

Preparation of PVA/ME/ β -CD and PVA/ME Nanofibers by Electrospinning and Their Activity as a *Drosophila melanogaster* Attractant

Anisalia Nur Islamiyah[✉], Edy Cahyono

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang
Gedung D6 Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229, Indonesia.

Info Artikel

Diterima September 2021

Disetujui Oktober 2021

Dipublikasikan November 2021

Keywords:

Nanofiber

Metil eugenol

PVA

β -CD

atraktan lalat buah

Abstrak

Nanofiber adalah suatu serat yang memiliki diameter pada rentang nanometer. Pada penelitian ini, membran *nanofiber* PVA/ME dan PVA/ME/ β -CD dibuat dengan menggunakan metode *electrospinning* dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh komposisi matriks terhadap karakteristik *nanofiber* serta uji aktivitasnya sebagai atraktan lalat buah. Larutan PVA, metil eugenol 98%, dan β -siklodekstrin digunakan dalam proses *electrospinning*. Untuk memperoleh morfologi *fiber* yang terbaik, divariasikan konsentrasi β -CD (30% dan 61%) dan metil eugenol (5%, 12%). PVA dibuat dengan konsentrasi 12%. Rasio β -CD dan metil eugenol yaitu 1:1; 1:2; dan 2:1. *Electrospinning* dilakukan pada tegangan 15 kV, jarak dari ujung jarum ke kolektor 10 cm dengan diameter jarum 0,5 mm. Diameter rata-rata *nanofiber* PVA yaitu 92 ± 890 nm. Diameter rata-rata yang dihasilkan dari *nanofiber* PVA/ME yaitu 95 ± 10 nm. Diameter rata-rata *nanofiber* PVA/ME/ β -CD yaitu 100 ± 150 nm. Dari hasil spektrum IR menunjukkan bahwa metil eugenol mampu terikat oleh matriks PVA dan β -CD dilihat dari gugus C=C, -OCH₃ dan -CH=CH₂. Hasil uji aktivitas sebagai atraktan lalat buah menunjukkan bahwa *nanofiber* PVA/ME/ β -CD dengan konsentrasi 12%:5%:30% merupakan hasil yang terbaik karena memiliki jumlah *beads* yang paling sedikit dan memiliki aktivitas maksimal yang memerangkap lalat buah dengan jumlah total sebanyak 71 ekor.

Abstract

Nanofibers are fibers with diameters in the nanometer range. In this study, PVA/ME and PVA/ME/ β -CD nanofibers membrane are made by electrospinning method to determine the effect of matrix composition on the characteristics of the nanofibers and their activity as a *Drosophila melanogaster* attractant. PVA, Methyl Eugenol 98%, and β -Cyclodextrin were used for the electrospinning process. To get the best fibers morphology, the concentration of the sample was varied β -cyclodextrin (β -CD) (30% and 61%), methyl eugenol (5%, 10%, and 12%). The PVA concentration was prepared (was kept) at 12%. The ratio of β -CD and methyl eugenol was set at 1:1; 1:2; and 2:1. The electrospinning parameters were adjusted as 15 kV applied voltage, 10 cm tip-to-collector distance, and 0.5 mm inner diameter of the metallic needle. The average diameter of nanofibers PVA is 92 ± 890 nm. The average diameter of nanofibers PVA/ME is 95 ± 10 nm. The average diameter of nanofibers PVA/ME/ β -CD is 100 ± 150 nm. The result of IR spectra shows that PVA and β -CD matrix can trap methyl eugenol compounds as seen from the groups of C=C, -OCH₃, and -CH=CH₂. Attractant test showed that nanofiber PVA/ME/ β -CD is the best product of nanofiber because it has the smallest number of beads and has the maximum activity that can trap the fruit flies with a total amount of 71 flies in a week.

Pendahuluan

Masalah yang sering dihadapi petani buah adalah serangan hama yang dapat menggagalkan panen. Salah satu serangan hama yaitu sekelompok lalat, khususnya lalat buah *Bactrocera sp.* yang termasuk ke dalam hama utama yang dapat menyerang tanaman buah yang dapat merugikan secara kuantitas dan kualitas bagi tanaman buah seperti pepaya, cabai, jeruk, manga, nangka, jambu batu, jambu air, ketapang, pisang, dan lain-lain (Hadi *et al.*, 2009).

Upaya pengendalian lalat buah *Bactrocera sp.* telah dilakukan, baik secara tradisional dengan membungkus buah dengan kantong plastik, menggunakan insektisida kimia, dan atraktan (Sukarmin, 2011). Dalam penerapannya, penggunaan insektisida dalam mengendalikan hama lalat buah, dapat meninggalkan residu insektisida dan juga dapat membunuh serangga berguna, seperti musuh alami hama dan serangga berguna lainnya (Cahyono, 2013). Sementara itu atraktan adalah zat pemikat yang disukai lalat jantan karena memiliki bau khas feromon yang baunya mirip dengan yang dimiliki lalat betina (Wijaya *et al.*, 2010).

Minyak cengkeh merupakan salah satu bahan alam di Indonesia yang memiliki potensi besar dalam pemanfaatannya. Jirovetz *et al.* (2006) menganalisis komposisi kimia minyak daun cengkeh menggunakan *Gas Chromatography* (GC) dan *Gas Chromatography Mass Spectroscopy* (GC-MS) didapat 23 komposisi kimia dengan kadar komponen terbesar adalah eugenol (76.8%), β -caryophyllene (17.4%), *R*-humulen (2.1%), dan eugenil asetat (1.2%).

