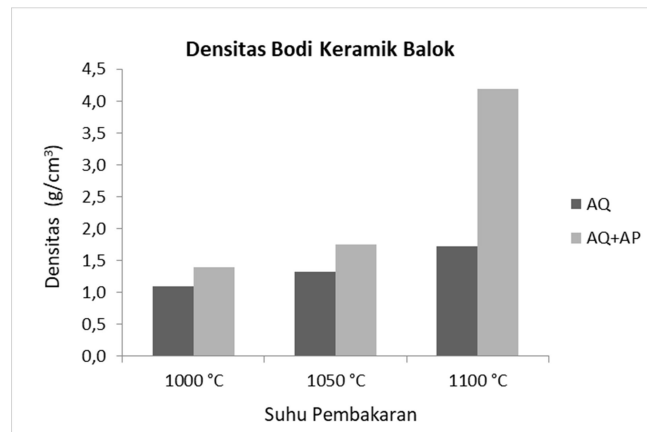
Gambar 4.6 Hasil Uji Susut Bakar Bodi Keramik

Semakin tinggi temperatur pembakaran maka akan semakin banyak air dan gas yang terlepas dari bodi keramik sehingga meninggalkan rongga-rongga pada bodi keramik. Setelah proses pemanasan berhenti, molekul yang masih ada di dalam bodi keramik akan mengisi rongga tersebut sehingga bodi keramik akan menyusut. Oleh karena itu semakin tinggi suhu pembakaran maka nilai susut bakar akan semakin besar. Selain itu adanya tambahan asam fosfat ke dalam bodi keramik akan memperkuat struktur keramik sehingga susut bakar yang terjadi setelah pembakaran tidak sebesar pada bodi keramik tanpa penambahan zat aditif asam fosfat.

4.3.2 Pengaruh Penambahan Asam Fosfat dan Variasi Temperatur Pembakaran Terhadap Densitas Bodi Keramik Berbentuk Balok

Gambar 4.7 menunjukkan grafik uji densitas pada bodi keramik. Penentuan densitas dilakukan pada masing-masing bodi keramik berbentuk potongan balok.

Hasil pengujian densitas menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur pembakaran maka semakin besar densitasnya. Komposisi AQ+AP dan AQ (tanpa asam fosfat) memiliki nilai densitas yang hampir sama untuk temperatur bakar awal 1000 °C yaitu sekitar 1,058 – 1,098 gr/cm³. Ketika temperatur dinaikkan menjadi 1050 °C, densitas mulai meningkat karena bodi yang semakin sinter dengan komposisi AQ+AP yang paling mengalami tingkat kenaikan densitas yang tinggi yaitu sebesar 65,8 %. Ketika temperatur bakar dinaikkan menjadi 1100 °C densitas pada dua komposisi semakin meningkat. Pembakaran pada temperatur tinggi mengakibatkan rongga-rongga didalam bodi keramik berkurang sehingga bodi keramik menjadi lebih kuat dan lebih padat. Perpindahan massa dalam *castable* untuk sintering lebih sedikit selama pembakaran, karena jalur difusi jauh lebih tinggi karena tidak ada pemadatan yang terlibat selama pembentukan (Sarkar, 2020).

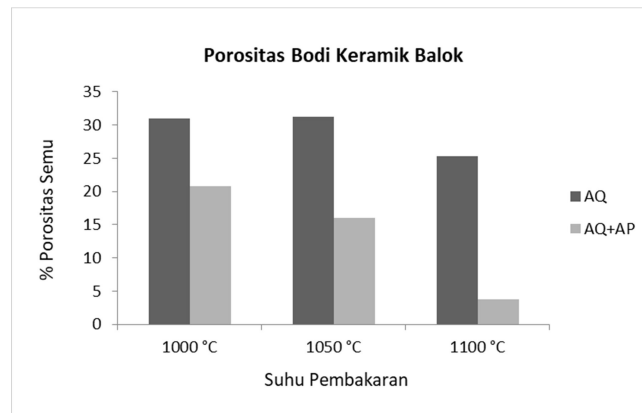


Gambar 4.7 Hasil Uji Densitas Bodi Keramik

Nilai densitas yang semakin tinggi disebabkan oleh bodi keramik yang semakin sinter dengan naiknya temperatur pembakaran dan pengaruh penambahan asam fosfat. Hal ini disebabkan karena bodi keramik tanpa penambahan asam fosfat tidak mengalami ikatan yang sempurna antar partikel sehingga rongga-rongga yang ada didalam bodi keramik sangat banyak. Dengan adanya penambahan asam fosfat pada proses pembakaran, menyebabkan partikel yang terdapat pada bodi keramik saling merapat dan mengisi rongga kosong, sehingga jarak partikel menjadi semakin dekat yang berimpik dan membuat nilai densitas bodi keramik lebih besar dibandingkan bodi keramik tanpa adanya penambahan asam fosfat.

