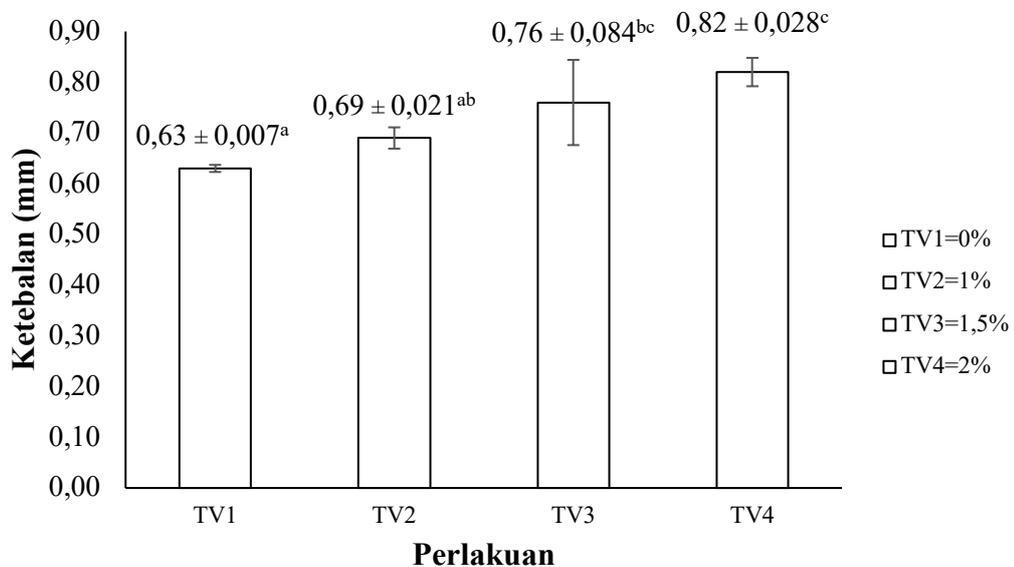


BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Ketebalan

Ketebalan merupakan parameter penting yang mempengaruhi penggunaan bioplastik dalam produk kemasan (Alfarisi *et al.* 2021). Ketebalan yang melebihi standar dapat mempengaruhi kualitas organoleptik produk, sementara ketebalan yang di bawah standar mengindikasikan bahwa bioplastik tersebut mudah sobek. Faktor-faktor yang mempengaruhi ketebalan bioplastik meliputi jumlah fraksi terlarut, luas permukaan, dan volume larutan dalam cetakan (Katili *et al.* 2013). Nilai ketebalan pada *biostraw* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik nilai ketebalan *biostraw*

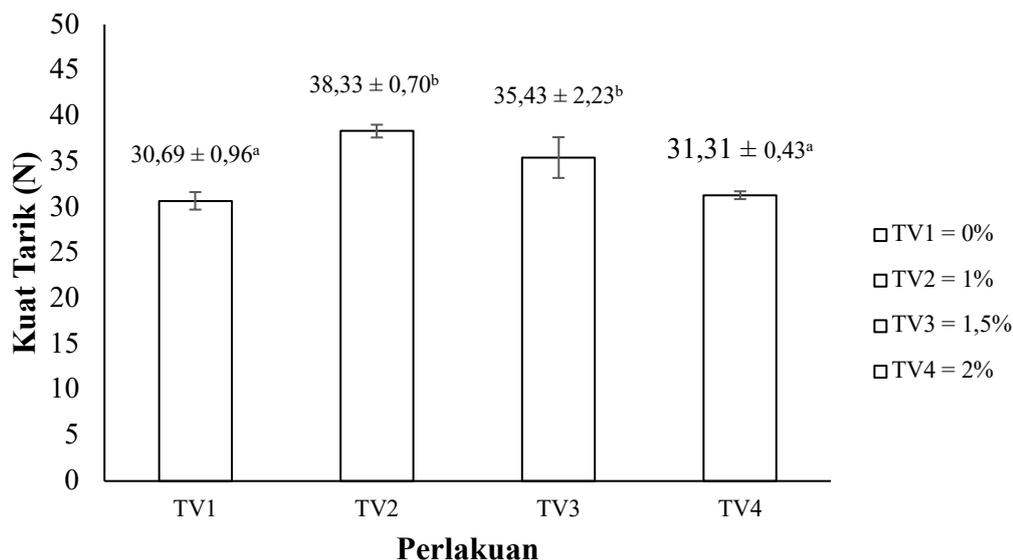
Berdasarkan hasil analisis sidik ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa, H₀ ditolak dan H₁ diterima, artinya perbedaan konsentrasi serat eceng gondok pada pembuatan *biostraw* memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai ketebalan ($P < 0,05$). Nilai rata-rata ketebalan *biostraw* berkisar 0,63–0,82 mm. Berdasarkan Gambar 3. dapat diketahui bahwa nilai ketebalan tertinggi pada *biostraw* TV4 yaitu sebesar 0,82 mm dan nilai terendah pada *biostraw* TV1 yaitu sebesar 0,63 mm. Nilai ketebalan ini lebih rendah dibandingkan hasil ketebalan penelitian Rohmah *et*

al. (2021) yang mengalami peningkatan nilai ketebalan seiring dengan penambahan kulit nanas *subgrade*, karagenan dan sorbitol yaitu dengan rata-rata sebesar 3,37–3,83 mm. Hasil analisis ketebalan menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi serat eceng gondok menyebabkan ketebalan *biostraw* semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena peningkatan konsentrasi bahan yang digunakan akan meningkatkan total bahan padatan terlarut yang ada dalam larutan pembentuk bioplastik, akibatnya, setelah proses pengeringan, bioplastik yang dihasilkan menjadi lebih tebal (Putri 2022). Hal ini sejalan dengan pernyataan Darni *et al.* (2018) bahwa penambahan zat pengisi pada bioplastik mampu mempengaruhi ketebalan karena kemampuan zat pengisi untuk mengisi ruang kosong pada bioplastik.

