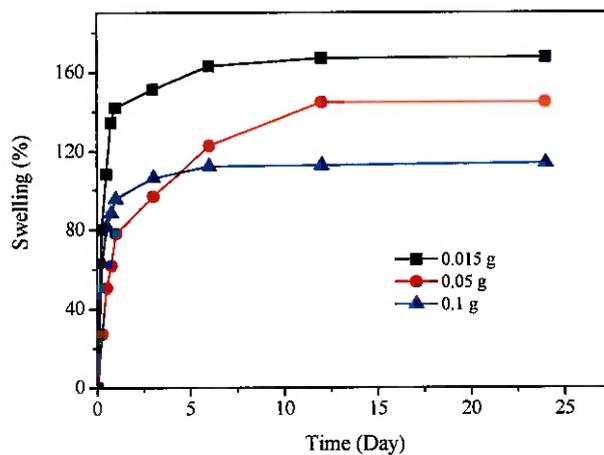


## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Pengaruh kuantitas pentaut silang terhadap rasio pembengkakan superabsorben

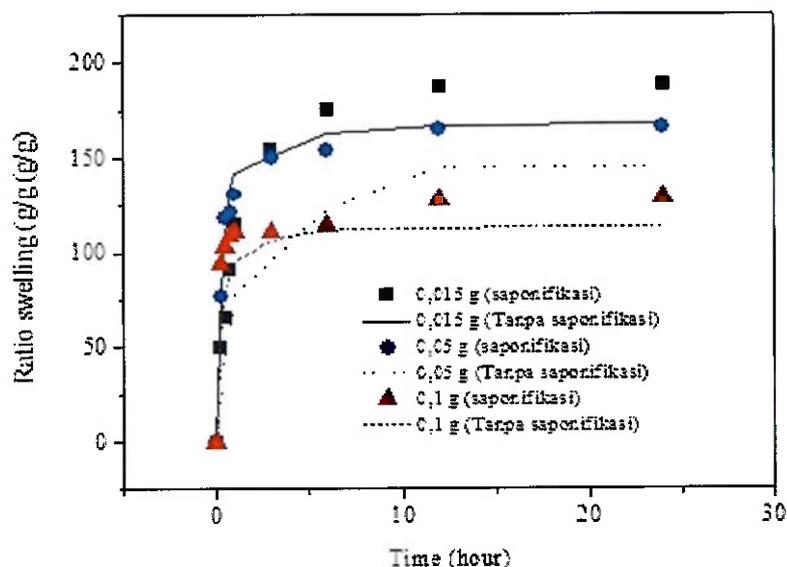
Superabsorben berbahan dasar kitosan-g-poli (asam akrilat) dibuat dengan berat pentaut silang N,N' -methylene bisacrylamide (MBA) yang bervariasi. MBA memainkan peran penting dalam membentuk struktur jaringan tiga dimensi SAP, yang secara langsung berdampak pada kemampuannya menyerap dan menahan air. Konsentrasi MBA yang digunakan selama sintesis sangat mempengaruhi kepadatan ikatan silang dalam matriks polimer. Gambar 4.1 menunjukkan pengaruh berat MBA terhadap pembengkakan superabsorben.



**Gambar 4.1.** Pengaruh berat N,N' -methylene bisacrylamide (MBA) terhadap pengembangan superabsorben

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa berat pentaut silang mempengaruhi rasio pembengkakan superabsorben. Ketika bobot MBA menurun, rasio pembengkakan meningkat. Rasio pembengkakan tertinggi dihasilkan oleh superabsorben yang

