

Pengisian poin C sampai dengan poin H mengikuti template berikut dan tidak dibatasi jumlah kata atau halaman namun disarankan ringkas mungkin. Dilarang menghapus/modifikasi template ataupun menghapus penjelasan di setiap poin.

C. **HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN:** Tuliskan secara ringkas hasil pelaksanaan penelitian yang telah dicapai sesuai tahun pelaksanaan penelitian. Penyajian meliputi data, hasil analisis, dan capaian luaran (wajib dan atau tambahan). Seluruh hasil atau capaian yang dilaporkan harus berkaitan dengan tahapan pelaksanaan penelitian sebagaimana direncanakan pada proposal. Penyajian data dapat berupa gambar, tabel, grafik, dan sejenisnya, serta analisis didukung dengan sumber pustaka primer yang relevan dan terkini.

Hasil penelitian yang telah dilaksanakan terbagi atas dua yaitu Hasil Rancangan/Desain alat ekstraktor serta prototipe dan hasil analisis secara kimia. Hasil ini diuraikan sebagai berikut:

1. Rancangan/Desain Alat Ekstraktor

Umur simpan (*shelf life*) produk pisang lokal pasca panen yang sangat rendah menjadi permasalahan utama para petani pisang khususnya di Kabupaten Bone dimana hasil panen pisang akan rusak sebelum sampai ke konsumen. Pemecahan masalah akan permasalahan ini akan dilakukan desain serta implementasi alat ekstraktor [1] untuk menghasilkan ekstrak kayu sebang kombinasi limbah kulit pisang yang sangat potensial untuk dimanfaatkan sebagai *edible coating* [2] serta diimplementasikan pada buah pisang hasil tani mitra di Kabupaten Bone.

Hasil rancangan tim dalam proses pengerjaan serta untuk tahap awal dilakukan pembuatan Prototipe alat untuk memperkenalkan secara awal alat ekstraktor untuk memproduksi *edible coating* dari limbah kulit pisang kombinasi kayu sebang. Prototipe ini telah diperkenalkan kepada mitra melalui uji coba prototipe awal produk sebagai realisasi awal tim riset dengan mitra.



Gambar 1. Pengenalan Produk kepada Mitra UD.Ashari

Prototipe alat ini digunakan untuk menentukan formula awal optimal dan uji coba awal pembuatan *bioedible coating* menggunakan limbah kulit pisang dan ekstrak kayu sebang. Setelah tahapan pengenalan prototipe alat, dilanjutkan dengan pembuatan

edible coating.



Gambar 2. Pembuatan Formula *Edible Coating*

Kulit pisang yang didapatkan dari limbah pisang yang rusak atau cacat dan disortir serta kayu sebang dicacah hingga terbentuk serpihan tipis dan dihaluskan [3], sehingga diperoleh serbuk kering kulit pisang (kadar air < 10%). Serbuk kulit pisang yang dihasilkan dan cacahan kayu sebang dimasukkan ke dalam alat ekstraktor preparasi kemudian ditambahkan larutan asam laktat sebanyak 2000 mL serta gliserol [4][5].

2. Implementasi Peralatan Ekstraktor

Implementasi peralatan ekstraktor sebagai alat utama melengkapi prototipe alat ekstraktor yang telah diuji coba kepada mitra. Peralatan ekstraktor memiliki spesifikasi sebagai berikut.

Tabel 1. Spesifikasi Peralatan Ekstraktor Preservasi Alami

Komponen	Spesifikasi
Realisasi Tahun ke-1	
 <p>Tangki</p>	Bahan : <i>Stainless steel 304</i> Diameter : 80 x 50 cm Bottom Tangki : <i>Spherical Dish Bottom</i> Bentuk umum : Silinder Vertikal Kapasitas : 15-20 Liter Tinggi tangki : 43 cm Tinggi Baffle : 38 cm Lebar Baffle : 1,5 cm
 <p>Tangki Penyaring</p>	Bahan : <i>Stainless steel 304</i> Diameter : 19 cm
Agitator	Bahan : <i>Stainless steel</i> Tipe : Impeller paddle 4 blades

	<p>Jumlah paddle : 3 susun Motor : ¼ HP</p>
<p>Operasional alat</p> 	<p>Listrik dengan tegangan 330 volt 350 Watt Suhu operasi : 90°C Putaran : 250 rpm</p>
<p>Perencanaan Tahun ke-2</p>	
<p><i>Internet of Things (IoT)</i></p> 	<p>Sumber listrik : <i>Smart breaker On/Off, Smart light wallswitch</i> dan <i>smart plug</i> Network : Modem Mifi 4G Control visual : <i>Smart indoor PTZ IP67 4 MP Camera + Micro SD</i> Cahaya ruangan : <i>Smart LED 9W</i></p>

Alat ekstraktor preservasi alami memiliki kapasitas 15-20 L yang dilengkapi dengan motor sebagai penggerak serta adanya agitator berbentuk paddle untuk melakukan homogenisasi larutan. Ekstraktor dilengkapi dengan sekat untuk memisahkan antara pektin pisang dengan serpihan kayu sebang, sehingga ekstrak kayu sebang akan larut terhomogenisasi pada bagian sentral ekstraktor. Pemanasan dilakukan dengan menggunakan bahan bakar gas, meskipun untuk pemanasan dapat digunakan berbagai sumber bahan bakar (fleksibel).

Putaran agitator berkisar 250 rpm yang dikendalikan oleh motor (dinamo) dengan tenaga penggerak listrik yang memungkinkan untuk tahun kedua untuk diintegrasikan dengan *Internet of Things (IoT)* agar kontrol tidak dilakukan secara terbatas. Namun, dapat dilakukan dengan jarak jauh.

Ekstraktor preservasi yang telah rampung, diaplikasikan kepada mitra untuk membantu dalam eskalasi shelf life buah pisang yang telah dipetik agar memiliki masa simpan hingga ke tangan konsumen melebihi dari 12 hari (waktu estimasi yang diperoleh dari petani pisang lokal serta owner UD.Ashari).



Gambar 3. Implementasi Alat Ekstraktor Preservasi Alami

Hasil integrasi peralatan ekstraktor sebagai preservasi alami dengan memanfaatkan limbah kulit pisang lokal dari hasil uji organoleptis melalui penampakan visual mencapai 17 hari masa simpan.