Salah satu derivat dari eugenol adalah metil eugenol yang didapatkan dari metilasi senyawa eugenol. Metil eugenol memiliki manfaat di antaranya yaitu sebagai atraktan. Zat tersebut berperan sebagai atraktan karena mengandung feromon, suatu zat yang disukai oleh lalat buah jantan karena baunya mirip dengan yang terdapat pada lalat buah betina yang mudah sekali terdeteksi oleh lalat buah jantan dan membuat lalat buah jantan terpicat (Kardinan, 2007).

Penggunaan atraktan metil eugenol merupakan salah satu bahan untuk memantau populasi hama, dan sekaligus dapat digunakan untuk menekan populasi *Bactrocera sp.* yang menyerang tanaman buah sebagai alternatif pengganti pestisida kimia merupakan cara pengendalian yang ramah lingkungan dan telah terbukti efektif (Herlinda *et al.*, 2008; Cahyono, 2013). Kelemahan metil eugenol adalah mudah menguap sehingga pengaruh zat tersebut akan cepat hilang seiring dengan laju penguapannya yang cepat, sehingga menjadi kurang efisien (Sulistiyana, 2016).

Perkembangan nanoteknologi yang sangat pesat dalam beberapa dekade terakhir ini memberikan dampak terhadap perkembangan berbagai industri. Salah satu material yang dihasilkan pada bidang nanoteknologi adalah serat nano (*nanofiber*). Serat nano merupakan serat yang memiliki diameter sebesar 100 – 500 nm (Subbiah *et al.*, 2005). *Nanofiber* memiliki sifat-sifat unggul seperti luas permukaan yang tinggi, struktur berpori, dan tingkat modulus elastisitas nanofiber dapat diaplikasikan secara efektif untuk bidang medis, filtrasi, kain pelindung (*protective fabrics*), dan lain-lain (Dotti *et al.*, 2007; Wahyudi dan Sugiyana, 2011).

Berbagai jenis serat dapat dihasilkan dari berbagai jenis polimer, salah satunya yaitu polivinil asetat (PVA). PVA dipilih sebagai bahan matriks untuk *nanofiber* dikarenakan merupakan polimer hidrofil yang mempunyai tingkat biokompatibilitas tinggi, bebas toksisitas, serta mempunyai stabilitas termal (Li *et al.*, 2013).

Siklodekstrin bisa digunakan untuk mentransformasi larutan menjadi *nanofiber* karena memiliki struktur supramolekul yang bisa bereaksi secara kimia dengan melibatkan interaksi intramolekul yang dapat dengan efektif berperan sebagai penjebak rantai dan cincin pada suatu sistem. Susunan inilah yang memungkinkan siklodekstrin bertindak sebagai *host* untuk menjebak bahan kimia lain secara penuh dan atau sebagian tetapi tidak melibatkan pembentukan ikatan-ikatan kovalen. (Celebioglu *et al.*, 2018; Diaz *et al.*, 2003).

Teknik *electrospinning* adalah teknik lama yang dewasa ini banyak digunakan untuk memproduksi serat nano. *Electrospinning* adalah teknologi pembentukan serat secara elektrostatis yang memanfaatkan kekuatan listrik untuk menghasilkan serat polimer dengan diameter berukuran nano (Cramariuc *et al.*, 2013; Piras *et al.*, 2008; Panboon, 2005). Keunggulan dari *electrospinning* yaitu proses mudah, mampu mengendalikan morfologi, keseragaman, porositas, dan menghasilkan *nanofiber* yang cukup panjang (kontinu), namun tingkat produksinya masih rendah (He *et al.*, 2008).

Penelitian ini dilakukan untuk mempelajari pembuatan serat nano dengan bahan dasar PVA, β -siklodekstrin, dan metil eugenol dengan metode *electrospinning* dan uji aktivitas sebagai atraktan lalat buah.

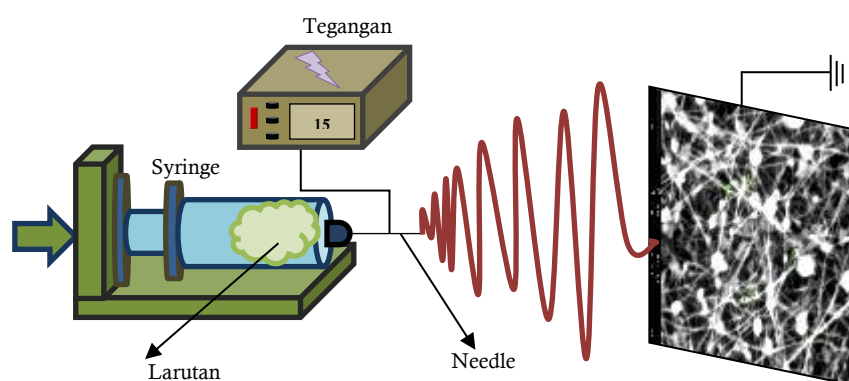
Metode

Alat-alat yang digunakan adalah seperangkat alat gelas, pengaduk, spatula, pipet, *hotplate*, *magnetic stirrer*, neraca analitik, termometer, dan seperangkat alat *electrospinning*. Sedangkan peralatan yang digunakan

untuk keperluan analisis yaitu *Fourier Transformer Infra Red* (FT-IR) (*Shimadzu 8201 PC*) dan SEM (*Scanning Electron Microscope*) (JEOL-JED-2300 15 kV).