dibuat dengan berat pentaut silang 0,015 g, mencapai rasio pembengkakan maksimum 167,55 g/g dari 15 menit hingga 24 jam. Sebaliknya, superabsorben yang dibuat dengan 0,1 g MBA tidak menunjukkan peningkatan rasio pembengkakan yang signifikan dan menghasilkan nilai terendah yaitu 113,98 g/g. Peningkatan konsentrasi MBA pada sintesis superabsorben menyebabkan struktur jaringan menjadi lebih padat, sehingga mengurangi kapasitas pengembangan karena terbatasnya penetrasi molekul air. Sebaliknya, konsentrasi MBA yang lebih rendah menghasilkan struktur jaringan yang lebih longgar, sehingga memungkinkan kapasitas pengembangan lebih tinggi namun berpotensi menurunkan retensi air karena matriks yang kurang terstruktur (Ibrahim et al., 2019) . Hasil yang sama juga dilaporkan oleh Chavda dan Patel (2011) serta Pourjavadi dan Mahdavinia (2006) bahwa peningkatan konsentrasi MBA dapat menurunkan rasio pembengkakan.

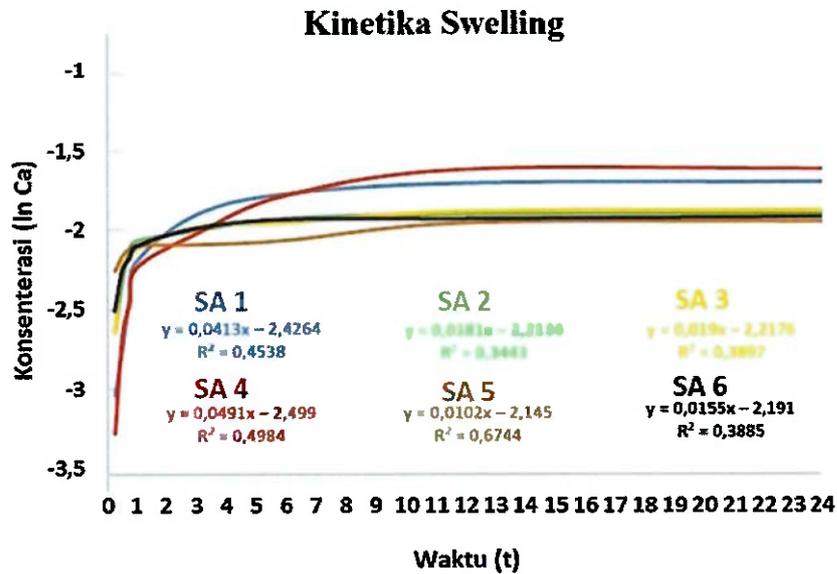


**Gambar 4.2.** Pengaruh proses saponifikasi dan tanpa saponifikasi terhadap kemampuan sweling superabsorben.

Gambar 4.2 menampilkan perbandingan pengaruh proses saponifikasi dan tanpa saponifikasi terhadap kemampuan pembengkakan superabsorben tampak meningkatkan rasio pembengkakan secara signifikan pada berbagai kuantitas (0,015 g, 0,05 g, dan 0,1 g).

Kuantitas yang lebih tinggi (0,1 g) cenderung memiliki rasio pembengkakan yang lebih rendah dibandingkan dengan kuantitas yang lebih rendah (0,015 g), baik dengan maupun tanpa saponifikasi. Dari sisi waktu sebagian besar sampel menunjukkan pembengkakan cepat pada beberapa jam pertama, kemudian diikuti oleh laju peningkatan yang lebih lambat

Saponifikasi meningkatkan kemampuan pembengkakan material. Rasio pembengkakan juga bergantung pada jumlah material, dengan jumlah yang lebih kecil (0,015 g) mencapai rasio yang lebih tinggi. Beberapa jam pertama adalah kritis untuk pembengkakan, setelah itu laju peningkatan berkurang.



**Gambar 4.3.** Kinetika pengaruh proses saponifikasi dan tanpa saponifikasi terhadap kemampuan swelling superabsorben, Orde-1.