Gambar 4. Aplikasi *Edible Coating* pada Buah Pisang

3. Hasil Analisis Kimia

a. Preparasi Bahan Baku

Kulit pisang dilakukan persortiran dari kulit pisang yang busuk atau struktur kulit mulai kehitaman. Pembersihan dilakukan dengan mencuci kulit terluar dengan lap bersih agar menghilangkan kotoran-kotoran yang menempel. Kulit pisang yang telah bersih dikeringkan dengan menggunakan intensitas matahari dan dilanjutkan dengan menggunakan oven pengering dengan suhu 70°C untuk menghilangkan kandungan air pada bahan. Struktur bahan mulai kering dan agak keras, kemudian di haluskan dengan menggunakan blender serta diayak dengan menggunakan ayakan 60 Mesh.

b. Pembuatan Pektin

Sebanyak 500 gram bubuk kulit pisang dimasukkan ke dalam labu gelas kimia kemudian ditambahkan larutan HCL sebanyak 1500 mL dengan pH 1,5. Bubur dipanaskan pada suhu 90°C dengan penambahan ekstrak kayu sebang sebanyak 500 mL. temperatur ekstraksi dilakukan dengan variasi 70°C dan 80°C . Bubur yang dihasilkan disaring untuk diperoleh filtratnya.

Larutan etanol 96% diasamkan dengan menambahkan 2 ml HCl pekat per 1 Liter

etanol yang disebut sebagai larutan asam dengan perbandingan 1 : 1,5. Filtrat pektin diaduk rata dan diadukan selama 18 jam. Endapan dipisahkan dengan filtratnya dengan menggunakan kertas saring Whatmann No.42. Pektin yang diperoleh ditambahkan dengan etanol 96% kemudian disaring. Penambahan etanol beberapa kali hingga hasil pencucian dengan etanol tidak asam lagi ditandai dengan pentesan indikator methyl orange.

Pektin yang diperoleh dikeringkan dalam oven dengan kisaran suhu 40-50°C selama 6-10 jam.

c. Analisis

1) Kadar Air

Sebanyak 0,3 gram sampel pektin dikeringkan di dalam oven pada suhu 100°C selama 4 jam menggunakan botol timbang yang telah diketahui bobot kosongnya. Selanjutnya didinginkan dalam desikator dan ditimbang sampai diperoleh bobot yang tetap [6][7]

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{\text{berat awal sebelum kering} - \text{berat akhir}}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

Tabel 1. Karakterisasi Pektin Analisa Kadar Air

Waktu Ekstraksi (Menit)	Suhu Ekstraksi (°C)			Standar Food Chemical Codex
	70	80	90	
60	8,37	8,22	7,89	12%
80	8,02	7,88	7,28	12%

Kadar air pektin tertinggi pada suhu ekstraksi 70°C dengan waktu ekstraksi 60 menit dibandingkan dengan kadar pektin pada suhu 90°C dengan waktu ekstraksi 80 menit. Hasil kadar air menunjukkan bahwa kadar air berada pada standar yang dipersyaratkan oleh *International Pectin Producer Association* (IPPA) adalah tidak lebih dari 12%. Tingginya kadar air pektin yang dihasilkan dipengaruhi oleh derajat pengeringan pektin yang tidak maksimal, sehingga air yang terkandung pada bahan tidak teruapkan secara sempurna.

2) Kadar Abu dan Rendeman

Sebanyak 0,500 gram pektin ditimbang dan dimasukkan dalam krus silikat yang telah diketahui bobotnya kemudian dimasukkan dalam tanur dengan suhu

600°C selama 4 jam. Residu didinginkan dalam desikator dan ditimbang sampai diperoleh bobot tetap [6][7].

$$\begin{aligned} & \text{Kadar Abu (\%)} \\ & = \frac{\text{berat sampel dan wadah} - \text{berat kosong wadah}}{\text{berat sampel}} \times 100\% \end{aligned}$$

Tabel 2. Karakterisasi Pektin Analisa Kadar Abu

Waktu Ekstraksi	Suhu Ekstraksi			Standar Food Chemical Codex
	70	80	90	
60	0,24	0,28	0,31	1%
80	0,30	0,34	0,36	1%

Hasil analisa kadar abu menunjukkan bahwa kadar air tertinggi diperoleh pada waktu ekstraksi 80 menit dengan suhu 90°C, sedangkan kadar abu terendah pada waktu ekstraksi 60 menit dengan suhu ekstraksi 70°C. Hasil yang diperoleh secara keseluruhan kadar abu pada sampel masih dibawah dari 10% yang dipersyaratkan oleh IPPA.

Rendeman merupakan perbandingan banyaknya pektin yang dihasilkan untuk setiap berat bahan baku kering. Hasil yang diperoleh bahwa berkisar 5,17%-10,78%. Rendeman tertinggi pada waktu pemanasan 80 menit dengan suhu ekstraksi 90 menit yaitu 4,85 gram pektin.

3) Berat Ekuivalen

Nilai berat ekuivalen digunakan untuk perhitungan kadar asam galakturonat dan derajat esterifikasi. Berat ekuivalen ditentukan dengan menimbang 0,25 gram pektin dimasukkan dalam Erlenmeyer 250 mL dan dilembabkan dengan 1 mL alkohol. Air suling bebas O₂ sebanyak 50 mL dan 6 tetes indikator fenol merah ditambahkan. Campuran tersebut kemudian diaduk dan dititrasi dengan titran standar NaOH 0,1 N sampai warna campuran berubah menjadi merah muda (pH 7,5) [8].

$$\text{Berat Ekuivalen} = \frac{\text{bobot pektin (mg)}}{\text{ml NaOH} \times \text{N NaOH}} \times 100\%$$

4) Kadar Metoksil

Penentuan kadar metoksil dilakukan dengan menambahkan 25 mL NaOH 0,25 N ke dalam larutan netral dari penentuan BE kemudian dikocok dengan benar dan didiamkan selama 30 menit pada suhu kamar dalam Erlenmeyer tertutup.

Ditambahkan 25 mL HCl 0,25 N dan indikator fenol merah kemudian dititrasi dengan titran NaOH 0,1 N hingga larutan berubah menjadi merah muda [8].

$$\text{Kadar Metoksil (\%)} = \frac{\text{ml NaOH} \times 31 \times \text{N NaOH} \times 100}{\text{bobot sampel (mg)}} \times 100\%$$

5) Kadar Asam Galakturonat

Kadar galakturonat dihitung dari miliekivalen NaOH yang diperoleh dari penentuan BE (berat ekuivalen) dan kandungan metoksil [8].