Pembuatan larutan PVA/ME/ β -CD dan PVA/ME dibuat dengan rasio konsentrasi 1:2, 1:1 dan 2:1. Dibuat dengan mencampurkan PVA 0,6 gram dalam 5 mL aquades dan diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 1 jam pada suhu 75°C hingga larut. Sebanyak 0,370 g ($3,2 \times 10^{-4}$ mol) β -siklodekstrin dilarutkan ke dalam larutan PVA pada suhu 75°C dan diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 10 menit hingga larut. Setelah larut, kemudian didiamkan pada temperatur kamar hingga dingin. Kemudian sebanyak 0,06 g ($3,2 \times 10^{-4}$ mol) metil eugenol ditambahkan ke dalam larutan campuran PVA/ β -siklodekstrin. Campuran larutan PVA/ME/ β -CD kemudian diaduk kembali dengan *magnetic stirrer* selama 2 jam pada suhu ruang. Campuran larutan PVA/ME/ β -CD dan PVA/ME yang telah dipreparasi didiamkan selama 24 jam hingga tidak terdapat gelembung udara yang ditimbulkan saat proses pelarutan. Proses tersebut disebut *degassing*. Setelah itu, larutan siap untuk dicetak dengan *electrospinning* (Kayaci *et al.*, 2013; Celebioglu *et al.*, 2018).

Pembuatan membran *nanofiber* dengan *electrospinning* mengacu pada Celebioglu *et al* (2018) yang telah dimodifikasi. Alat pencetak membran *nanofiber* atau *electrospinning* menggunakan *power supply* bertegangan tinggi sebesar 15 kV. Kolektor membran berbentuk silinder yang dilapisi aluminium foil dipasang dengan jarak 10 cm secara horizontal terhadap *spinneret* dan kabel lainnya dijepitkan pada kolektor. Selanjutnya, larutan PVA/ME/ β -CD dan PVA/ME sebanyak 3 mL dari setiap masing-masing konsentrasi dimasukkan ke dalam *syringe* dengan jarum berdiameter 0,5 mm yang diposisikan secara horizontal pada pompa *syringe*. Setelah melewati *spinneret*, larutan akan tertarik ke kolektor, dan menjadi padatan *nanofiber*. Hasil dianalisis menggunakan FT-IR dan SEM.



Gambar 1. Skema terbentuknya *nanofiber* dengan *electrospinning* (Kayaci *et al.*, 2013)

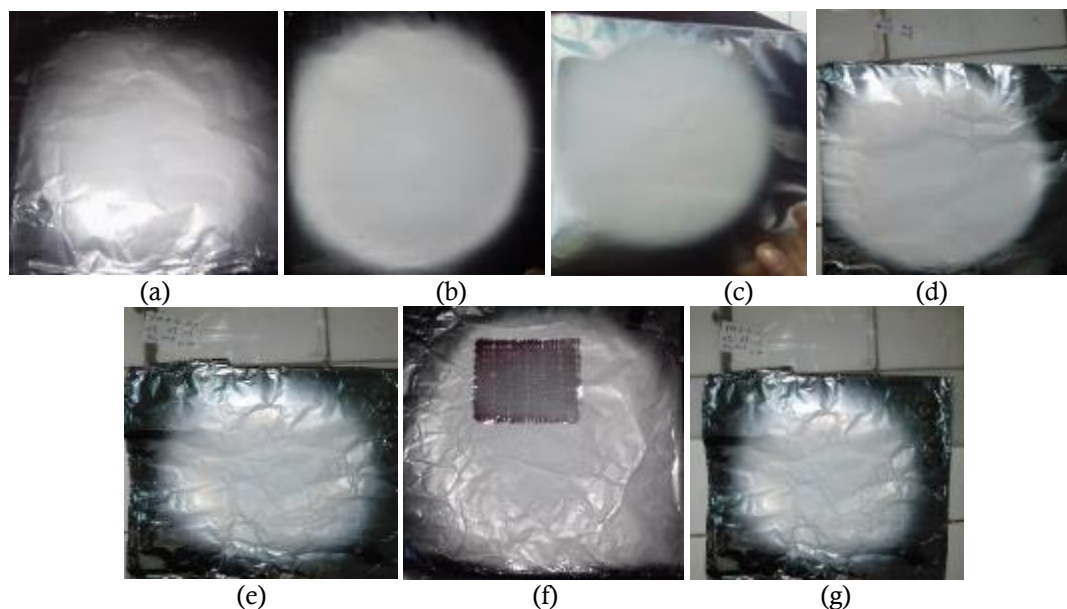
Gambar 1 menunjukkan proses terbentuknya *nanofiber* dengan menggunakan *electrospinning*. Larutan campuran yang terdapat pada *syringe* akan bergerak dan membentuk serat karena adanya pengaruh dari tegangan yang tinggi yang digunakan. Pancaran larutan polimer berakselerasi ke arah kolektor memanjang dan menyebar secara tidak beraturan dari *spinneret* ke kolektor. Pancaran larutan tersebut menipis dan mengering seiring dengan menguapnya pelarut, meninggalkan serat-serat nano yang saling berhubungan satu dengan lainnya (*interconnected*) membentuk jaring-jaring yang solid (*webs*) (Darmawan *et al.*, 2016).

Uji aktivitas *nanofiber* PVA/metil eugenol/ β -siklodekstrin (PVA/ME/ β -CD) dan PVA/ME sebagai atraktan pada lalat buah dilakukan di kebun mangga di Desa Suruh, Kecamatan Suruh, Salatiga, Jawa Tengah. Pembuatan alat penangkap lalat buah mengacu pada Marikun (2014) yang telah dimodifikasi. Perangkat terbuat dari botol bekas air mineral yang berukuran 600 mL, seluruh bagian luar botol diberi lem dan dilubangi menggunakan jarum dengan jarak yang sama. Pada bagian leher botol dipasang kawat untuk menggantungkan perangkat pada dahan. Masing-masing perangkat diisi dengan sampel yaitu metil eugenol 98% sebagai kontrol, PVA sebagai kontrol, *nanofiber* PVA/ME/ β -CD, dan *nanofiber* PVA/ME. Perangkat dipasang secara acak pada cabang tanaman buah pada ketinggian yang sama yaitu 1,5 m di atas permukaan tanah.