Faktor yang mempengaruhi tingkat ketebalan *biostraw* yaitu luas cetakan, penggunaan komponen penyusun (serat, karagenan, gliserol), volume suspensi cetakan dan kekentalan larutan (Nuraviani dan Destiana 2021). Semakin tinggi konsentrasi karagenan dan serat yang digunakan maka akan meningkatkan ketebalan sedotan bioplastik yang dihasilkan. Serat selulosa yang memiliki kemampuan mengikat air akan berinteraksi dengan gliserol yang mudah larut dalam air dan menghasilkan larutan bahan menjadi kental, sehingga nilai ketebalan meningkat seiring bertambahnya konsentrasi gliserol dan serat (Julita S *et al.* 2023). Selain itu, Bertambahnya viskositas juga akan mempengaruhi peningkatan ketebalan *edible film* sehingga kadar air menurun (Saputro *et al.* 2017). Hal ini dikarenakan kekentalan larutan berpengaruh terhadap penguapan air pada saat produk dikeringkan *film*. Ketebalan yang juga semakin tinggi membuat susunan bioplastik semakin kompak sehingga bioplastik yang dihasilkan kuat dan kokoh.

4.2 Kekuatan Tarik

Pengujian kuat tarik dilakukan dengan menggunakan alat UTM (*Universal Testing Machine*). Kuat tarik merupakan salah satu parameter penting untuk mengetahui gaya tegangan atau tarikan maksimum bioplastik sebelum sampel putus (Ruscahyani *et al.* 2021). Nilai kekuatan tarik pada *biostraw* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik nilai uji kekuatan tarik *biostraw*

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa, H_0 ditolak dan H_1 diterima, artinya perbedaan konsentrasi serat eceng gondok pada pembuatan *biostraw* memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai kekuatan tarik ($P < 0,05$). Nilai rata-rata kuat tarik *biostraw* berkisar 30,69–31,31 N. Berdasarkan Gambar 4. dapat diketahui bahwa nilai kuat tarik yang tinggi berada pada *biostraw* TV2 yaitu dengan nilai sebesar 38,33 N dan nilai terendah pada *biostraw* TV1 yaitu sebesar 30,69 N. Nilai kuat tarik *biostraw* pada penelitian ini lebih rendah bila dibandingkan dengan hasil uji kuat tarik sedotan plastik berbahan polipropilena (PP) dengan nilai sebesar 71,06 N.

Namun nilai kuat tarik atau daya patah yang dihasilkan penelitian ini juga lebih tinggi bila dibandingkan pada penelitian Samudera (2020), yang membuat *edible straw* dari tepung terigu dan karagenan dengan tekstur daya patah yang dihasilkan berkisar antara 14,995–29,954 N, penelitian Kamaluddin *et al.* (2022), bioplastik dari *plasticizer* dan selulosa limbah kertas dengan nilai rata-rata 0,1856–3,2893 N/mm² dan penelitian Putri *et al.* (2022), yang membuat sedotan bioplastik dari karagenan dan gliserol dengan nilai rata-rata 0,489–0,595 MPa.

Berdasarkan penelitian ini diketahui bahwa penambahan serat yang semakin tinggi cenderung akan meningkatkan nilai kekuatan tarik pada bioplastik (Septiosari *et al.* 2014). Serat selulosa merupakan komponen penguat dalam

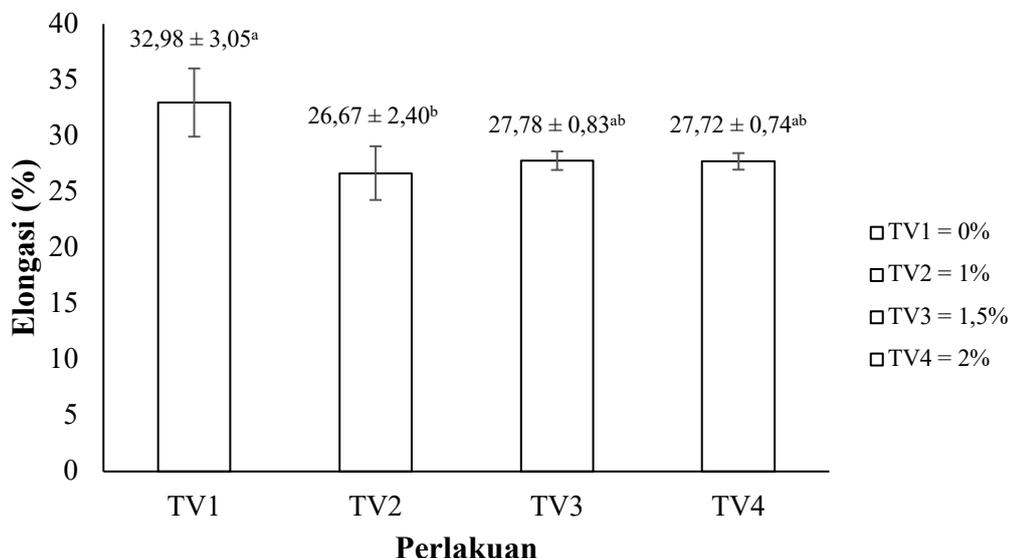
material komposit yang memiliki kemampuan untuk meningkatkan kekuatan mekaniknya (Indriyanti *et al.* 2006). Oleh sebab itu penambahan serat eceng gondok akan meningkatkan interaksi gaya tarik menarik antar molekul yang membentuknya. Hal ini dikarenakan serat memiliki rantai polimer yang lurus dan panjang sehingga mampu menguatkan bioplastik. Nilai kuat tarik akibat penambahan konsentrasi serat eceng gondok juga dapat disebabkan oleh afinitas antara komponen penyusunnya.

Afinitas adalah suatu fenomena dimana molekul-molekul tertentu cenderung bersatu dan membentuk ikatan (Darni dan Utami. 2010). Kombinasi yang lebih erat antara komponen penyusun yaitu serat dan karagenan biasanya menghasilkan kekuatan mekanik yang lebih tinggi, yang selanjutnya berkontribusi pada peningkatan kekuatan mekanik (Liu *et al.* 2017). Selain itu, daya tarik permukaan yang baik disebabkan oleh ikatan hidrogen yang kuat antara gugus hidroksil (O-H) dari pati dan gugus hidroksil (O-H) dari serat selulosa, yang menghasilkan peningkatan nilai kuat tarik pada penambahan serat yang tinggi (Septiosari *et al.* 2014), serat akan mengurangi ruang pori-pori pada plastik sehingga lebih kuat dan tahan tarikan.

Namun rendahnya nilai kuat tarik juga dapat terjadi karena konsentrasi serat yang ditambahkan terlalu tinggi. Menurut Sulityo dan Ismiyati (2012), konsentrasi serat eceng gondok yang terlalu banyak juga akan menyebabkan film plastik semakin tidak homogen pada proses pembuatan. Ketidakhomogenan ini menyebabkan adonan tidak terbentuk dengan sempurna, sehingga ikatan antara karagenan, serat, dan gliserol menjadi lemah. Salah satu faktor yang mempengaruhi hasil pengujian kuat tarik *edible film* yang semakin menurun dan tidak sesuai dengan literatur adalah ketebalan sampel. (Juliani *et al.* 2022). Ketebalan yang tinggi menyebabkan nilai kuat tarik yang terbaca semakin kecil. Hal ini dikarenakan nilai pembagi pada perhitungan semakin besar, sehingga nilai kuat tarik yang dihasilkan akan semakin kecil.