Galakturonat (%)

$$= \frac{(\text{meq dari NaOH As. bebas} + \text{meq dari NaOH metoksil}) \times 176 \times 100}{\text{bobot sampel (mg)}} \times 100\%$$

Dimana 176 adalah berat ekuivalen terendah asam pektat

6) Derajat Esterifikasi

Derajat esterifikasi (DE) dari pektin dapat dihitung dengan:

$$DE (\%) = \frac{\text{kadar metoksil} \times 176}{\text{kadar galakturonat} \times 31} \times 100\%$$

Hasil karakterisasi pektin dari limbah kulit pisang kombinasi kayu sebang dalam menentukan berat ekuivalen, kadar metoksil, kadar galakturonat dan derajat esterifikasi dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Karakterisasi Pektin Limbah Kulit Pisang Kombinasi Kayu Sebang Hasil Ekstraksi

Karakterisasi	Waktu Esktraksi	Suhu Ekstraksi			Standar Food Chemical Codex
		70	80	90	
Berat Ekuivalen (mg)	60	5260,2	5106,1	4997,3	600 – 800 mg
	80	3678,4	3665,1	2998,7	
Kadar Metoksil (%)	60	3,07	3,09	3,62	2,5 – 7,12%
	80	3,2	3,22	4,12	
Kadar Galakturonat (%)	60	72,60352	74,222 72	78,756 48	Min. 65%
	80	74,2790	76,271 3	79,960 3	
Derajat Esterifikasi (%)	60	24,01%	23,64%	26,10%	Maks. 50%
	80	24,46%	23,97%	29,25%	

Berat ekuivalen merupakan kandungan gugus asam galakturonat bebas yang tidak teresterifikasi dalam rantai molekul pektin. Harga berat ekuivalen ditentukan berdasarkan reaksi penyabunan gugus karboksil oleh NaOH dimana berat

ekivalen akan berbanding terbalik dengan banyaknya volume NaOH yang digunakan untuk bereaksi dengan gugus karboksil. Asam pektat murni merupakan zat pektat yang seluruhnya tersusun dari asam poligalakturonat yang bebas dari gugus metil ester atau tidak mengalami esterifikasi. Semakin rendah kadar pektin menyebabkan berat ekivalen semakin rendah.

Kadar metoksil menyatakan banyaknya gugus metil teresterifikasi pada ekstraksi kulit pisang kepok yang digunakan kulitnya untuk pembuatan pektin. Kadar metoksil berpengaruh terhadap kemampuan pembentukan gel yang baik. Semakin besar kandungan metoksil, maka kemampuan pembentukan gel akan semakin besar. Pektin dapat disebut bermetoksil tinggi bila memiliki nilai kadar metoksil sama dengan atau lebih dari 7%, sedangkan bila kadar metoksil di bawah 7% dapat dikatakan pektin tersebut bermetoksil rendah [9][10].

Kadar galakturonat serta muatan molekul pektin berperan penting dalam penentuan sifat fungsional larutan pektin dan memengaruhi struktur dan tekstur dari gel pektin yang terbentuk. Semakin tinggi nilai kadar galakturonatnya, maka mutu pektin juga semakin tinggi. Sedangkan, derajat esterifikasi merupakan persentase jumlah residu asam D-galakturonat yang gugus karboksilatnya teresterifikasi dengan etanol. Nilai derajat esterifikasi pektin diperoleh dari nilai kadar metoksil dan kadar galakturonat [9][10].

Hasil analisis karakterisasi pektin diperoleh hasil analisa bahwa berat ekivalen yang tidak memenuhi standar yang ada sebab standar IPPA menunjukkan kisaran 600-800 mg. Hal ini disebabkan kemungkinan besar limbah kulit pisang yang digunakan belum matang sepenuhnya serta perlakuan titrasi yang dilakukan. Hasil penentuan kadar metoksil diperoleh kadar metoksil tertinggi pada suhu 90°C dengan waktu ekstraksi 80 menit. Kadar metoksil meningkat seiring dengan kenaikan suhu dan waktu ekstraksi. Hal ini disebabkan karena gugus karboksil bebas yang teresterifikasi semakin meningkat [9].

Hasil perhitungan yang berdasar pada berat ekivalen dan kadar metoksil diperoleh kadar galakturonat tertinggi pada waktu ekstraksi 80 menit dengan suhu 90°C diperoleh persentase galakturonat yaitu 79,9603% serta derajat esterifikasi tertinggi pada variasi yang sama yaitu waktu 80 menit dengan suhu 90°C sebesar 29,25%. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kadar galakturonat dan derajat esterifikasi masih memenuhi persyaratan IPPA [10].

7) Analisis Uji DPPH

Analisis uji DPPH untuk menentukan kandungan antioksidan pada edible coating kombinasi ekstrak kayu sebang. Analisa aktivitas antioksidan dianalisis dengan pengujian menggunakan radikal DPPH yang akan diukur dengan kemampuan inhibisi IC_{50} . Persentase IC_{50} dibawah nilai 50 dianggap memiliki aktivitas sangat kuat [11][12].



Gambar 5. Larutan *Edible Coating* Pra Estraksi dan Ekstraksi dengan Ultrasonik Bath (*Ultrasonic Assisted Solvent Extraction*)

Antioksidan merupakan suatu senyawa yang mampu memperkecil terjadinya oksidasi lemak dan minyak, memperkecil terjadinya proses kerusakan dalam makanan, memperpanjang masa pemakaian dalam industri makanan, meningkatkan stabilitas lemak yang terkandung dalam makanan atau antioksidan dapat dapat menekan radikal bebas melakukan kerusakan pada membran, modifikasi protein, kerusakan DNA dan matinya sel akibat terjadinya induksi oleh fragmentasi DNA dan peroksidasi lipid [13].



Gambar 6. Hasil Ekstraksi dan Pemekatan *Edible Coating*

Pengujian dengan pemerangkapan radikal bebas DPPH dilakukan untuk mengukur kemampuan antioksidan pada edible coating dari limbah kulit pisang kombinasi ekstrak kayu sebang. Ekstrak kayu sebang direaksikan dengan DPPH akan terjadi penangkapan hidrogen (H) dimana perubahan warna terjadi dari berwarna ungu menjadi warna kuning (oranye) yang diidentifikasi sebagai senyawa 1,1-difenil-pikrilhidrazin.