Hasil dan Pembahasan

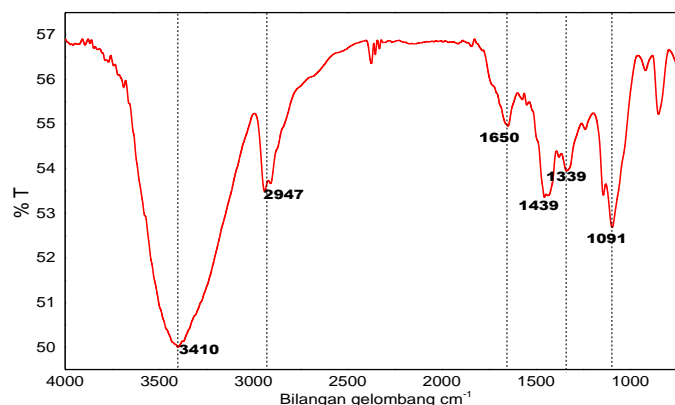
Gambar 2 menunjukkan hasil dari pembuatan *nanofiber* dengan menggunakan *electrospinning*. Hasil *electrospinning* berupa kumpulan serat yang membentuk membran berwarna putih yang sangat tipis dan menempel pada aluminium foil. Haider *et al* (2015) dan Shamim *et al* (2012) melakukan penelitian pembuatan *nanofiber* dengan variasi laju aliran atau *flow rate* pada alat *electrospinning* dan menghasilkan *nanofiber* yang

kontinyu, tanpa beads, dan seragam. Laju aliran larutan polimer sangat menentukan morfologi dari *nanofiber* sehingga diperlukan pengaturan laju aliran kritis untuk larutan polimer karena laju kritis untuk tiap polimer nilainya berbeda-beda. Dalam penelitian ini, pada alat *electrospinning* yang digunakan tidak ada pengatur laju aliran sehingga tidak semua larutan polimer yang memancar saat proses *electrospinning* bisa membentuk serat dan sebagian hanya terbentuk semprotan.



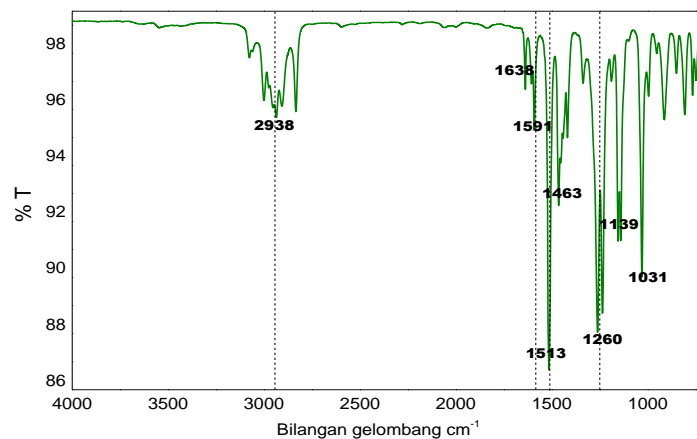
Gambar 2. Hasil pembuatan *nanofiber* menggunakan *electrospinning* (a) PVA, (b) PVA/ME 12%:12%, (c) PVA/ME 12%:10%, (d) PVA/ME 12%:5%, (e) PVA/ME/ β -CD 12%:5%:61%, (f) PVA/ME/ β -CD 12%:5%:30%, dan (g) PVA/ME/ β -CD 10%:5%:30%

Interaksi antara PVA, metil eugenol, β -siklodekstrin dalam nanofiber dapat dideteksi menggunakan Spektroskopi FT-IR. Pengujian ini bertujuan untuk menganalisis gugus fungsi atau ikatan molekul dari senyawa yang terkandung dalam sampel. Pemancaran sinar IR pada sampel akan mengakibatkan terjadinya absorpsi energi pada ikatan molekul jika berkesesuaian dengan frekuensi vibrasi molekul tersebut (Skoog *et al.*, 2014). Analisis dilakukan pada sampel PVA, metil eugenol, β -siklodekstrin, *nanofiber* PVA/ME dan PVA/ME/ β -CD.



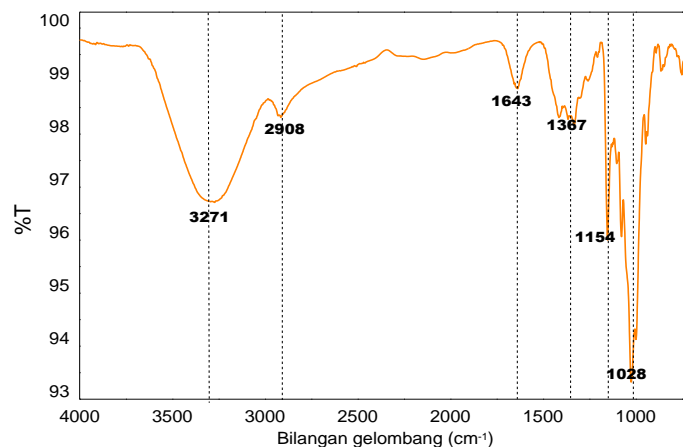
Gambar 3. Spektrum IR PVA

Struktur PVA diketahui memiliki gugus-gugus fungsi yaitu gugus -OH , gugus -CH_2 . Berdasarkan analisis spektrum IR terlihat adanya gugus-gugus fungsional yaitu sebagai berikut: pita serapan yang melebar pada bilangan gelombang 3410 cm^{-1} menunjukkan adanya rentangan gugus -OH . Pita serapan pada bilangan gelombang 1439 cm^{-1} menunjukkan adanya serapan vibrasi tekukan -CH_2 (Darmawan *et al.*, 2016).