4.3.3 Pengaruh Penambahan Asam Fosfat dan Variasi Temperatur Pembakaran Terhadap Porositas Bodi Keramik Berbentuk Balok

Porositas merupakan salah satu cara untuk mengetahui kualitas bodi keramik. Data porositas didapatkan dari nilai bodi keramik basah (direndam dalam air) dan nilai bodi keramik kering. Porositas tinggi menyebabkan kualitas bodi keramik yang buruk dan bodi keramik lebih mudah pecah saat digunakan. Gambar 4.8 menunjukkan grafik uji porositas pada bodi keramik. Dari hasil uji porositas menunjukkan nilai porositas berbanding terbalik dengan nilai densitas yang mana kenaikan temperatur pembakaran akan menyebabkan nilai porositas menjadi semakin kecil. Porositas terkecil dimiliki oleh bodi keramik dengan komposisi asam fosfat sekitar 3-20 % baik itu pada temperatur 1000 °C, 1050 °C ataupun 1100 °C. Sedangkan nilai porositas terbesar dimiliki oleh bodi keramik dengan komposisi akuades sekitar 25-30 % pada semua temperatur pembakaran.



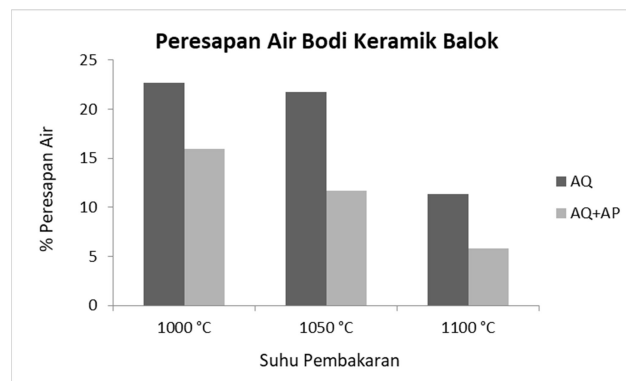
Gambar 4.8 Hasil Uji Porositas Bodi Keramik

Dengan adanya penambahan asam fosfat pada proses pembakaran, menyebabkan partikel yang terdapat pada bodi keramik saling merapat dan mengisi rongga kosong, sehingga jarak partikel menjadi semakin dekat yang berimpik dan membuat nilai porositas bodi keramik lebih rendah dibandingkan bodi keramik tanpa adanya penambahan asam fosfat.

4.3.4 Pengaruh Penambahan Asam Fosfat dan Variasi Temperatur Pembakaran Terhadap Peresapan Air Bodi Keramik Berbentuk Balok

Pengujian penyerapan air terhadap pengaruh temperatur pembakaran adalah untuk mengetahui sejauh mana tingkat penyerapan air yang dipengaruhi oleh pori-pori atau rongga pada bodi keramik setelah masa pembakaran. Semakin besar pori-pori yang terdapat pada bodi keramik maka semakin tinggi pula tingkat penyerapan airnya, sehingga daya tahan bata akan semakin menurun.

Gambar 4.9 menunjukkan grafik uji peresapan air pada bodi keramik menggunakan bahan baku *red mud*. Sama seperti uji porositas, pada hasil pengujian peresapan air menunjukkan semakin tinggi temperatur pembakaran maka semakin rendah nilai peresapan airnya. Penyerapan air dengan komposisi asam fosfat pada bodi keramik memiliki nilai terendah sekitar 5-15 % pada semua variasi temperatur bakar. Sedangkan nilai penyerapan air tertinggi dimiliki oleh aquadest sekitar 12-23 % pada semua variasi temperatur bakar. Semakin besar ruang pori yang terkandung dalam material batu bata, semakin besar pula tingkat penyerapan air, sehingga ketahanan batu bata akan berkurang. Semakin kecil densitas maka daya serap air akan semakin besar, semakin tinggi densitas bodi keramik maka ikatan antar partikel semakin kompak sehingga rongga udara dalam batu bata mengecil.