4.3 Elongasi

Elongasi (persen pemanjangan) merupakan parameter untuk mengetahui rasio perubahan panjang maksimal bioplastik pada saat bioplastik ditarik hingga putus dibandingkan panjang awalnya. Semakin tinggi nilai elongasinya maka kemasan *edible film* semakin fleksibel dan plastis (Nuansa *et al.* 2017). Nilai elongasi pada *biostraw* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik nilai uji elongasi *biostraw*

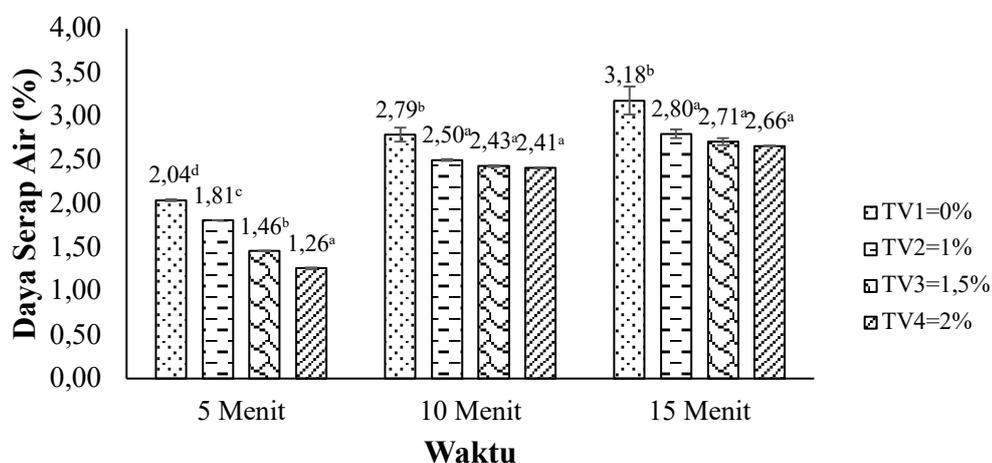
Berdasarkan hasil analisis sidik ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa, H₀ diterima dan H₁ ditolak, artinya perbedaan konsentrasi serat eceng gondok pada pembuatan *biostraw* tidak memberikan perbedaan yang nyata terhadap nilai elongasi ($P > 0,05$). Nilai rata-rata elongasi *biostraw* berkisar 26,67-32,98%. Berdasarkan Gambar 5. dapat diketahui bahwa nilai elongasi tertinggi berada pada *biostraw* TV1 yaitu sebesar 32,98% dan nilai terendah pada TV2 yaitu sebesar 26,67%. Persen perpanjangan (elongasi) *biostraw* yang dihasilkan pada penelitian ini sudah memenuhi standar plastik SNI 7188.7:2016 dengan syarat nilai persentase perpanjangan 21-220%.

Penelitian ini menunjukkan bahwa *biostraw* tanpa penambahan serat memiliki regangan yang lebih tinggi dibandingkan *biostraw* dengan penambahan serat eceng gondok. Hal ini serupa dengan penelitian Panjaitan *et al.* (2017) yang menunjukkan penurunan nilai elongasi dengan adanya penambahan *filler* serat

terhadap sampel bioplastik, dimana penambahan selulosa 6% memiliki nilai elongasi yaitu 26,378%. Semakin banyak komposisi serat yang terkandung di dalamnya maka nilai persen elongasi akan semakin berkurang (Panjaitan *et al.* 2017). Hal ini disebabkan adanya fleksibilitas yang cukup tinggi pada serat sehingga dapat mempengaruhi perpanjangan elongasi pada sampel bioplastik, atau dapat diartikan bahwa nilai kekuatan tarik berbanding terbalik dengan nilai perpanjangan elongasi (Intandiana *et al.* 2019). Selain itu, serat sebagai *filler* juga akan menurunkan jarak ikatan antarmolekul yang disebabkan oleh semakin banyak terbentuknya ikatan hidrogen sehingga bioplastik yang dihasilkan menjadi lebih kaku dan kurang elastis. Faktor lain yang mempengaruhi nilai elongasi adalah penambahan gliserol yang cukup tinggi. Gliserol meningkatkan elastisitas bioplastik dengan mempengaruhi ikatan hidrogen internal, mengurangi kekakuan, dan meningkatkan fleksibilitas (Purnavita *et al.* 2020).

4.4 Daya Serap Air

Daya serap air merupakan analisis yang bertujuan untuk mengetahui jumlah kemampuan suatu bahan dalam menyerap air (Ardi *et al.* 2016) dan ketahanan sampel terhadap air (Masahid *et al.* 2023) setelah dilakukan perendaman dalam air pada periode waktu yang berbeda (Lestari *et al.* 2023). Bioplastik yang baik memiliki nilai daya serap air yang rendah. Semakin rendah daya serap air, semakin baik ketahanan bioplastik terhadap air (Mahasid *et al.* 2023). Nilai daya serap air pada *biostraw* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik nilai uji daya serap air *biostraw*

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam (ANOVA) pada parameter daya serap air, *biostraw* berbahan dasar serat eceng gondok pada variasi waktu 5, 10 dan 15 menit menunjukkan hasil yaitu H_0 ditolak dan H_1 diterima, artinya konsentrasi serat pada pembuatan *biostraw* memberikan perbedaan yang nyata terhadap nilai daya serap air ($P < 0,05$). Berdasarkan grafik pada Gambar 6. menunjukkan, bahwa seiring dengan penambahan serat eceng gondok, pengurangan berat *biostraw* juga semakin rendah dan daya serap air semakin rendah.

Nilai rata-rata daya serap air pada variasi waktu 5 menit berkisar 1,26–2,04%, rata-rata daya serap air variasi waktu 10 menit berkisar 2,41–2,79% dan variasi waktu 15 menit dengan rata-rata 2,66–3,18%. Nilai daya serap air pada penelitian ini juga menunjukkan hasil yang lebih rendah dibanding beberapa penelitian, diantaranya penelitian Lestari *et al.* (2023), *edible straw* pati ubi jalar kuning dengan nilai daya serap air yaitu 27,82–36,59%, kemudian penelitian Masahid *et al.* (2023), yang membuat plastik *biodegradable* berbasis pati singkong dan *whey* keju dengan nilai daya serap air paling tinggi yaitu 78,754–695,244%.