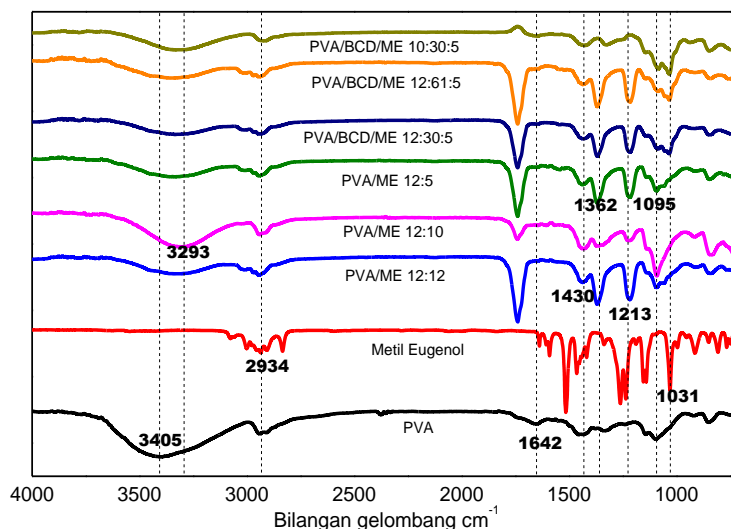
Gambar 4. Spektrum IR Metil Eugenol

Struktur metil eugenol diketahui memiliki gugus C=C aromatik, C=C alkena (alkena alifatis), -OCH₃, -CH₃, -CH₂. Riyanto *et al* (2016) menjelaskan bahwa metil eugenol memiliki serapan yang spesifik pada bilangan gelombang 2931 cm⁻¹, 2831 cm⁻¹, 1512 cm⁻¹, 1589 cm⁻¹, 1458 cm⁻¹ dan 1033 cm⁻¹. Berdasarkan analisis spektrum IR terlihat adanya gugus-gugus fungsional sebagai berikut: pita serapan pada bilangan gelombang 2938 cm⁻¹ menunjukkan adanya ikatan =C-H (sp²-s). Pita serapan 1591 cm⁻¹ dan 1513 cm⁻¹ menunjukkan adanya ikatan rangkap C=C alifatis yang diperkuat oleh serapan pada bilangan gelombang 1031 cm⁻¹ yang menunjukkan adanya ikatan -CH=CH₂. Serapan pada bilangan gelombang 1463 cm⁻¹ menunjukkan adanya ikatan C=C rangkap yang berasal dari inti aromatis. Sedangkan serapan pada bilangan gelombang 1260 cm⁻¹ menunjukkan adanya ikatan -OCH₃.



Gambar 5. Spektrum IR β -siklodekstrin

Struktur β -siklodekstrin diketahui memiliki gugus-gugus fungsi yang karakteristik puncak serapannya diobservasi pada bilangan gelombang sekitar 1028 cm⁻¹ dan 1154 cm⁻¹ yang menunjukkan stretching/regangan pasangan C-C/C-O dan regangan asimetris pada jembatan glikosida C-O-C (Kayaci *et al.*, 2013). Berdasarkan analisis spektrum IR terlihat adanya gugus-gugus fungsional sebagai berikut: pita serapan yang melebar dan intensitas yang kuat menunjukkan adanya gugus -OH pada bilangan gelombang 3271 cm⁻¹. Pita serapan pada bilangan gelombang 2908 cm⁻¹ menunjukkan vibrasi rentangan C-H pada -CH₂ alifatik dan terdapatnya puncak karakteristik tajam pada bilangan gelombang 1643 cm⁻¹, 1367 cm⁻¹, 1154 cm⁻¹ dan 1028 cm⁻¹. Pita serapan C-O muncul pada bilangan gelombang 1300-1000 cm⁻¹ (Octavia *et al.*, 2015).



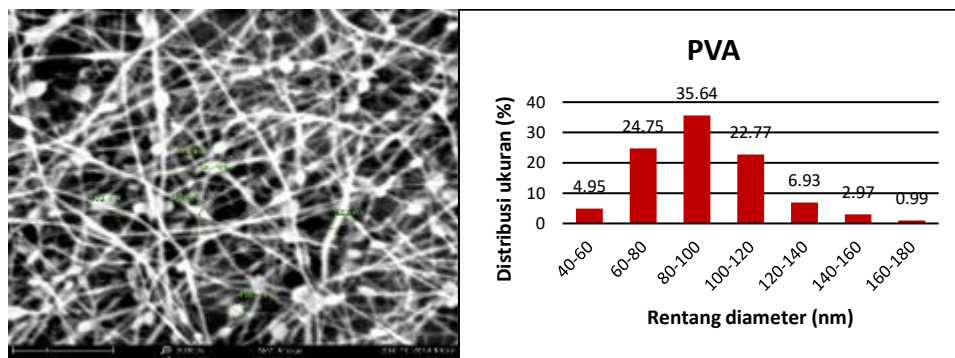
Gambar 6. Spektrum IR (a) Metil Eugenol, (b) PVA, (c) PVA/ME 12%:12%, (d) PVA/ME 12%:10%, (e) PVA/ME 12%:5%, (f) PVA/ME/ β -CD 12%:5%:61%, (g) PVA/ME/ β -CD 12%:5%:30%, dan (h) PVA/ME/ β -CD 10%:5%:30%