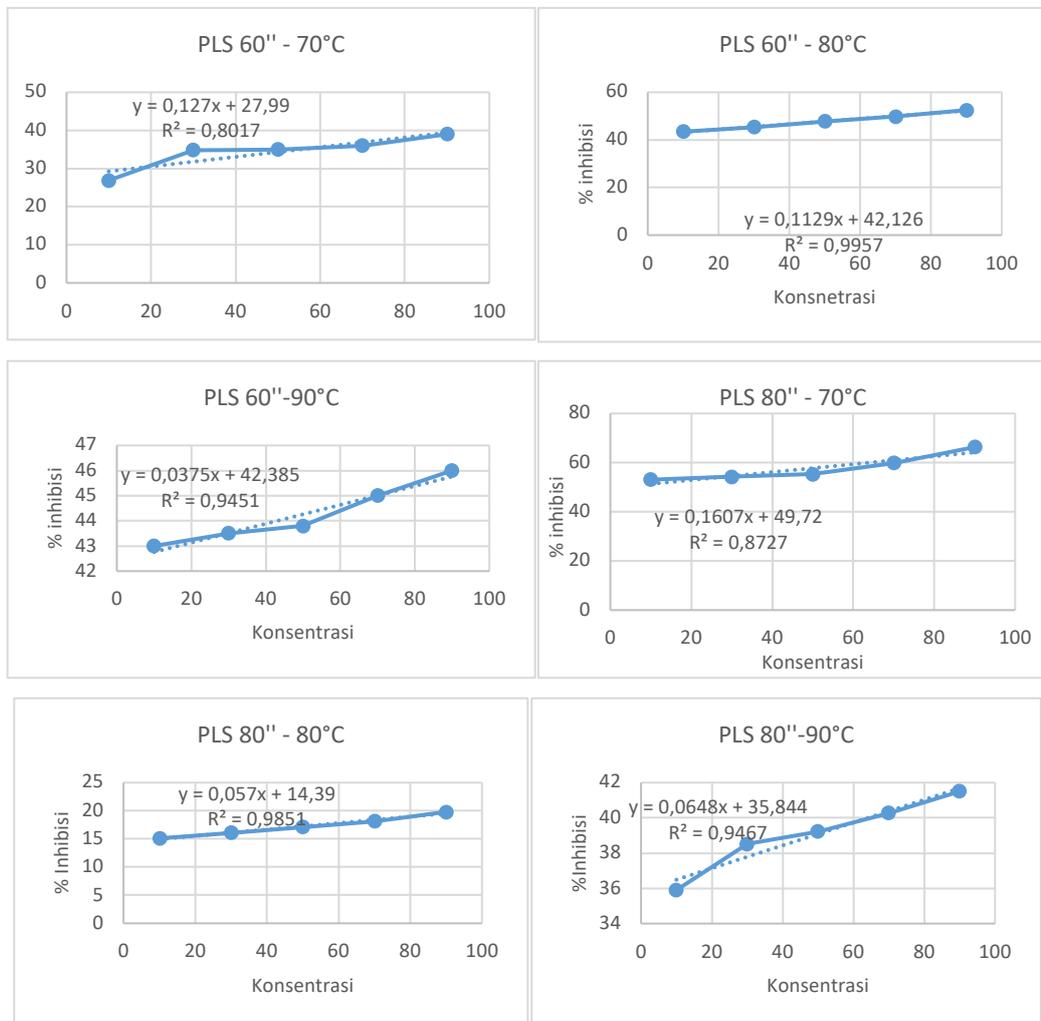
Tabel 4. Analisis Persentase IC₅₀ Edible Coating

Variasi	% Konsentrasi	Abs Kontrol	Abs	% Inhibisi	IC ₅₀ (ppm)
60 Menit T: 70°C	10	0,277	0,379	26,9	173
	30	0,247		34,8	
	50	0,246		35	
	70	0,242		36	
	90	0,229		39	
60 Menit T: 80°C	10	0,371	0,651	43	203,06
	30	0,368		43,5	
	50	0,366		43,8	
	70	0,352		45	
	90	0,347		46	
60 Menit T: 90°C	10	0,368	0,651	43,47	69,74
	30	0,356		45,31	
	50	0,34		47,77	
	70	0,327		49,76	
	90	0,309		52,53	
80 Menit T: 70°C	10	0,276	0,588	53,06	1,74
	30	0,269		54,25	
	50	0,263		55,27	
	70	0,256		59,86	
	90	0,198		66,32	
80 Menit T: 80°C	10	0,253	0,298	15,1	624,73
	30	0,250		16,1	
	50	0,247		17,1	
	70	0,244		18,1	
	90	0,239		19,8	
60 Menit T: 90°C	10	0,366	0,571	35,9	218
	30	0,351		38,52	
	50	0,347		39,22	
	70	0,341		40,28	

	90	0,334		41,50	
--	----	-------	--	-------	--

Nilai absorbansi dari hasil analisis dijadikan sebagai persentase inhibisi radikal bebas. Persamaan regresi yang diperoleh merupakan kombinasi antara konsentrasi sampel terhadap persentase inhibisi radikal bebas untuk digunakan dalam mencari konsentrasi penghambat 50% (IC_{50}) aktivitas dari radikal bebas. Penentuan kuat lemahnya nilai antioksidan dari sampel yang dianalisis dapat diidentifikasi jika 50 ppm ($IC_{50} < 50$ ppm) berarti sangat kuat, kuat (50 ppm-100 ppm), sedang (100 ppm-150 ppm), lemah (150 ppm-200 ppm) dan sangat lemah ($IC_{50} > 200$ ppm) [14].

Hasil pengukuran aktivitas antioksidan pada larutan *edible coating*, dimana variasi waktu pemanasan terbaik pada 80 menit dengan suhu 70°C.



Gambar 7. Hubungan antara % Inhibisi dengan Konsentrasi

8) Analisis Uji *Surface Area*

Analisa luas permukaan material dilakukan dengan *Surface Area Measurement*

dengan prinsip BET (*Brunauer-Emmett-Teller*) yang dapat pula menentukan luas pori dari material dan isotherm adsorpsi suatu gas pada suatu bahan. Pengujian ini dilakukan dengan alat *Quantachrome TouchWin v1.22* dengan gas inert berupa Nitrogen dengan melakukan proses degassing pada sampel.



Gambar 8. Proses Analisis *Surface Area* pada Pektin Kulit Pisang
 Degassing atau ada yg menyebut offgas secara umum adalah penghilangan molekul gas yang terjerap di permukaan menggunakan panas dan dalam kondisi vakum. Semakin tinggi panas maka semakin mudah gas yg teradsorb secara alami dipermukaan pori akan lepas sehingga permukaan akan bersih dan siap untuk diukur porositasnya menggunakan prinsip adsorpsi gas (nitrogen).

Tabel 5. Hasil Pengujian BET *Surface Area Analyzer*

<i>Surface Area</i> (m ² /g)	<i>Relative Pressure</i>	<i>Volume Adsorbed @STP</i> cc/g	$1/[W((P/P_0)-1)]$
229,820	0,0998672	13,5354	6,5584
	0,147295	19,9662	6,9222
	0,198941	26,8026	7,4137
	0,245963	33,1366	7,8762
	0,296200	39,8893	8,4417

Hasil pengukuran luas permukaan pori menunjukkan *surface area* sebesar 229,820 m²/g.

Tabel 6. Hasil Pengujian BJH Adsorpsi dan Desorpsi

Analisis	Surface Area (m ² /g)	Pores Volume (cc/g)	Pore Radius Dv(r) (nm)
Adsorpsi	288,742	0,287702	1,0885
Desorpsi	300,862	0,2914	1,0931

Hasil pengukuran menggunakan BJH untuk menentukan ukuran pori mesopore. Peningkatan kapasitas pori dalam melakukan penyerapan pada saat adsorpsi sebesar 288,742 m²/g meningkat menjadi 300,862 m²/g yang menunjukkan bahwa kinerja penyerapan sangat efektif. Besarnya luas permukaan pada aktivitas desorpsi menunjukkan beberapa bahan terjerap masih banyak terakumulasi di dalam pori. Volumen pori menunjukkan peningkatan volume bahan yang masih terjerap yaitu dari kemampuan volume pori sebesar 0,287702 cc/g menjadi 0,2914 cc/g serta dari radius pori yang semakin besar, yakni dari pore radius (Dv(r)) sebesar 1,0885 nm menjadi 1,0931 nm. Daya adsorpsi terjadi karena adanya perbedaan energi potensial antara permukaan pori dengan zat yang terjerap.