Berdasarkan gambar 4.3 sebagian besar data sample pentaut silang baik dengan saponifikasi maupun tanpa saponifikasi menunjukkan peningkatan pada awal waktu dan kemudian mencapai stabilitas setelah sekitar 10 jam dari 24 jam yang diujikan. Berdasarkan variasi data berat pentaut silang, ada perbedaan yang terlihat SA 4 memiliki nilai stabil tertinggi, sementara SA 5 dan SA 6 memiliki nilai stabil terendah.

Data ini dapat menunjukkan efisiensi reaksi atau proses yang berbeda dalam berbagai kondisi yang diwakili oleh SA 1 hingga SA 6.

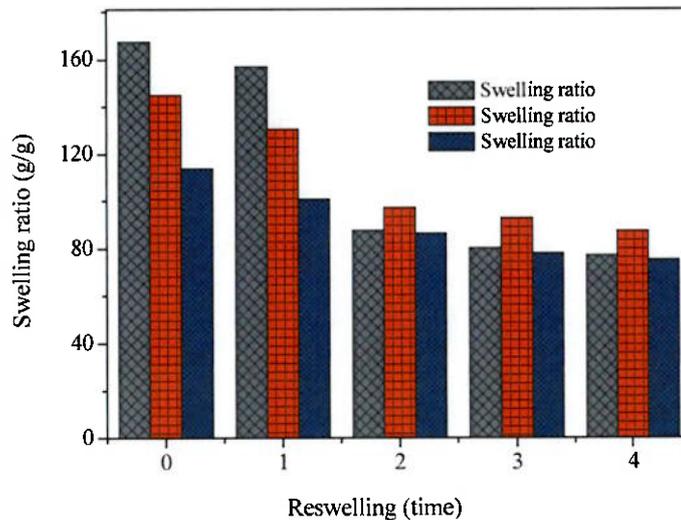
Dilaporkan oleh Zainal Alim Mas'ud et al, 2013 bahwa Dalam media asam, sebagian besar gugus karboksilat terprotonasi. Hal ini menyebabkan penurunan tolakan gugus anionik, yang menyebabkan penurunan pembengkakan.

Selain itu, tolakan ion karboksilat disaring oleh ion  $H^+$ , yang tidak memungkinkan rantai polimer mengembang dan menghasilkan penurunan  $Q_{max}$ . Pada nilai pH antara 7 dan 9, sebagian besar gugus asam karboksilat berada dalam bentuk terionisasi ( $-COO^-$ ), dan gaya tolak elektrostatis antara situs bermuatan ( $COO^-$ ) menyebabkan peningkatan pembengkakan. Namun, keberadaan ion lawan berlebih ( $Na^+$ ) pada nilai pH 9 hingga 13 menghasilkan 'efek penyaringan muatan' yang melindungi anion karboksilat, mencegah tolakan anion-anion yang efektif (Jenkins dan Hudson 2001) dan mengakibatkan penurunan pembengkakan SAP.

Sebuah studi pendahuluan dilakukan pada kinetika pengembangan hidrogel. Gambar 4.3 mewakili dinamika perilaku pembengkakan sampel hidrogel. Ukuran partikel dari hidrogel mempengaruhi kinetika penyerapan air, sehingga laju pembengkakan hidrogel diperiksa sampel dengan ukuran partikel tertentu. Awalnya, laju penyerapan air meningkat tajam dan kemudian mulai mendatar. Perilaku hukum kekuasaan terlihat jelas pada Gambar 4.3. Jika proses pembengkakan hidrogel dianggap mengikuti kinetika orde pertama, maka plot variasinya dari  $\ln Ca$  sebagai fungsi waktu seharusnya menghasilkan garis lurus. Hal ini membuktikan bahwa absorben yang diujikan tidak stabil diawal waktu dan stabil setelah lebih dari 4 menit reaksi.

#### **4.2. Penggunaan kembali (*Reuseable*) superabsorben**

Penggunaan kembali superabsorben berfungsi untuk mengurangi pencemaran lingkungan dan juga memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Penggunaan kembali superabsorben ditunjukkan pada Gambar 4.4.