Gambar 6 menunjukkan hasil karakterisasi *nanofiber* dengan menggunakan FT-IR. Dari analisis spektrum IR menunjukkan bahwa *nanofiber* PVA/ME dan PVA/ME/ β -CD telah terbentuk, hal ini ditunjukkan adanya gugus-gugus fungsional pada spectrum IR yaitu sebagai berikut: pita serapan melebar pada daerah antara 3405 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus -OH yang mewakili gugus fungsi struktur PVA dan β -siklodekstrin yang mengalami pergeseran ke arah bilangan gelombang 3293 cm^{-1} , sedangkan pada bilangan gelombang 2934 cm^{-1} menunjukkan adanya vibrasi rentangan C-H pada $\text{-CH}_2\text{-}$ alifatik atau ikatan =C-H ($\text{sp}^2\text{-s}$). Puncak serapan pada bilangan gelombang antara $1435\text{-}1421\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya ikatan C=C rangkap yang berasal dari inti aromatis metil eugenol. Serapan pada bilangan gelombang antara $1369\text{-}1327\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus -CH_3 . Sedangkan puncak serapan pada bilangan gelombang 1216 cm^{-1} menunjukkan adanya ikatan -OCH_3 . Puncak serapan pada bilangan gelombang $1091\text{-}1033\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya ikatan -CH=CH_2 . Serapan C-O muncul pada bilangan gelombang $1300\text{-}1000\text{ cm}^{-1}$. Pada daerah ini menjadi lebih tajam untuk PVA/ME/ β -CD 12%:5%:61%, PVA/ME/ β -CD 12%:5%:30%, dan PVA/ME/ β -CD 10%:5%:30% karena adanya puncak karakteristik yang berbeda dari β -siklodekstrin di wilayah yang sama. Puncak serapan ini mengkonfirmasi keberadaan β -CD dalam *nanofiber* ini. Munculnya gugus karbonil pada daerah bilangan gelombang sekitar 1700 cm^{-1} dimungkinkan karena masih ada aseton yang tertinggal saat preparasi pada sampel saat akan dilakukan karakterisasi dengan FT-IR (Riyanto *et al.*, 2016; Kayaci *et al.*, 2013; Cahyono, 2013; Ratnawati, 2010).

Hasil analisis *nanofiber* PVA, PVA/ME, dan PVA/ME/ β -CD menggunakan SEM ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Diameter dan Morfologi *Nanofiber*

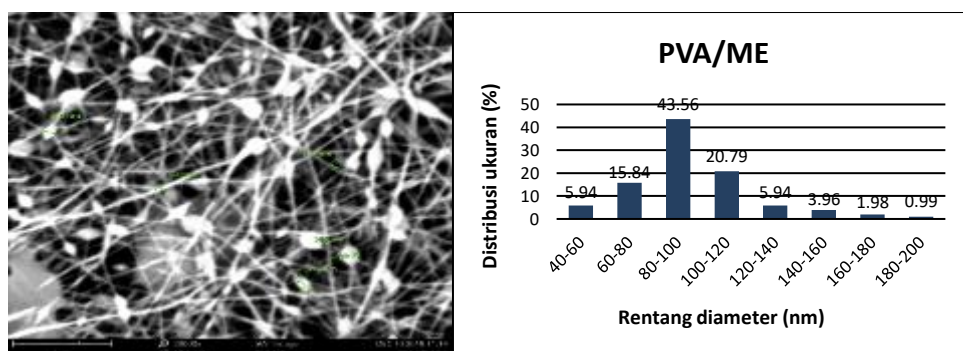
Sampel	% PVA (w/v)	% ME (w/w)	% β -CD (w/w)	Diameter serat nano (nm)	Morfologi serat nano
PVA	12	-	-	92 ± 890	<i>Nanofiber</i> yang kontinyu, <i>beads</i>
PVA/ME	12	5	-	95 ± 10	<i>Nanofiber</i> yang kontinyu, <i>beads</i>
PVA/ME/ β -CD	12	5	30	100 ± 150	<i>Nanofiber</i> yang kontinyu, <i>beads</i>



Gambar 7. Hasil Analisis PVA menggunakan SEM dengan perbesaran 20000x

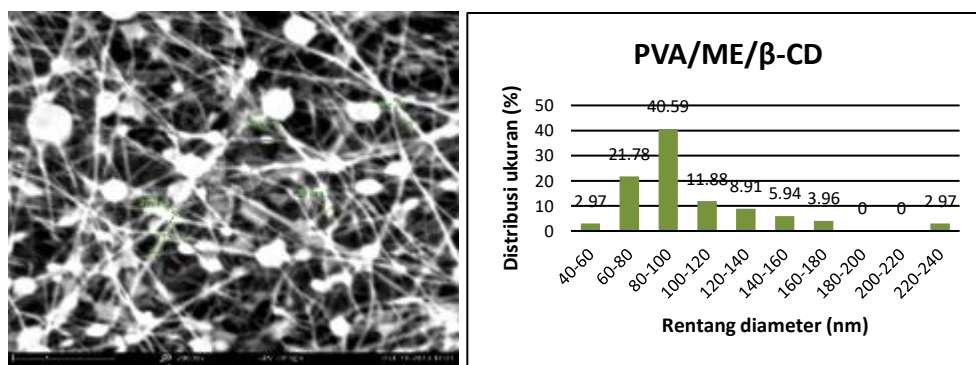
Gambar 7 menunjukkan bahwa hasil analisis *nanofiber* menggunakan SEM pada sampel uji PVA dengan konsentrasi 12% pada tegangan 15 kV, diameter jarum 0,5 mm dan jarak 10 cm dengan perbesaran sebanyak 20000 kali telah menghasilkan *nanofiber* yang kontinyu dan memiliki *beads*. Hasil yang didapat dihitung diameter tiap *fiber*-nya dengan menggunakan *ImageJ*. Hasil yang didapat diformulasikan dalam bentuk diagram. Diameter rata-rata *nanofiber* PVA adalah 92 ± 890 nm.