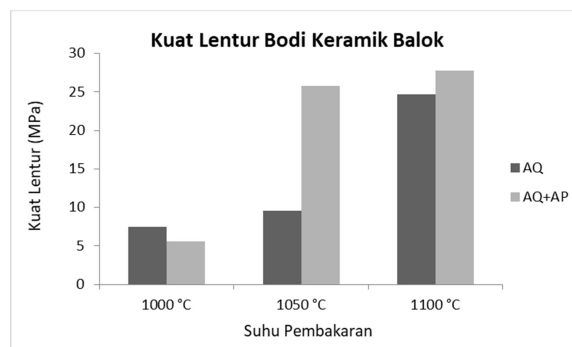


Gambar 4.9 Hasil Uji Peresapan Air Bodi Keramik

4.3.5 Pengaruh Penambahan Asam Fosfat dan Variasi Temperatur Pembakaran Terhadap Kuat Lentur Bodi Keramik Berbentuk Balok

Kekuatan lentur keramik diukur dengan tegangan maksimum yang dapat ditahan keramik. Tegangan maksimum yang dapat ditahannya didefinisikan sebagai tegangan sesaat keramik sebelum pecah (dos Santos Conserva dkk., 2017). Selama proses pembakaran, materi bergerak dari permukaan partikel ke bidang kontak antar partikel sehingga bentuk pori berubah menjadi bentuk yang mirip dengan saluran terisolasi. Selain itu, dengan meningkatnya temperatur pembakaran akan mengakibatkan perubahan volume ruang hampa pada keramik sehingga akan mempengaruhi kekuatan lenturnya.

Gambar 4.10 menunjukkan grafik uji kuat lentur yang merupakan sifat mekanik produk bodi keramik. Berdasarkan pengujian dapat dinyatakan bahwa komposisi AP+AQ memiliki nilai kuat mekanik yang tertinggi yaitu kuat lentur sekitar 5-27 MPa untuk semua variasi temperatur bakar. Kuat lentur komposisi AQ pada temperatur 1100°C sebesar 24 MPa.



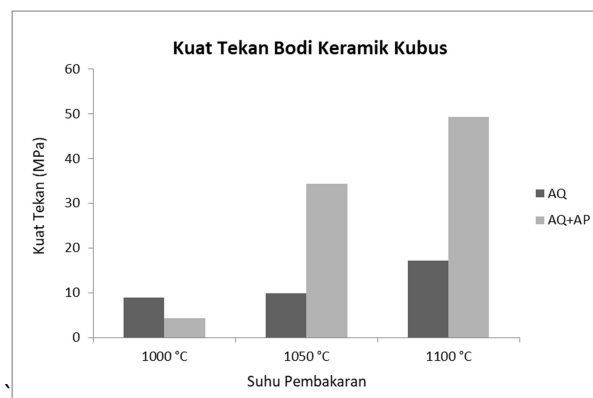
Gambar 4.10 Hasil Uji Kuat Lentur Bodi Keramik

Pada pengujian pengaruh variasi asam fosfat terhadap kuat lentur bodi keramik tanpa pembakaran menunjukkan nilai kuat lentur yang rendah yaitu sekitar 1,48-1,82 MPa. Hal ini menunjukkan dengan adanya proses pembakaran pada bodi keramik akan mengakibatkan terjadinya penyempitan dan pengurangan jumlah pori-pori bodi keramik yang mana akan membuat bodi keramik menjadi semakin padat sehingga kuat lenturnya meningkat. Namun berdasarkan hasil penelitian pada temperatur pembakaran 1000 °C, penambahan asam fosfat 5% pada bodi keramik membuat nilai kuat lentur bodi keramik menjadi lebih rendah. Hal ini dapat disebabkan karena kurangnya tingkat kerapatan atau tingkat kepadatan

material bodi keramik dengan perekat tersebut dan temperatur pembakaran yang masih rendah.