9) Analisa Uji Organoleptis

Analisis ini merupakan uji visual terkait dengan hasil edible coating yang diaplikasikan kepada buah pisang lokal. Uji ini akan melakukan pengecekan kepada buah pisang yang telah dilapisi dengan *edible coating* selama dua minggu untuk melihat efek klimaterik apakah terjadi atau lebih lambat (*shelf life* lebih lama).



a

b

c

Gambar 9. Hasil Pengujian organoleptis (Uji Visual)
a (0 hari), b (8 hari), c (14 hari)

Hasil pengujian secara visual menunjukkan bahwa pisang yang dilapisi oleh edible coating memiliki masa *shelf life* lebih dari 12 hari (batas waktu yang

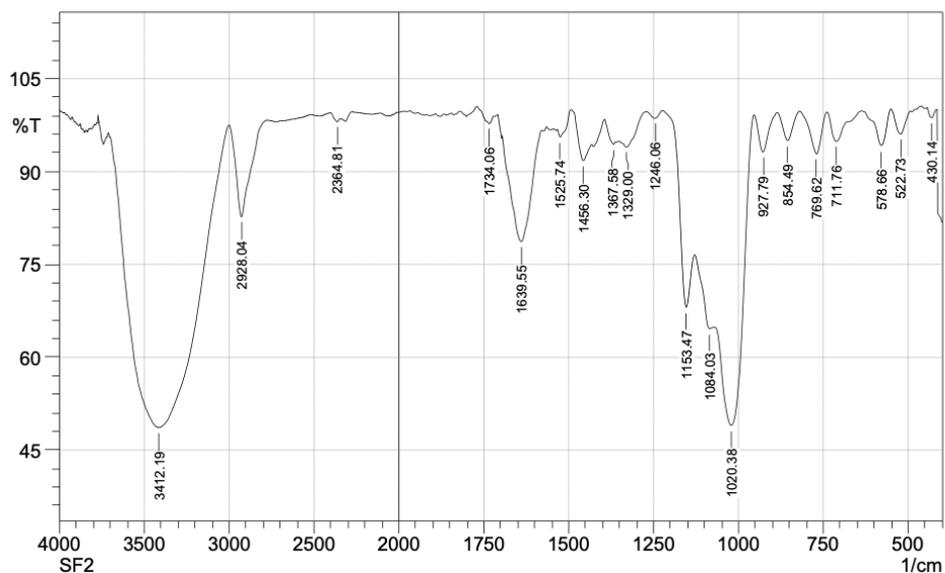
dikeluhkan oleh petani pisang khususnya oleh UD. Ashari. Hasil pengamatan lanjutan bahwa buah pisang yang dilapisi oleh edible coating masih layak dikonsumsi lebih dari 17 hari.

10) Analisis FTIR dan GCMS

Analisis kandungan senyawa yang terkandung pada edible coating akan dianalisis menggunakan *Gas Chromatography Mass Spectrometry* dan gugus fungsi pada *edible coating* dianalisis dengan menggunakan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR).

Pengujian GCMS dilakukan dengan menambahkan 1 ml ekstrak (sampel) direaksikan dengan 50 μ l piridin + 100 μ l bis-(trimetilsilil) trifluoroacetamide (BSTFA) termasuk 1% trimetilklorosilan (TMCS) dalam gelas tertutup tabung selama 30 menit pada 100°C untuk menyiapkan sampel untuk kromatografi gas. Hasil analisis GCMS akan memberikan data spektrogram dan kromatogram [11].

Spektrum FTIR digunakan untuk memperoleh informasi serapan gugus fungsional. Rentang panjang gelombang dari 4000 cm^{-1} - 400 cm^{-1} [15][16]. Setelah didapatkan spektrum kemudian diidentifikasi gugus fungsionalnya [17][18][19].



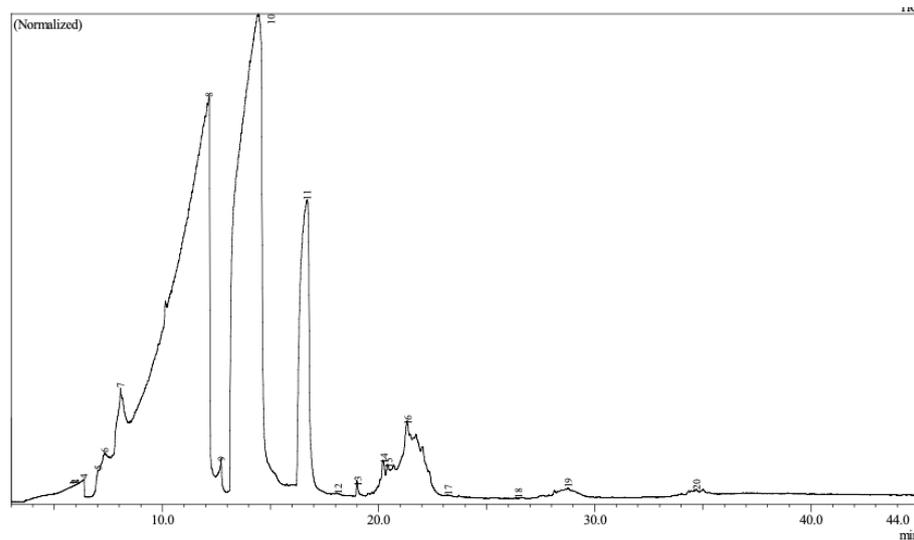
Gambar 10. Hasil Spektra Pektin dengan analisis FTIR

Karakter gugus fungsi yang diperoleh dari hasil spektra menunjukkan adanya gugus fungsi OH, CH₃, C=O, C-H, C-N, R-O-R. Pada puncak serapan dengan panjang gelombang 3.414,19 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus OH dengan area

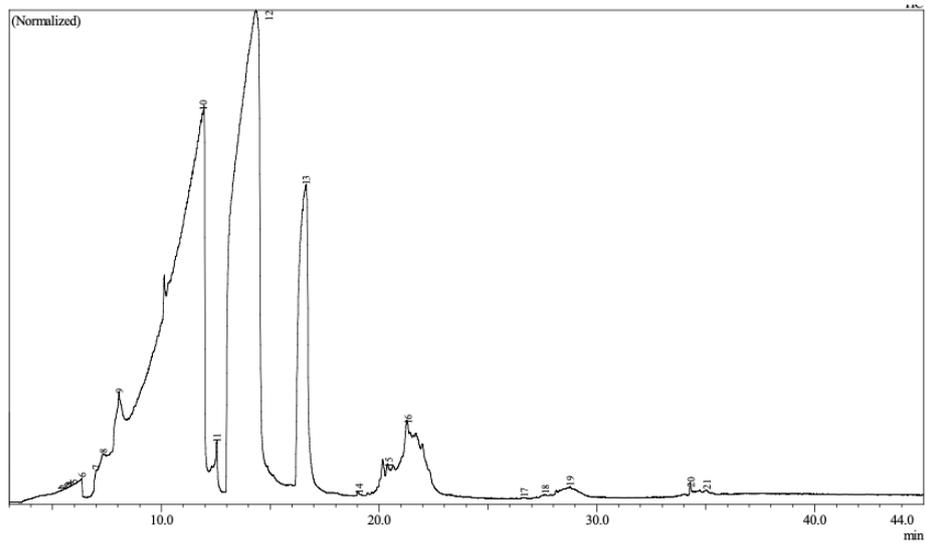
serapan terbesar. Pada serapan dengan bilangan gelombang $2.928,04\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan pula serapan dari ulur alkana yaitu $-\text{CH}_3$. Hal ini sesuai dengan penelitian [20] bahwa gugus OH berada pada bilangan gelombang $3.448,366\text{ cm}^{-1}$ serta bilangan gelombang $2.930,022\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan serapan gugus $-\text{CH}_3$.