Munculnya *beads* pada *nanofiber* ini disebabkan banyaknya jumlah polarisasi muatan permukaan pada tetesan di ujung jarum. Tegangan tidak cukup untuk menarik muatan pada tetesan tersebut sehingga sebagian tidak mengalami peregangan membentuk fiber tetapi jatuh ke kolektor dalam bentuk tetesan. Jarak ke kolektor juga sangat memengaruhi hasil nanofiber. Pada jarak 10 cm waktu tempuh larutan polimer kurang panjang sehingga larutan pada larutan polimer tidak cukup teruapkan pada saat perjalanannya menuju kolektor sehingga *beads* muncul (Herdiawan *et al.*, 2013).



Gambar 8. Hasil Analisis PVA/ME menggunakan SEM dengan perbesaran 20000x

Gambar 8 menunjukkan bahwa hasil analisis menggunakan SEM pada sampel uji PVA/ME dengan rasio konsentrasi 12%:5% pada tegangan 15 kV, diameter jarum 0,5 mm dan jarak 10 cm dengan perbesaran sebanyak 20000 kali telah menghasilkan *nanofiber* yang kontinyu dan memiliki *beads*. Hasil yang didapat dihitung diameter tiap *fiber*-nya dengan menggunakan *ImageJ*. Hasil yang didapat diformulasikan dalam bentuk diagram. Diameter rata-rata *nanofiber* PVA/ME adalah 95 ± 10 nm.



Gambar 9. Hasil Analisis PVA/ME/β-CD menggunakan SEM dengan perbesaran 20000x

Gambar 9 menunjukkan bahwa hasil analisis SEM sampel uji PVA/ME/ β -CD dengan rasio konsentrasi 12%:30%:5% pada tegangan 15 kV, diameter jarum 0,5 mm dan jarak 10 cm, dengan perbesaran sebanyak 20000 kali dapat dilihat bahwa terbentuk *nanofiber* yang kontinyu dan memiliki *beads*. Hasil yang didapat dihitung diameter tiap *fiber*-nya dengan menggunakan *ImageJ*. Hasil yang didapat diformulasikan dalam bentuk diagram. Diameter rata-rata *nanofiber* PVA/ME/ β -CD adalah 100 ± 150 nm.

Pada ketiga sampel tersebut semua menghasilkan *beads*. Herdiawan *et al.*, (2013) melakukan penelitian menggunakan *electrospinning* dengan tegangan yang diberikan sebesar 15 kV, jarak 12 cm, dihasilkan *fiber* dengan bentuk morfologi kurang baik, tidak seragam, banyak terdapat *beads* dan tidak halus. Pada tegangan 15 kV tetesan akan ditarik menuju kolektor membentuk *nanofiber*. Tetapi hanya sebagian saja yang ditarik membentuk *fiber* sebagian lain membentuk tetesan pada kolektor. Hal ini disebabkan banyaknya jumlah polarisasi muatan permukaan pada tetesan di ujung jarum. Tegangan tidak cukup untuk menarik muatan pada tetesan tersebut sehingga sebagian tidak mengalami peregangan membentuk fiber tetapi jatuh ke kolektor dalam bentuk tetesan. Jarak ke kolektor juga sangat memengaruhi hasil nanofiber. Pada jarak 10 cm waktu tempuh larutan polimer kurang panjang sehingga larutan pada larutan polimer tidak cukup teruapkan pada saat perjalanannya menuju kolektor sehingga *beads* muncul.

Pengujian aktivitas *nanofiber* sebagai atraktan untuk lalat buah dilakukan untuk mengetahui efektif atau tidaknya penggunaan metil eugenol sebagai penarik lalat buah dan untuk mengetahui laju penguapan metil eugenol sebelum dan sesudah dibuat *nanofiber*. Pengamatan dilakukan pada tanaman buah mangga dimulai pada hari ke-2 hingga hari ke-7 pada 7–12 Desember 2019. Sampel *nanofiber* yang digunakan sebanyak 2.5 gram. Sedangkan sampel metil eugenol sebagai kontrol sebanyak 1 tetes. Penempatan sampel satu setengah meter di atas permukaan tanah. Pengamatan dan penghitungan jumlah lalat buah yang terperangkap dilakukan setiap pukul 13.00 WIB.

Tabel 2. Hasil Uji Aktivitas *nanofiber* sebagai Atraktan untuk Lalat Buah

Kode	Sampel	Rasio	Jumlah lalat <i>Bractocera</i> hari ke-							Jumlah total
			2	3	4	5	6	7		
A1	ME	98	51	24	16	17	11	3	122	
A2	PVA		0	-	-	-	-	-	0	
B	PVA/ME	12:12	7	2	1	1	-	-	12	
C	PVA/ME	12:5	20	9	4	5	2	4	44	
D	PVA/ME	12:10	3	1	1	-	-	-	5	
E	PVA/ME/ β -CD	12:5:61	13	5	2	3	1	-	24	
F	PVA/ME/ β -CD	12:5:30	26	11	18	7	4	5	71	
G	PVA/ME/ β -CD	10:5:30	2	1	1	3	3	-	10	

Berdasarkan data pada Tabel 2 dapat diketahui jumlah lalat buah yang terjebak pada masing-masing sampel. Metil eugenol 98% sebagai kontrol, memerangkap lalat buah terbanyak pada hari ke-2 yaitu sebanyak 51 ekor lalat buah. Jumlah total lalat buah yang terperangkap pada metil eugenol 98% sebanyak 122 ekor. Pada sampel PVA/ME, jumlah lalat buah terbanyak yang terperangkap yaitu pada sampel PVA/ME dengan konsentrasi 12%:5% yaitu sebanyak 22 ekor pada hari kedua dan dengan jumlah total sebanyak 44 ekor. Pada sampel PVA/ME/ β -CD, jumlah lalat buah terbanyak yang terperangkap yaitu pada sampel PVA/ME/ β -CD dengan konsentrasi 12%:5%:30% yaitu sebanyak 26 ekor dan dengan jumlah total sebanyak 71 ekor.