4.3.6 Pengaruh Penambahan Asam Fosfat dan Variasi Temperatur Pembakaran Terhadap Kuat Tekan Bodi Keramik Berbentuk Kubus

Gambar 4.10 menunjukkan grafik uji kuat tekan. Dari hari pengujian menunjukkan kuat tekan bodi keramik dengan adanya penambahan asam fosfat sekitar 4-49 MPa untuk semua variasi temperatur pembakaran. Kuat tekan bodi keramik dengan perekat asam fosfat dan pada temperatur pembakaran 1050 °C dapat meningkatkan nilai kuat tekan bodi keramik yang ada. Hal ini menunjukkan bodi keramik pada komposisi tersebut telah memiliki kemampuan untuk mengikat partikel serta mengisi rongga pori *red mud* secara maksimum. Kekuatan pecah bodi keramik yang dibuat dengan campuran asam fosfat lebih tinggi daripada yang dibuat tanpa asam fosfat (Sahnoun & Bouaziz, 2012). Namun pada temperatur pembakaran 1000 °C bodi keramik dengan perekat asam fosfat 5% memiliki nilai kuat tekan terendah. Hal ini disebabkan karena kurangnya tingkat kerapatan atau tingkat kepadatan material bodi keramik dengan perekat tersebut dan temperatur pembakaran yang masih rendah.



Gambar 4.11 Hasil Uji Kuat Tekan Bodi Keramik

Pada penelitian yang dilakukan sebelumnya mengenai pengaruh variasi konsentrasi asam fosfat terhadap nilai kuat lentur bodi keramik tanpa pembakaran, nilai kuat tekan bodi keramik mentah lebih rendah dibandingkan bodi keramik yang mengalami pembakaran yaitu sekitar 0,62-1,76 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa kenaikan temperatur pembakaran akan meningkatkan kekuatan mekanik berupa kuat tekan bodi keramik.

Berdasarkan penelitian pengaruh penambahan asam fosfat dan variasi temperatur pembakaran, dapat diketahui hubungan densitas dengan kuat tekan dan nilai penyerapan air. Hasil diperoleh nilai densitas berbanding lurus dengan nilai kuat tekan dan berbanding terbalik dengan peresapan air. Semakin rapat material sampel bodi keramik akan mengakibatkan nilai kuat tekan meningkat dan akan menyebabkan nilai penyerapan airnya semakin kecil. Artinya bahwa semakin besar densitas bodi keramik maka ikatan antar partikel semakin kompak dan kuat sehingga rongga udara dalam bodi keramik mengecil. Keadaan ini yang menyebabkan air atau uap air menjadi sulit untuk mengisi rongga tersebut sehingga nilai peresapan air dan porositas kecil. Dari hasil penelitian menunjukkan bodi keramik berbahan baku tunggal *red mud* Kalimantan Barat dengan penambahan asam fosfat dan temperatur pembakaran yang tinggi (1100 °C) memiliki sifat fisik dan mekanik yang baik.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Pada tampilan fisik *red mud* terjadi perubahan warna dari *red mud* Kalimantan Barat mentah menjadi *red mud* kering dari merah gelap menjadi merah terang. Sementara itu *red mud* PS-14 memiliki warna abu-abu, sifat fisik lainnya yang teramati adalah bersifat porus, berwujud/fase padatan gelas, berbintik gelembung, leburan fisik homogen dan homogenitas warna rendah.
2. Peningkatan konsentrasi asam fosfat pada bodi keramik mentah berbahan baku tunggal *red mud* Kalimantan Barat dapat meningkatkan kuat lentur dan kuat tekan bodi keramik.
3. Penambahan asam fosfat 5% menyebabkan susut bakar, densitas, kuat lentur dan kuat tekan pada bodi keramik meningkat. Tetapi pada temperatur pembakaran 1000 °C , dengan adanya penambahan asam fosfat 5% nilai kuat lentur dan kuat tekan bodi keramik menurun. Nilai porositas dan peresapan air bodi keramik dengan adanya penambahan asam fosfat 5% menjadi lebih kecil. Meningkatnya temperatur pembakaran pada bodi keramik berbahan baku tunggal *red mud* dapat meningkatkan nilai susut bakar, densitas, kuat lentur dan kuat tekan. Namun dengan meningkatnya temperatur pembakaran akan menurunkan nilai porositas semu dan peresapan air pada bodi keramik berbahan baku tunggal *red mud* Kalimantan Barat.

5.2 Rekomendasi

Berdasarkan temuan penelitian, sebagai tindak lanjut penelitian ini direkomendasikan sebagai berikut :

1. Dilakukan karakterisasi menggunakan instrument (XRD, XRF, FTIR dan SEM) untuk mendapatkan informasi mengenai interaksi kimia, kristalinitas dan morfologi bodi keramik berbahan baku tunggal *red mud* yang telah ditambahkan asam fosfat.
2. Penelitian ini perlu dilanjutkan pada aplikasi bahan baku limbah *red mud* sebagai produk keramik, misal batu bata, ubin keramik gol BII, genteng keramik berglasir dan lainnya.