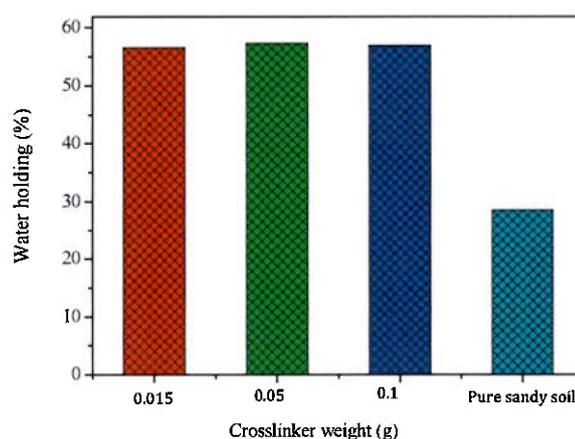
**Gambar 4.4.** Penggunaan kembali superabsorben berdasarkan perbedaan bobot MBA

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa rasio pengembangan menurun seiring dengan peningkatan siklus pengembangan-pengeringan. Uji *re-swelling* dilakukan sebanyak empat kali atau empat siklus, terlihat terjadi penurunan kemampuan menyerap air hampir dua kali lipat. Pada siklus pertama rasio pengembangan masih tinggi yaitu 157,04 g/g, 130,58 g/g, dan 100,8 g/g untuk superabsorben yang dibuat dengan MBA 0,015 g, 0,05 g, dan 0,1 g, namun menurun drastis pada siklus keempat. siklus keempat menjadi 77,12 g/g, 87,42 g/g, dan 75,24 g/g untuk superabsorben dengan berat pentaut silang 0,015 g, 0,05 g, dan 0,1 g. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa struktur polimer secara bertahap memburuk (Zhang et al., 2019) . Meskipun terjadi penurunan kapasitas penyerapan air, superabsorben ini masih dapat digunakan kembali sehingga menghemat biaya karena masa pakainya yang lama.

Kapasitas penyerapan air berkurang karena pengulangan penggunaan SAP (*Reuseable*) disebabkan oleh kepadatan ikatan silang semakin tinggi karena penurunan fleksibilitas rantai polimer dan kemampuan polimer untuk mengembang, Duquette D et al, 2019.

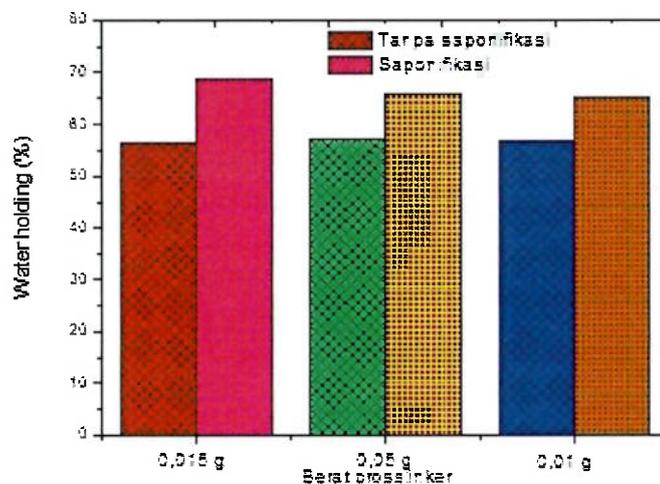
#### 4.3. Kemampuan menahan air (*Water Holding*)

Analisis daya ikat air pada tanah berpasir bertujuan untuk mengetahui kemampuan tanah berpasir dalam menahan air dalam jangka waktu tertentu. Di bidang pertanian, kuantitas dan kualitas produksi tanaman bergantung pada efisiensi penggunaan air, strategi penerapan air, dan kapasitas menahan air tanah. Tanah berpasir memiliki sifat fisik tanah yang buruk dan tidak mampu menahan air dalam jumlah yang cukup (Banedjschafie dan Durner, 2015). Fungsi tanah berpasir dalam menahan air dapat ditingkatkan dengan menambahkan superabsorben. Gambar 4.5 menunjukkan kapasitas menahan air tanah berpasir bila ditambah dengan superabsorben.