Selain memiliki gugus OH dan CH_3 juga mengandung $\text{C}=\text{O}$, CH dan R-O-R. Puncak serapan pada bilangan gelombang $1.639,55\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya serapan dari gugus $\text{C}=\text{O}$ yang dari berbagai literatur menunjukkan pula bahwa gugus karbonil berada pada bilangan gelombang 1.744 cm^{-1} atau berada pula pada daerah serapan dengan rentang $1.630 - 1.850\text{ cm}^{-1}$. Vibrasi dan tekuk $-\text{C}-\text{H}-$ berada pada daerah serapan $1.367,58\text{ cm}^{-1}$ dan $1.456,30\text{ cm}^{-1}$. Pektin dari kulit pisang juga mengandung Amina yang berada pada bilangan gelombang $1.153,47\text{ cm}^{-1}$. Gugus C-O terdapat pula pada pektin yang ditunjukkan pada bilangan gelombang $1.084,03\text{ cm}^{-1}$ alkohol serta pada bilangan $1.020,38\text{ cm}^{-1}$ merupakan golongan Eter. Hasil spektra menunjukkan bahwa gugus-gugus fungsi yang terdapat pada pektin dari limbah kulit pisang memiliki intensitas yang kuat.

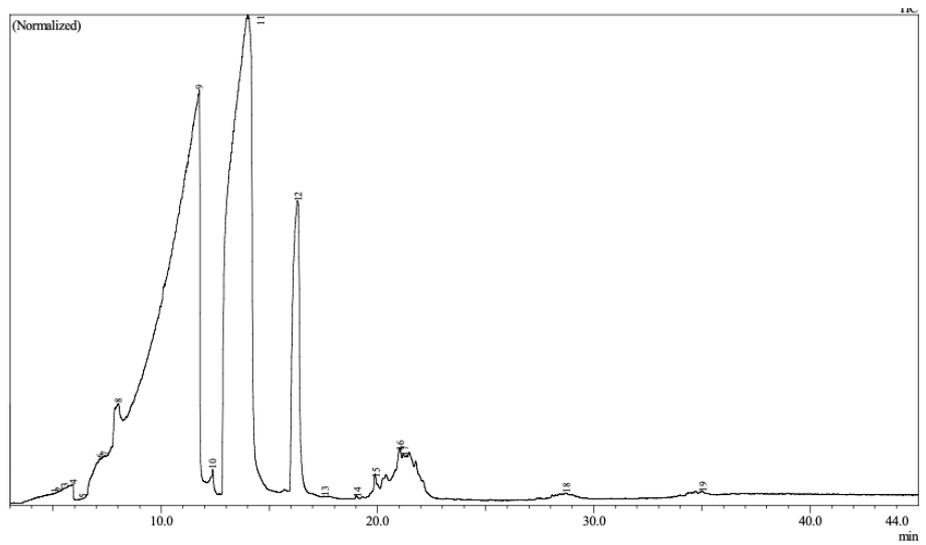
Hasil *Gas Chromatography Mass Spectrometry* (GCMS) pada sampel disajikan pada gambar 11-16 berikut.



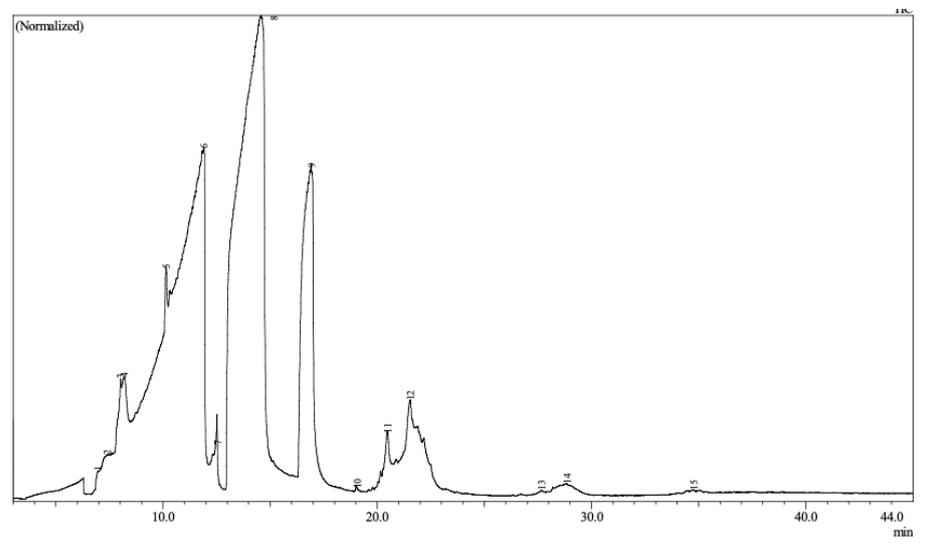
Gambar 11. Kromatogram Variasi Sampel 60 menit 70°C .



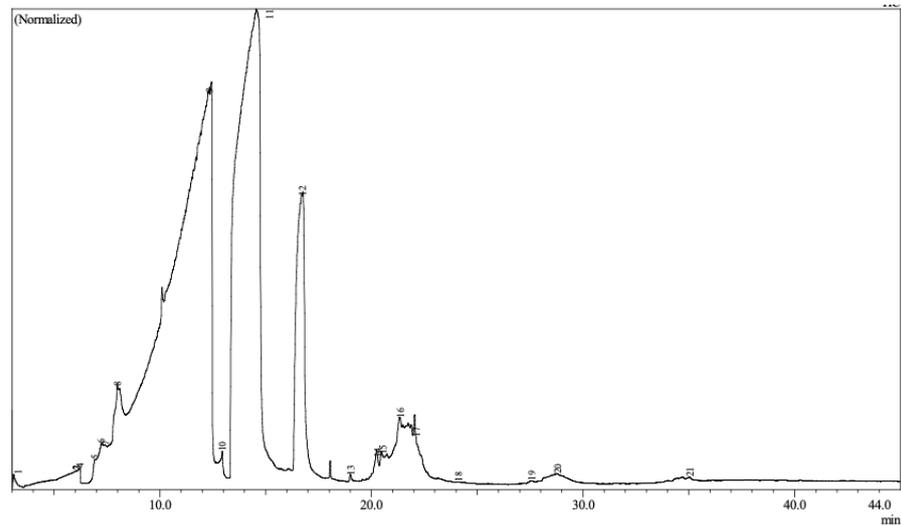
Gambar 12. Kromatogram Variasi Sampel 60 menit 80°C.