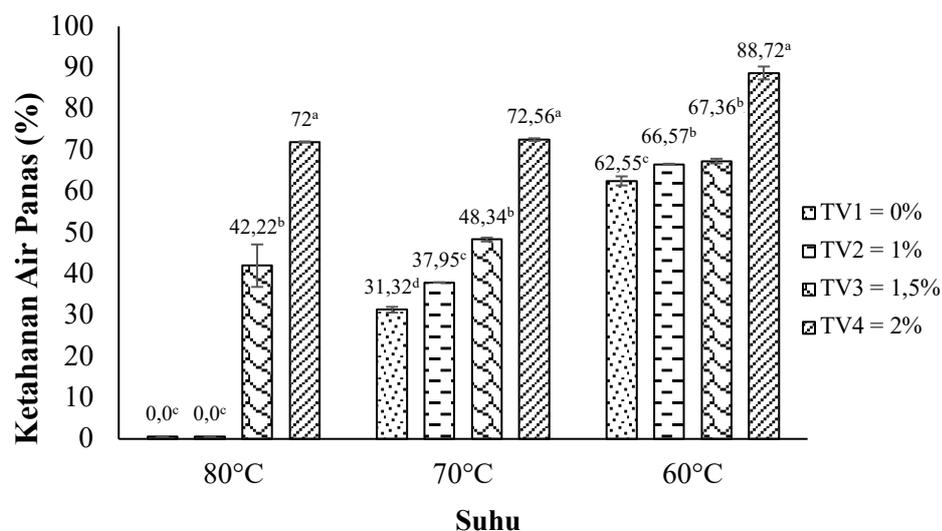
Berdasarkan Gambar 6. diketahui bahwa variasi penambahan serat berpengaruh nyata terhadap nilai daya serap air. Secara keseluruhan persentase daya serap air menurun seiring bertambahnya serat eceng gondok. Menurut Darni *et al.* (2009), bahwa penambahan serat selain sebagai bahan pengisi, juga bertujuan untuk mengurangi sifat hidrofilik pada pati, karena serat memiliki kandungan selulosa yang tidak larut air atau bersifat hidrofobik. Hal ini sejalan dengan penelitian Iriani *et al.* (2013), semakin tinggi konsentrasi serat selulosa pada *biodegradable foam* maka akan membuat rongga-rongga pada *biodegradable foam* semakin mengecil dan air akan sukar masuk (*hidrofobik*).

Penelitian Hendrawati *et al.* (2022) melaporkan bahwa nilai *water absorption* menurun seiring meningkatnya konsentrasi selulosa serat batang pisang. Adapun nilai daya serap paling tinggi terdapat pada perlakuan TV1 atau tanpa penambahan serat eceng gondok. Hal ini disebabkan karena komponen *biostraw* tersebut hanya berbahan dasar karagenan dan gliserol yang bersifat hidrofilik. Pujawati *et al.* (2021) menyatakan bahwa bioplastik dengan penambahan karagenan cenderung meningkatkan daya serap air, karena hidrokoloid yang buruk terhadap daya tahan uap air, oleh sebab itu nilai daya serapnya semakin tinggi. Adapun faktor lain yang

mempengaruhi daya serap air disebabkan oleh komponen penyusunnya dan ketebalan. Semakin tebal bioplastik yang dihasilkan maka kemampuan dalam menahan uap air akan semakin baik (Jacoeb *et al.* 2014)

4.5 Ketahanan Terhadap Air Panas

Ketahanan terhadap air panas merupakan analisis yang bertujuan untuk mengetahui seberapa baik *biostraw* dapat bertahan pada suhu maksimal atau rusak ketika terkena air panas (Nurviantika *et al.* 2015). Adapun tanda-tanda kerusakan meliputi *biostraw* menjadi lembek, meleleh dan pada akhirnya pecah (Muhammad *et al.* 2020). Nilai Ketahanan air panas *biostraw* dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik nilai uji ketahanan air panas *Biostraw*

Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) menunjukkan konsentrasi penambahan serat eceng gondok pada suhu 80°C, 70°C dan 60°C memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai ketahanan air panas *biostraw* ($P < 0,05$). Nilai rata-rata ketahanan air panas *biostraw* berkisar 0–88,72%. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam diatas menunjukkan, bahwa seiring dengan penambahan serat eceng gondok, pengurangan berat *biostraw* juga semakin rendah dan ketahanan terhadap air semakin tinggi.

Hasil pengujian ketahanan *biostraw* terhadap air panas pada suhu 80°C menunjukkan bahwa perlakuan TV1 (serat 0%) dan TV2 (serat 1%) memiliki nilai ketahanan air 0,0% diikuti oleh perlakuan TV3 (serat 1,5%) dengan ketahanan

terhadap air panas sebesar 42% dan perlakuan TV4 (serat 2%), memiliki daya tahan air sebesar 72%. Hasil pengujian ketahanan *biostraw* terhadap air panas pada suhu 70°C menunjukkan bahwa perlakuan TV1 memiliki nilai ketahanan air panas 31,32%, perlakuan TV2 dengan nilai ketahanan air panas 37,95%, diikuti oleh perlakuan TV3 dengan nilai ketahanan air panas 48,34%, dan perlakuan TV4 dengan nilai ketahanan air panas 72,56%. Hasil pengujian ketahanan *biostraw* terhadap air panas pada suhu 60°C menunjukkan bahwa perlakuan TV1 memiliki nilai ketahanan air panas 62,55%, perlakuan TV2 memiliki nilai ketahanan air panas 66,57%, TV3 dengan nilai ketahanan air 67,66%, dan perlakuan TV4 dengan nilai ketahanan air panas 88,72 %.