**Gambar 4.5.** Pengaruh berat pentaut silang MBA terhadap kapasitas superabsorben menahan air pada tanah berpasir

Gambar 4.5 menggambarkan perbedaan daya ikat air pada tanah berpasir yang dicampur dengan superabsorben yang dibuat berdasarkan perubahan berat pentaut silang. Ketiga jenis superabsorben tidak menunjukkan perbedaan yang nyata yaitu 56,52%, 57,26%, dan 56,89% untuk superabsorben yang dibuat dengan berat pentaut silang masing-masing 0,015 g, 0,05 g, dan 0,1 g. Sebaliknya tanah berpasir murni mempunyai daya ikat air yang rendah yaitu hanya 28,57% yang menunjukkan bahwa tanah berpasir mempunyai kemampuan menahan air yang rendah. Penelitian yang dilakukan Jayanudin dkk (2022) menemukan bahwa kapasitas menahan air pada tanah berpasir berkisar 67,4%.



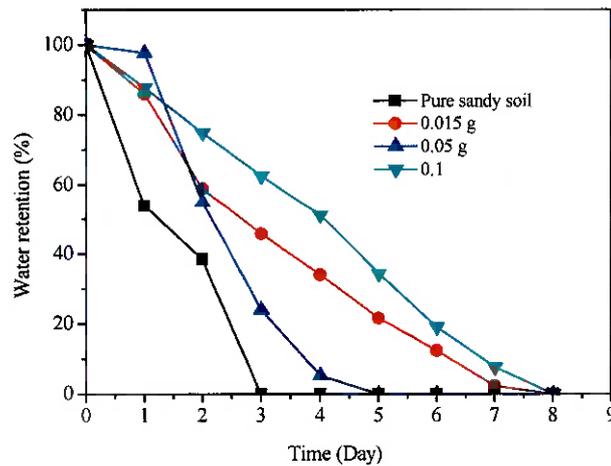
**Gambar 4.6** Pengaruh berat pentaut silang MBA terhadap kapasitas superabsorben menahan air pada tanah berpasir dengan saponifikasi dan tanpa saponifikasi.

Berdasarkan hasil dari sample yang diujikan pengaruh saponifikasi meningkatkan penahanan air pada semua berat pentaut silang terlihat pada gambar

4.6. Perbandingan Berat Pentaut silang 0,015 g dan 0,1 g menunjukkan peningkatan signifikan dalam penahanan air setelah saponifikasi, sementara berat 0,05 g menunjukkan peningkatan moderat. Efisiensi berat pentaut silang pada sampel 0,015 g dan 0,1 g lebih efektif dalam penahanan air setelah proses saponifikasi dibandingkan dengan 0,05 g. Penahanan air yang lebih tinggi menunjukkan kemampuan material yang lebih baik untuk menyerap dan menahan air, yang merupakan indikator penting dalam aplikasi tertentu seperti bahan penyerap.

#### 4.4. Daya tampung air

Pengaruh penambahan superabsorben hasil sintesis berdasarkan bobot pentaut silang yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 4.7