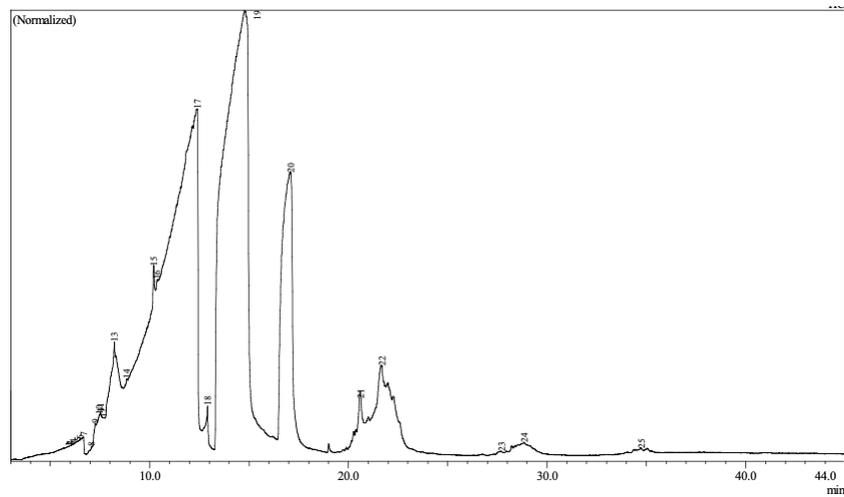
Gambar 13. Kromatogram Variasi Sampel 60 menit 90°C.



Gambar 11. Kromatogram Variasi Sampel 80 menit 60°C.



Gambar 11. Kromatogram Variasi Sampel 80 menit 70°C.



Gambar 11. Kromatogram Variasi Sampel 80 menit 80°C.

Hasil identifikasi senyawa antioksidan dapat dilihat pada tabel 6 berikut.

Tabel 6. Distribusi Komponen Senyawa Kimia Pada *Edible Coating*

Variasi Sampel	Komponen	A/H	% Area	R Time
60 Menit T: 70°C	<i>n- Hexadecanoic Acid</i>	10,47	0,13	19,033
	<i>Heptanoic Acid 2-Methylpropil Ester</i>	12,30	0,37	20,46
	<i>Carbamic acid, N-aminocarbonylmethyl, isobutyl(ester)</i>	65,49	0,56	28,77
	<i>Hexanoic acid, 2-methyl-, 1-</i>	59,40	0,30	34,71

	<i>methylpropyl ester</i>			
60 Menit T: 80°C	<i>(S)-(+)-3-Hydroxytetrahydrofuran</i>	8,13	0,20	7
	<i>n-Hexadecanoicacid</i>	9,76	0,03	19,09
	<i>Heptanoic acid, 2-methylpropyl ester</i>	33,64	1,01	20,44
	<i>Propanoic acid, 2-hydroxy-, butyl ester</i>	23,57	0,08	27,64
	<i>1,3-Benzenedicarboxylic acid, bis(2-ethylhexyl) ester</i>	25,77	0,22	34,31
60 Menit T: 90°C	<i>Fumaric acid, cis-non-3-enyl isobutyl ester</i>	13,26	0,05	5,25
	<i>Oxetane, 3,3-Dimethyl-</i>	19,88	0,87	7,36
	<i>n-Hexadecanoicacid</i>	7,65	0,02	19,075
	<i>Glycine, N-butoxycarbonyl-, hexyl ester</i>	48,37	2,20	21,25
	<i>Hexanoic acid, 2-methyl-, 1-methylpropyl ester</i>	58,37	0,26	35,03
80 Menit T: 70°C	<i>Alpha-monopropionin</i>	9,18	0,19	6,95
	<i>Formic Acid, Butyl Ester</i>	27,74	0,99	7,399
	<i>n-Hexadecanoicacid</i>	6,73	0,03	19,07
	<i>Propanoic acid, 2-hydroxy-, butyl ester</i>	20,82	0,08	27,67
	<i>Hexanoic acid, 2-methyl-, 1-methylpropyl ester (CAS)</i>	58,59	0,18	34,78
80 Menit T: 80°C	<i>Trimer From Isobutyroyl Pyrazine</i>	8,43	0,11	3,08
	<i>Carbonicacid, butylethylester</i>	6,49	0,01	6,02
	<i>n-Hexadecanoicacid</i>	7,82	0,04	19,02
	<i>Heptanoicacid, 2-methylpropylester</i>	9,33	0,06	20,52
	<i>2-Amino-6,8,9-trimethyl-11H-indolo[3,2-c]quinolin-</i>	25,28	1,36	22,1

	<i>5-nium mesitylenesulfonate</i>			
	<i>Octadecanoic acid, 9,10-epoxy-18-(trimethylsiloxy)-, methyl ester, cis-</i>	20,91	0,01	24,12
	<i>5-Aziridinopentanol</i>	20,87	0,06	25,57
	<i>Diethyl 2-[(t-butoxy)methyl]-2-methylbutanedioate</i>	62,48	0,24	35,05
80 Menit T: 90°C	<i>Carbonic acid, ethylhexylester</i>	3,59	0,01	5,97
	<i>Propane, 2-(methylthio)-</i>	5,71	0,03	6,16
	<i>Methyl 2-Hydroxypentanoate</i>			
	<i>Butanoic acid, 2-hydroxy-3-methyl-</i>	10,29	0,38	7,46
	<i>Propanoic acid, 2-hydroxy-, butyl ester</i>	25,68	0,09	27,17
	<i>Carbamic acid, N-aminocarbonylmethyl-, isobutyl(ester)</i>	72,50	0,82	28,58
	<i>Hexanoic acid, 2-methyl-, 1-methylpropyl ester</i>	54	0,27	34,75

Analisis dengan pengujian menggunakan GCMS menunjukkan bahwa *edible coating* mengandung senyawa antioksidan dari golongan fenol dan asam karboksilat seperti *Glycine, N-butoxycarbonyl-, hexyl ester* dan *2-Amino-6,8,9-trimethyl-11H-indolo[3,2-c]quinolin-5-nium mesitylenesulfonate*. Hal ini menunjukkan bahwa *edible coating* dari limbah kulit pisang kombinasi kayu sebang terbukti antioksidan pada kayu sebang dapat pula membantu dalam melapisi buah pisang lokal sebagai antioksidan untuk membantu memperpanjang masa simpan (*shelf life*) buah pisang lokal.