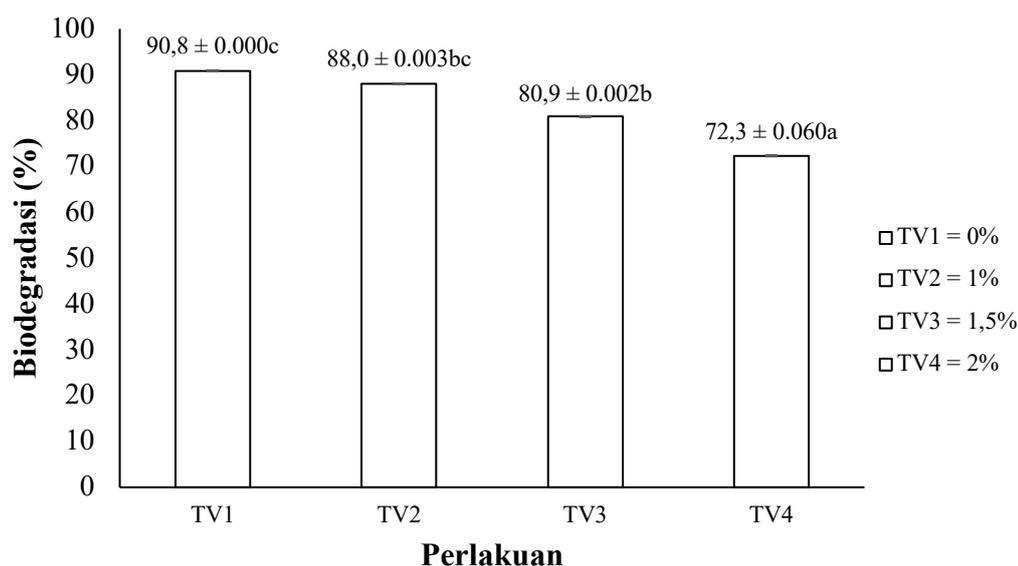
Berdasarkan penelitian ini dapat diketahui bahwa *biostraw* dengan penambahan serat eceng gondok 0% memiliki nilai kehilangan berat tertinggi dan ketahanan air panas terendah bila dibandingkan dengan *biostraw* dengan perlakuan penambahan serat eceng gondok 1%, 1,5% dan 2%. Pada pengujian ketahanan terhadap air panas pada suhu 80°C, 70°C dan 60°C setelah 10 menit *biostraw* dengan perlakuan tanpa penambahan serat (TV1) mengalami perubahan fisik yang ditandai dengan melelehnya pada beberapa bagian sisinya, sedangkan *biostraw* dengan perlakuan penambahan serat tidak mengalami perubahan yang terlalu signifikan atau tidak terlalu meleleh. Hal ini dikarenakan pada proses gelatinisasi, adonan *biostraw* ditambahkan dengan serat yang akan meningkatkan kerapatan bahan. Semakin rapat *biostraw* maka semakin sedikit jumlah pori atau rongga pada *biostraw* tersebut.

Beberapa penelitian melaporkan hal serupa diantaranya penelitian Rusdianto *et al.* (2021) yang membuat gelas bioplastik dari pati dengan penambahan serbuk sabut kelapa menunjukkan bahwa ketahanan air panas suhu 80°C, 90°C, dan 100°C pada gelas bioplastik mengalami kehilangan berat paling rendah dibandingkan dengan perlakuan tanpa serbuk sabut kelapa. Menurut Kirana (2016), bahwa semakin banyak penambahan serat maka akan semakin meningkatkan kerapatan bahan atau densitas. Adapun faktor yang mempengaruhi ini yaitu, sifat selulosa yang terkandung dalam serat memiliki rantai yang panjang serta ikatan hidrogen yang kuat sehingga sulit berinteraksi dengan air. Serat selulosa memiliki daerah kristalin yang tinggi, di mana molekul-molekulnya teratur dan terikat erat satu sama

lain melalui ikatan hidrogen. Struktur ini memberikan kekuatan mekanik dan stabilitas termal yang tinggi, sehingga bioplastik yang dibuat dari serat cenderung lebih tahan terhadap suhu tinggi termasuk air panas. Ukuran serat dapat mempengaruhi daya serap air, semakin kecil ukuran serat maka akan semakin tinggi ketahanan airnya (Fadilla *et al.* 2023).

4.6 Biodegradasi

Biodegradasi merupakan salah satu parameter yang dapat menunjukkan suatu bioplastik ramah lingkungan atau tidak. Uji biodegradabilitas dilakukan selama 14 hari bertujuan untuk mengetahui seberapa lama dan efektif plastik *biodegradable* dapat terurai oleh adanya aktivitas mikroorganisme di lingkungan (Budiman *et al.* 2018). Pada proses biodegradabilitas terjadi pada media tanah dengan berbagai proses, seperti hidrolisis (pemecahan kimia), aktivitas bakteri/jamur, enzim (reaksi enzimatik), abrasi oleh angin (pergeseran mekanik). Nilai hasil pengujian biodegradasi pada *biostraw* dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik nilai uji biodegradasi *biostraw*

Berdasarkan hasil analisis data sidik ragam (ANOVA), menunjukkan bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima, artinya perbedaan konsentrasi serat eceng gondok pada pembuatan *biostraw* memberikan perbedaan yang nyata terhadap nilai biodegradasi

($P < 0,05$). Berdasarkan Gambar 8 dapat dilihat bahwa laju reaksi biodegradabilitas *biostraw* dapat dipengaruhi oleh penambahan serat eceng gondok serta karagenan yang digunakan. Meskipun *biostraw* dengan penambahan konsentrasi serat eceng gondok memiliki nilai degradasi yang lebih rendah dibandingkan *biostraw* tanpa penambahan serat. Namun penelitian *biostraw* ini belum memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu terdegradasi 60% dalam waktu 1 minggu. Nilai rata-rata degradasi *biostraw* berkisar 72,3–90,7% dalam waktu 14 hari. Nilai tersebut lebih tinggi dibandingkan hasil biodegradasi penelitian Fadilla *et al.* (2023) bioplastik dari serat selulosa ampas tebu dan pati kulit singkong yaitu berkisar 50,72–73,95% dalam waktu 56 hari. Berdasarkan penelitian Putri (2022), membuat sedotan bioplastik dari karagenan, dengan hasil biodegradasi tercepat pada konsentrasi karagenan 2% dibandingkan dengan konsentrasi karagenan 3% dan 4%.