Simpulan

Hasil sintesis *nanofiber* menggunakan *electrospinning* pada tegangan 15 kV, diameter jarum 0,5 mm dan jarak 10 cm menghasilkan *nanofiber* dengan diameter rata-rata yaitu *nanofiber* PVA dengan konsentrasi 12% sebesar 92 ± 890 nm, *nanofiber* PVA/ME dengan konsentrasi 12%:5% sebesar 95 ± 10 nm dan *nanofiber* PVA /ME/ β -CD dengan konsentrasi 12%:5%:30% sebesar 100 ± 150 nm, yang ketiganya menghasilkan nanofiber yang kontinyu, berbentuk jaring-jaring (*webs*) dan memiliki *beads*. Disamping diameter *nanofiber*-nya, PVA/ME/ β -CD merupakan hasil yang terbaik karena memiliki jumlah *beads* yang paling sedikit. Uji aktivitas *nanofiber* PVA/ME/ β -CD dan PVA/ME sebagai atraktan lalat buah menunjukkan bahwa aktivitas maksimal *nanofiber* ditunjukkan pada sampel *nanofiber* PVA/ME/ β -CD dengan konsentrasi 12%:5%:30% dengan jumlah tangkapan sebanyak 10,11 ekor per hari atau selama tujuh hari pengamatan sebanyak 71 ekor lalat buah.

Daftar Referensi

- Cahyono, E. 2013. Hidrogenasi Metil Eugenol Terkatalisis Ni/Zeolit Alam dan Uji Aktifitasnya sebagai Atraktan Lalat Buah. *Saintekno*, 11(1): 35–44
- Celebioglu, A., Yildiz, Z. I., & Uyar, T. 2018. Fabrication of Electrospun Eugenol/Cyclodextrin Inclusion Complex Nanofibrous Webs for Enhanced Antioxidant Property, Water Solubility, and High Temperature Stability. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66(2): 457–66
- Darmawan, M., Syamdid, Yennie, Y., & Wibowo, S. 2016. Karakteristik Serat Nano Komposit Kitosan-Polivinil Alkohol (PVA) dari Cangkang Rajungan Melalui Proses Electrospinning. *JPB Kelautan dan Perikanan*, 11(2): 213–222
- Dotti, F., Varesano, A., Aluigi, A., Tonin, C., & Mazzuchetti, G. 2007. Electrospun Porous Mats for High Efficiency Filtration. *Journal of Industrial Textile*, 37: 151–162
- Hadi, M., Tarwotjo, U., & Tahadian, R. 2009. *Biologi Insekta Entomologi*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Haider, A., Haider, S., & Kang, I. 2015. A Comprehensive Review Summarizing the Effect of Electrospinning Parameters and Potential applications of Nanofibers in Biomedicak and Biotechnology
- Jirovetz, L. 2010. *Medicinal Value of Clove*. Austria: Departement Pharmacy and Diagnostics, University of Vienna
- Kayaci, F., Yelda, E., & Tamer, U. 2013. Enhanced Thermal Stability of Eugenol by Cyclodextrin Inclusion Complex Encapsulated in Electrospun Polymeric Nanofibers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(34): 8156–8165
- Li, J., Gao, F., Liu, Q.L., & Zhang, Z. 2013. Needleless Electro-spun Nanofibers used for Filtration of Small Particles. *Polymer Letters*, 7(8): 683–689
- Panboon, S. 2005. *Electrospinning of Polyvinyl Alcohol/Chitosan Fibers for Wound Dressing Application*. North Bangkok: King Mongkut's Institute of Technology
- Piras, A. M., Chiellini, F., Chiellini, E., Nikkola, L., & Ashammakhi, N. 2008. New Multicomponent Bioerodible Electrospun Nanofibers for Dual-controlled Drug Release. *Journal of Bioactive and Compatible Polymers*, 23(5), 423–443. <https://doi.org/10.1177/0883911508093357>
- Ratnawati, D. 2010. Sintesis Metil Eugenol sebagai Bahan Dasar Pembuatan Turunan Benzofenon yang Berfungsi sebagai Senyawa Tabir Surya. *Jurnal Gradien*, 6(1): 532–536
- Riyanto, Sastrohamidjojo, H., & Fariyatun, E. 2016. Synthesis of Methyl Eugenol from Crude Cloves Leaf Oil Using Acid and Based Chemicals Reactions. *IOSR Journal of Applied Chemistry*, 9(10): 105–112
- Shamim, Z., Saeed, B., Amir, T., Abo Saeed, R., & Rogheih, D. 2012. The effect of Flow Rate on Morphology and Deposition Area of Electrospun Nylon 6 Nanofiber. *Journal od Engineered Fibers and Fabrics*, 7(4): 42–49
- Subbiah, T., Bhat, G. S., Tock, R. W., Parameswaran, S., & Ramkumar, S.S. 2005. Electrospinning of Nanofiber. *Journal of Applied Polymer Science*, 96: 557–569
- Sukarmin. 2011. Teknik Identifikasi Lalat Buah di Kebun Percobaan Aripan dan Sumani Solok, Sumatera Barat. *Buletin Teknik Pertanian*, 16(1): 24–27
- Wijaya, I. N., W. Adiartayasa, & B. S. Enrike. 2010. *Kelimpahan Hama Lalat Buah Pada Pertanaman Jeruk di Desa Taro Kecamatan Tegallalang, Kabupaten Gianyar*. Bali: Fakultas Pertanian Universitas Udayana