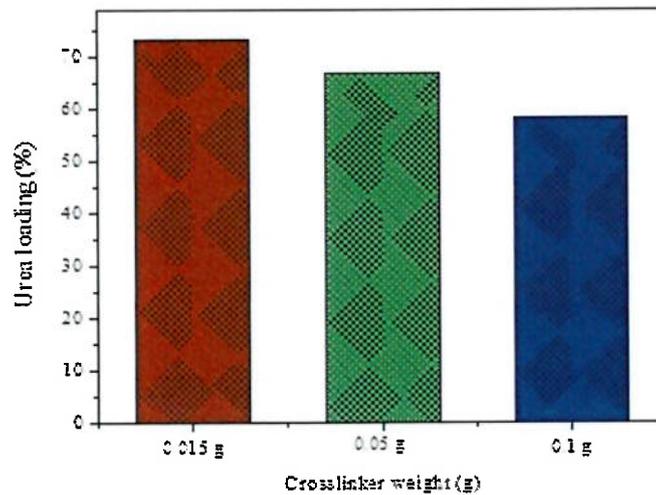
**Gambar 4.7** Pengaruh penambahan superabsorben hasil sintesis berdasarkan bobot pentaut silang

Retensi air tanah (SWR) mengukur jumlah air yang dapat ditampung oleh jenis tanah tertentu. Hal ini merupakan karakteristik tanah yang penting terkait dengan distribusi ruang pori, dan sangat dipengaruhi oleh struktur dan tekstur tanah,

serta sifat-sifat terkait lainnya seperti bahan organik tanah. (Panagea dkk., 2021) . Gambar 4.7 menunjukkan bahwa tanah berpasir murni dapat menahan air selama kurang lebih 3 hari, sedangkan tanah berpasir yang ditambah dengan superabsorben dapat menahan air hingga 4-8 hari. Khusus untuk tanah berpasir ditambah superabsorben dengan berat pentaut silang 0,1 g yang masih mengandung air 9,33%. Peningkatan konsentrasi ikatan silang menyebabkan kepadatan ikatan silang yang lebih tinggi, sehingga mengurangi ruang antar rantai kopolimer. (Pourjavadi dkk., 2005) . Akibatnya, struktur yang sangat berikatan silang dan kaku tidak dapat mengembang untuk menampung air dalam jumlah besar.

#### **4.5. Daya tampung Urea (*Loading Urea*)**

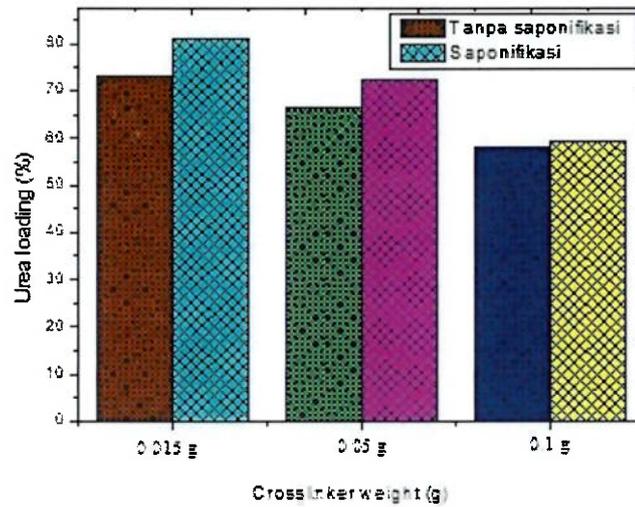
Memiliki persentase pemuatan urea tertinggi, sekitar 68% adalah pentaut silang dengan berat 0,015 g dan 0,05 g Pentaut silang menunjukkan pemuatan urea sekitar 60%, lebih rendah dibandingkan 0,015 g tetapi lebih tinggi dibandingkan 0,1 g. sekitar 50%. Berat pentaut silang yang lebih rendah (0,015 g) menunjukkan kemampuan yang lebih tinggi untuk memuat urea dibandingkan dengan berat yang lebih tinggi (0,05 g dan 0,1 g). Terdapat penurunan dalam pemuatan urea dengan peningkatan berat pentaut silang. Ini mungkin menunjukkan bahwa peningkatan berat pentaut silang tidak selalu meningkatkan kapasitas pemuatan urea dan mungkin mempengaruhi struktur atau sifat material yang mempengaruhi kapasitas pemuatan. Pemuatan urea yang lebih tinggi menunjukkan kemampuan material untuk menahan lebih banyak urea, yang bisa menjadi penting dalam aplikasi seperti pengiriman nutrisi atau pengendalian pelepasan bahan kimia.