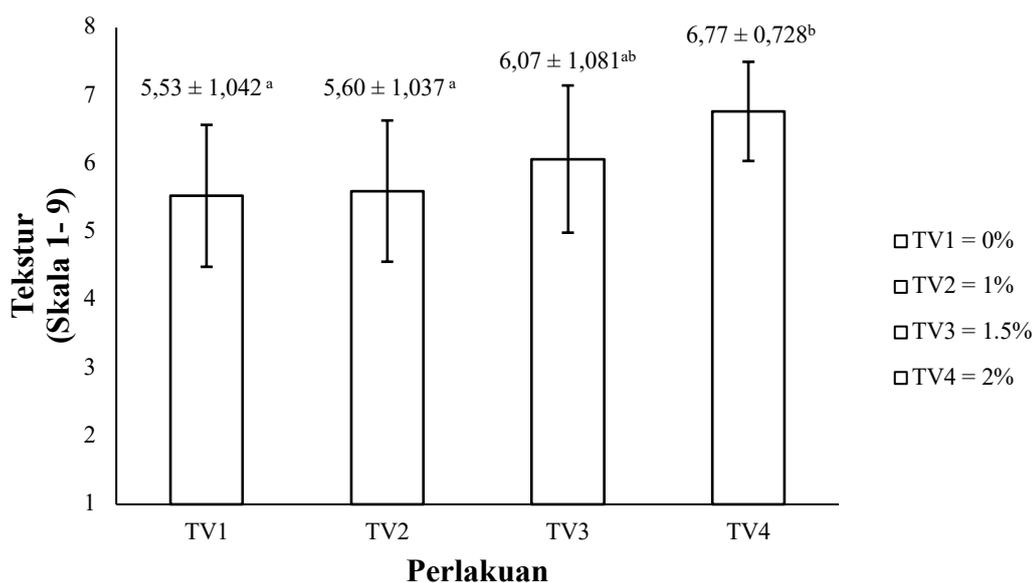
Hal tersebut membuktikan bahwa semakin meningkatnya konsentrasi serat maka sedotan bioplastik akan membutuhkan waktu yang lebih lama untuk dapat terurai di dalam tanah. Menurut Affanti *et al.* (2024), komponen yang terkandung dalam bioplastik juga akan mempengaruhi lama waktu bioplastik tersebut untuk terurai. Pada penelitian ini, komponen-komponen yang terkandung dalam *biostraw* terdiri dari serat eceng gondok, gliserol dan karagenan. Hal ini dapat dikaitkan dengan serat yang memiliki sifat hidrofobik maka semakin banyak serat eceng gondok yang ditambahkan maka ketahanan *biostraw* semakin tinggi, namun *biostraw* akan lama terdegradasi. Hal tersebut dapat disebabkan juga oleh sifat serat selulosa yang memiliki rantai panjang, sifat fisik yang lebih kuat dan lebih tahan lama terdegradasi oleh panas, bahan kimia maupun biologis sehingga tidak mudah mengalami kerusakan (Putera 2012).

Faktor-faktor yang mempengaruhi biodegradabilitas bioplastik meliputi konsentrasi karagenan, serat, gliserol, ketebalan bioplastik, pH, suhu, dan kelembaban. Proses degradasi terjadi karena senyawa tersebut digunakan oleh mikroorganisme sebagai sumber nutrisi. Laju degradasi juga dipengaruhi oleh sifat hidrofobik bahan adiktif, proses produksi, struktur polimer, morfologi, dan berat molekul plastik (Sendjaya *et al.* 2021; Utami *et al.* 2014). menurut Hudha *et al.* (2020), penambahan bahan *plasticizer* dan bahan pengisi mempengaruhi sifat biodegradasi karena gliserol bersifat hidrofilik.

4.7 Analisis Hedonik *Biostraw*

4.7.1 Tekstur

Tekstur salah satu parameter yang penting dalam analisis hedonik. Tekstur pada sedotan adalah faktor yang mempengaruhi pengguna saat menggunakan sedotan, seperti kehalusan, fleksibilitas, kekenyalan, dan kekuatan strukturalnya (Savitri *et al.* 2024). Nilai hedonik tekstur *biostraw* dari karagenan dan serat eceng gondok dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik nilai uji hedonik tekstur *biostraw*

Hasil uji *Kruskal-Wallis Biostraw* yang dihasilkan menunjukkan bahwa Penambahan konsentrasi serat eceng gondok pada penelitian ini memberikan perbedaan yang nyata terhadap tekstur *biostraw* ($P < 0,05$). Hal ini dapat disimpulkan bahwa hipotesis H_0 ditolak dan H_1 diterima. Nilai rata-rata yang diberikan oleh panelis yaitu berkisar 5,53–6,77 yang artinya panelis memberikan penilaian agak suka terhadap tekstur *biostraw* yang dihasilkan. Selanjutnya dilakukan uji lanjut *Mann-Whitney test* untuk mengetahui hubungan antar perlakuan. Berdasarkan uji Hedonik parameter tekstur dengan rentang nilai 1–9. Nilai tekstur *biostraw* terendah yaitu pada penambahan serat eceng gondok TV1 (0%), nilai tekstur tertinggi pada konsentrasi serat TV4 (2%). *biostraw* dengan konsentrasi serat eceng gondok 2% memiliki tekstur sedikit kasar, tidak lemah dan

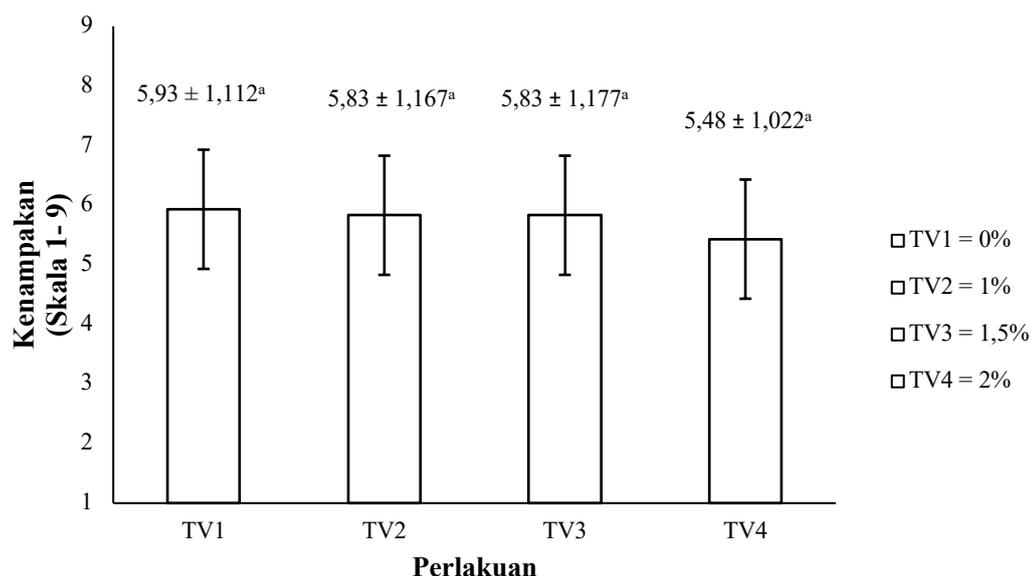
terdapat sedikit penolakan ketika ditekan. Hal ini yang menyebabkan panelis lebih menyukai produk tersebut.

Tekstur *biostraw* dipengaruhi oleh konsentrasi serat eceng gondok yang digunakan, semakin tinggi konsentrasi serat yang digunakan maka tekstur yang dihasilkan memiliki sifat fisik yang lebih kuat namun pada bagian permukaan *biostraw* menjadi sedikit lebih kasar. Menurut Kalsum *et al.* (2020), *biodegradable film* dari bahan baku yang mengandung komponen serat memiliki sifat yang kaku dan kuat. Kandungan selulosa pada kulit nanas mempengaruhi tekstur produk menjadi keras dan kasar sesuai dengan penelitian Nilasari *et al.* (2017), dimana serat kasar golongan selulosa dapat memberikan bentuk, tekstur, dan struktur pada produk, semakin tinggi persentase kulit nanas maka *edible drinking straw* akan lebih bertekstur.

Tingginya konsentrasi serat dan karagenan juga dapat membuat viskositas larutan semakin tinggi sehingga proses penuangan ke dalam cetakan kurang merata sempurna yang mengakibatkan adanya gumpalan pada beberapa titik. Putri (2022) menyatakan hal serupa, yang disebabkan karena pada proses pencetakan dan pelepasan dari cetakan secara manual sehingga dapat mempengaruhi tekstur produk yang dihasilkan. Penyebaran larutan bioplastik yang tidak merata dapat disebabkan oleh proses pembuatan yang kurang didukung oleh peralatan yang memadai. Ketidakstabilan suhu selama pengadukan dan pemanasan dapat menyebabkan waktu pengadukan yang tidak seragam (Bani 2019).

4.7.2 Kenampakan

Kenampakan merupakan suatu indikator penting yang dapat mempengaruhi tingkat perspektif panelis, panelis akan memberikan kesan utama baik atau buruk pada suatu produk (Nisa *et al.* 2021). Menurut Luthfiyana *et al.* (2016), warna menjadi salah satu faktor penilaian dalam pemilihan suatu produk oleh konsumen. Meskipun kenampakan tidak menentukan tingkat kesukaan konsumen secara mutlak, tetapi kenampakan juga mampu mempengaruhi penerimaan konsumen (Maulana *et al.* 2022). Nilai hedonik kenampakan *biostraw* dari karagenan dan serat eceng gondok dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik nilai uji hedonik kenampakan *biostraw*

Hasil uji *Kruskal-Wallis Biostraw* diketahui bahwa penambahan konsentrasi serat eceng gondok tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kenampakan *biostraw* ($P > 0,05$). Rata-rata nilai yang diberikan oleh panelis yaitu berkisar 5,48–5,93 yang artinya panelis memberikan penilaian netral atau agak suka. Berdasarkan Gambar 10. nilai uji hedonik terhadap parameter kenampakan cenderung sama dan masih disukai oleh panelis. Nilai Hedonik kenampakan sedotan bioplastik tertinggi yaitu penambahan serat eceng gondok TV1 (0%), serta terendah pada serat eceng gondok TV4 (2%).

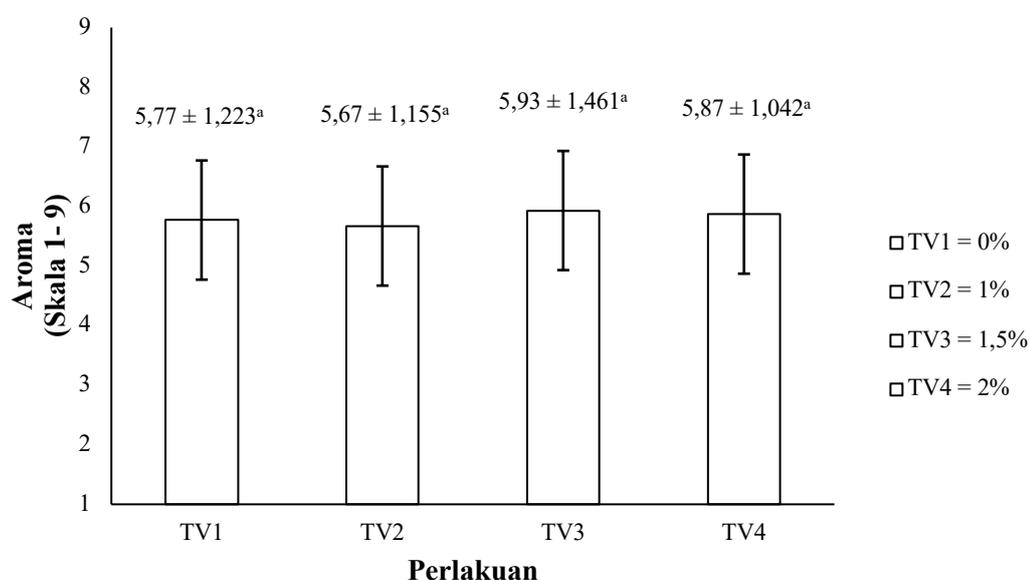
Kenampakan *biostraw* dengan konsentrasi serat TV1 (0%) memiliki warna bening putih tulang, sedikit terdapat gelembung sehingga kelihatan lebih menarik dibandingkan dengan *biostraw* dengan penambahan serat 1%, 1,5% dan 2%. Hal ini yang menyebabkan panelis lebih menyukai produk tersebut. Adapun penelitian serupa Azmin *et al.* (2020), yang membuat *film* bioplastik dengan penambahan kulit buah kakao dan serat ampas dengan hasil, bahwa pengaruh penambahan konsentrasi serat mempengaruhi kenampakan warna dimana serat tertinggi menghasilkan warna yang lebih kekuningan.

Tepung karagenan dari rumput laut *Eucheuma cottonii* dan serat yang dihasilkan memiliki warna putih tulang sehingga penggunaan konsentrasi bahan yang semakin tinggi akan menghasilkan warna semakin keruh dan tidak disukai

oleh panelis. Nilai transparansi cenderung meningkat dengan bertambahnya konsentrasi bahan aktif, dengan kata lain, semakin tinggi konsentrasi karagenan yang ditambahkan, semakin rendah tingkat transparansi atau kejernihan.

4.7.3 Aroma

Aroma adalah salah satu parameter dalam pengujian sifat hedonik (organoleptik) yang dilakukan dengan menggunakan indera penciuman manusia (Lamusu 2018). Pengujian aroma bertujuan untuk mengetahui tingkat penerimaan panelis terhadap aroma sampel yang dibuat dengan peningkatan konsentrasi serat eceng gondok pada *biostraw*. Nilai hedonik aroma *biostraw* dari karagenan dan serat eceng gondok dapat dilihat pada Gambar 11.