**Gambar 4.8** Kemampuan daya tampung urea terhadap berat pentaut silang

Gambar 4.9 menunjukkan bahwa proses saponifikasi meningkatkan pemuatan urea pada semua berat pentaut silang sekitar 13% dari perbandingan Berat Pentaut silang sample dengan berat 0.015 g menunjukkan peningkatan signifikan dalam pemuatan urea setelah saponifikasi, sementara berat pentaut silang 0.05 g dan 0.1 g menunjukkan peningkatan yang lebih moderat. Berat pentaut silang 0.015 g lebih efektif dalam pemuatan urea setelah proses saponifikasi dibandingkan dengan 0.05 g dan 0.1 g.

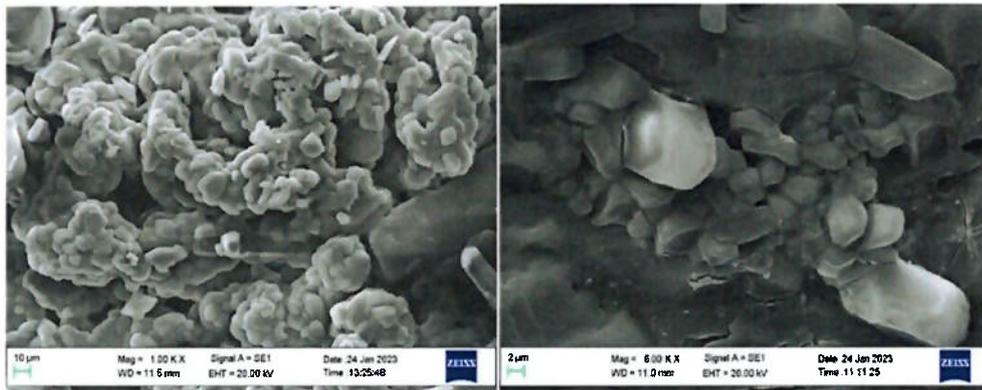
Pemuatan urea yang lebih tinggi menunjukkan kemampuan material untuk menahan lebih banyak urea, yang merupakan faktor penting dalam aplikasi seperti pengiriman nutrisi atau pengendalian pelepasan bahan kimia.



**Gambar 4.9** Kemampuan daya tampung urea terhadap berat pentaut silang dengan proses saponifikasi

#### 4.6. Analisis Morfologi Superabsorben Menggunakan *Scanning Electron Microscope (SEM)*

Analisis morfologi superabsorben yang dibuat berdasarkan bobot pentaut silang MBA yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 4.10.



**Gambar 4.10** Analisis morfologi superabsorben kitosan-g-poli (asam akrilat).

Gambar 4.10 menunjukkan bahwa morfologi superabsorben kitosan-g-poli (asam akrilat) menunjukkan adanya cluster pada permukaan dan juga pori-pori yang terlihat. Struktur pori-pori yang terhubung diamati, yang berfungsi untuk meningkatkan kapasitas penyerapan air dan laju penyerapan. Superabsorben tampak padat, sehingga mempengaruhi kapasitas penyerapan dan kemampuan retensi air. Kepadatan superabsorben dipengaruhi oleh penambahan MBA akibat efek ikatan silang yang terjadi pada rantai polimernya (Rizwan et al., 2024) .

Hal ini didukung juga oleh Gao dan Wang (2008) yang menyatakan bahwa kapasitas absorpsi dipengaruhi oleh dua faktor yaitu kepadatan dan porositas. Makin besar kepadatan maka kapasitas absorpsi makin kecil. Makin besar porositas maka kapasitas absorpsi makin besar.