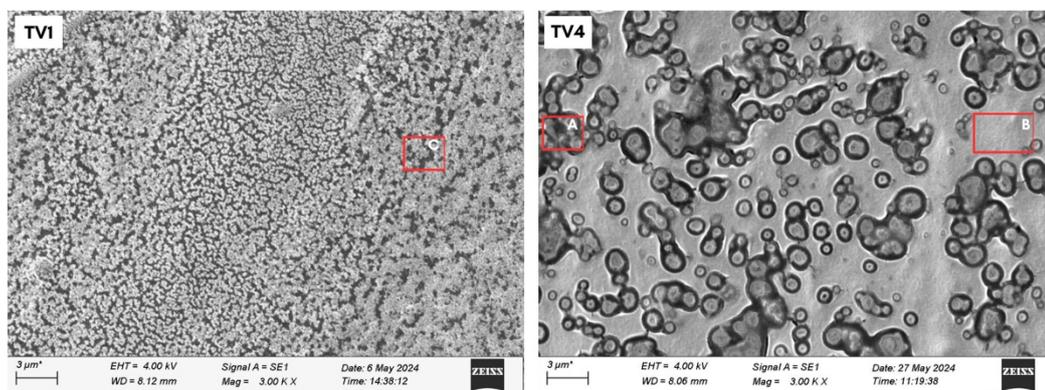
Gambar 11. Grafik nilai uji Hedonik aroma *biostraw*

Hasil uji *Kruskal-Wallis Biostraw* yang dihasilkan tidak memberikan pengaruh nyata terhadap aroma *biostraw* ($P > 0,05$). Rata-rata nilai yang diberikan oleh panelis yaitu berkisar 5,67–5,93 yang artinya panelis memberikan penilaian netral atau agak suka. Berdasarkan Gambar 11, nilai uji Hedonik terhadap parameter aroma cenderung rata namun masih dapat diterima oleh panelis. *Biostraw* yang dihasilkan tidak memberikan aroma yang berbeda pada setiap perlakuan penambahan serat eceng gondok, oleh sebab itu *biostraw* yang dihasilkan tidak memiliki aroma. Hal tersebut diduga disebabkan oleh sifat pada bahan baku

pembuatan *biostraw*, yaitu karagenan dan serat eceng gondok yang cenderung memiliki aroma netral. Menurut Ririsanti *et al.* (2017) Karagenan memiliki aroma yang cenderung netral dan penggunaan konsentrasi pada produk karagenan rendah sehingga penambahan karagenan tidak mempengaruhi aroma yang signifikan.

4.8 SEM (*Scanning Electron Microscopy*)

Pengujian SEM (*Scanning electron microscopy*) ini dilakukan untuk mengetahui bentuk, struktur, retakan, dan kehalusan permukaan bioplastik yang dihasilkan (Siregar 2009). Sampel *biostraw* yang digunakan untuk analisis SEM ini yaitu pada *biostraw* tanpa penambahan serat (TV1) dan *biostraw* dengan konsentrasi serat 2% (TV4). Hasil analisis SEM morfologi dari *biostraw* ditunjukkan pada gambar 12. di bawah ini.



(a). Aglomerat, (b). Permukaan halus, (c). Retakan (crack)

Gambar 12. Hasil uji SEM *biostraw* dengan perbesaran 3000x

Berdasarkan hasil analisis SEM pada *biostraw* dengan perlakuan (TV1) tanpa penambahan serat eceng gondok seperti yang ditandai pada kotak C menunjukkan permukaan struktur yang tidak rapat serta terlihat adanya retakan (*crack*). Hal ini dapat menjadi indikasi kelemahan struktural *biostraw* yang disebabkan pada saat proses pembuatan. Penggabungan karagenan dan gliserol dalam pembuatan *biostraw* (TV1) memberikan pengaruh signifikan pada sifat fisik, mekanik, dan mikrostruktur material. Penambahan gliserol sebagai *plasticizer* meningkatkan fleksibilitas namun dapat mengurangi kekuatan mekanik dan mempengaruhi struktur mikro seperti yang terlihat pada Gambar 12. Menurut Maryuni *et al.* (2018), retakan atau rongga tersebut kemungkinan dikarenakan ukuran molekul

karagenan yang besar dan penyebarannya di dalam matriks yang tidak merata sehingga interaksi kimia yang terjadi di dalam matriks tidak berjalan baik dan menyebabkan matriks bioplastik menjadi kurang rapat dan berongga. Permukaan yang berpori ini akan memberikan pengaruh pada sifat mekanik dan permeabilitas bioplastik. Hal tersebut juga bisa mempengaruhi tingkat biodegradabilitas, karena memungkinkan enzim atau mikroorganisme untuk lebih mudah menguraikan material.

Hasil analisis SEM pada *biostraw* dengan perlakuan TV4 menunjukkan bahwa tidak terdapat rongga kosong atau *crack* (B) pada permukaan *biostraw*. Hal ini disebabkan karena partikel-partikel penyusun *biostraw* saling berikatan satu dengan yang lain, dimana serat yang terdapat dalam matriks karagenan dan gliserol bertindak sebagai pengisi yang mengisi celah dan meningkatkan kepadatan struktur sehingga menciptakan mikrostruktur yang lebih padat dan terikat erat dengan permukaan yang halus dan tak berongga. Interaksi yang baik antara serat dan matriks menunjukkan adhesi yang kuat.

Pada beberapa titik permukaan terlihat banyak penumpukkan komponen serat (A). Penumpukkan tersebut juga menandakan aglomerasi pada matriks karagenan yang mengakibatkan tidak meratanya atau tidak homogenya persebaran pengisi yang ditambahkan sehingga bioplastik yang dihasilkan tidak maksimal. Hal ini terjadi diduga karena ukuran *filler* yang digunakan masih terlalu besar sehingga tidak dapat masuk dalam rongga matriks dan sulit untuk berinteraksi. Hal ini sejalan dengan penelitian Panjaitan *et al.* (2017), yang menyatakan bahwa peningkatan kandungan zat pengisi menyebabkan terbentuknya aglomerat yang besar pada partikel pengisi. Selain itu, penurunan nilai kuat tarik dapat disebabkan oleh ketidakmampuan bahan pengisi untuk mendukung transfer tegangan yang merata dari matriks. Akibatnya, mekanisme penguatan oleh bahan pengisi tidak berfungsi dengan baik (Adryani dan Maulida 2014).