D. STATUS LUARAN: Tuliskan jenis, identitas dan status ketercapaian setiap luaran wajib dan luaran tambahan (jika ada) yang dijanjikan. Jenis luaran dapat berupa publikasi, perolehan kekayaan intelektual, hasil pengujian atau luaran lainnya yang telah dijanjikan pada proposal. Uraian status luaran harus didukung dengan bukti kemajuan ketercapaian luaran sesuai dengan luaran yang dijanjikan. Lengkapi isian jenis luaran yang dijanjikan serta mengunggah bukti dokumen ketercapaian luaran wajib dan luaran tambahan melalui

BIMA.

Status luaran tambahan diuraikan sebagai berikut:

1. Jurnal Nasional Bereputasi

Jurnal nasional sedang proses INREVIEW pada Jurnal Bahan Alam Terbarukan (JBAT) SINTA 2.

Draft dapat diakses pada

<https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jbat/author/submissionReview/48146>

The screenshot shows the submission review interface for article #48146. The page includes a navigation menu with 'About', 'Editorial Team', 'Reviewer', and 'Archive'. A sidebar on the left lists various journal-related links such as 'Focus & Scope', 'Editorial Policies', and 'Online Submission Here'. The main content area displays the article title, authors, title, section, and editor. Below this, the 'Peer Review' section shows 'Round 1' with a review version '48146-124161-1-RV.docx' dated 2023-10-13. The review was initiated and last modified on 2023-10-31, and no files were uploaded.

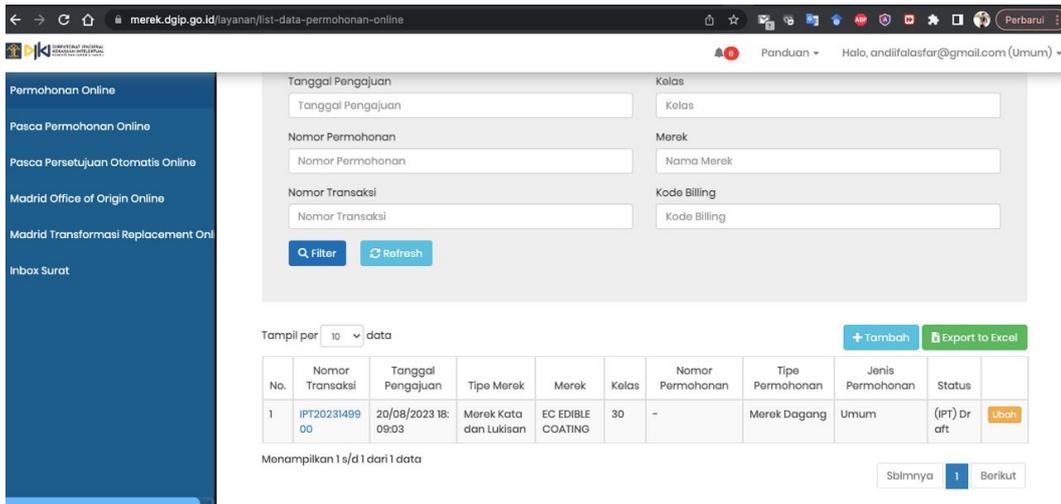
Field	Value
Authors	Andi Muhamad Iqbal Akbar Asfar, Muh Iqbal Mukhsen, Andi Muhammad Irfan Taufan Asfar, Eko Budianto, Jeanne Dewi Damayanti
Title	ANALYSIS OF METOXIL AND GALACTURONATE CONTENTS FROM PECTIN FROM BANANA SKIN WASTE COMBINED WITH SAPPAN WOOD
Section	Articles
Editor	Ria Wulansarie

Field	Value
Review Version	48146-124161-1-RV.docx 2023-10-13
Initiated	2023-10-31
Last modified	2023-10-31
Uploaded file	None

Gambar 9. Proses INREVIEW pada JBAT Unnes Sinta 2

2. Hak Kekayaan Intelektual

Hak kekayaan intelektual yang didaftarkan berupa Hak Cipta Merek untuk produk Edible Coating dengan merek **EC-Edible Coating** (Progress)



Gambar 10. Progress Hak Cipta

3. Feasibility Study

Feasibility sudah rampung dilaksanakan dan telah diupload pada halaman BIMA serta dapat diakses pada <https://drive.google.com/file/d/1NL2w7SwcpF0MjGu-TMlfpQQRU1CtUL6p/view?usp=sharing>

Ringkasan eksekutif maksimum 500 kata: memberikan gambaran umum tentang isi yang terkandung dalam dokumen studi kelayakan. Bagian ini merupakan ringkasan poin penting dari detail yang terkandung dalam keseluruhan dokumen studi kelayakan dan deskripsi singkat tentang produk dan/atau jasa yang dianggap sudah melalui tahapan kajian sebelumnya.

Ringkasan:
Edible coating merupakan lapisan yang digunakan untuk melapisi makanan dengan tujuan memperpanjang umur simpan, melindungi dari kerusakan fisik, menjaga kelembapan, serta memberikan karakteristik sensoris tambahan, seperti rasa dan aroma. Lapisan ini terbuat dari bahan-bahan yang aman untuk dikonsumsi dan dapat diuraikan oleh tubuh manusia. Salah satu bahan baku yang digunakan dalam pembuatan **edible coating** adalah pektin yang terkandung pada kulit pisang. Sekitar 40% dari total buah pisang adalah kulit pisang yang mengandung mineral, karbohidrat dan pektin. Untuk mendukung performansi kulit pisang sebagai **edible coating**, maka dapat digunakan batang dan akar tanaman sepag yang mengandung flavonoid dan tannin sebagai antioksidan, anti mikroba, antifungi, anti bakteri serta anti inflamasi. Kombinasi kulit pisang dan kayu sepag dapat menjadi pelapis **semipermeable** melalui pengurangan respirasi sel (O₂ dan CO₂), laju reaksi oksidatif dan menekan populasi mikroorganisme patogen. Metode pengaplikasian **edible coating** dari kulit pisang dan kayu sepag menggunakan metode **dipping** (celup), dimana pengaplikasian ini menjadi fleksibel untuk produk-produk dengan bentuk dan ukuran yang beragam. Strategi yang tim terapkan dalam meningkatkan keunggulan kompetitif produk **edible coating** diantaranya adalah melakukan penelitian dan pengembangan yang intensif, pengujian kualitas produk dengan melibatkan berbagai jenis produk makanan dan stabilitas penyimpanan, membangun pemasaran dan **branding** yang kuat, memastikan produk memenuhi standar keamanan pangan yang berlaku, serta mengembangkan kemitraan strategis (**communication channel**). Adapun strategi lainnya yang tim lakukan yaitu berinovasi dalam teknologi produksi, meliputi penerapan ekstraktor preservasi alami untuk ekstrak kayu sepag kombinasi kulit pisang dengan integrasi **Internet of Things** (IoT). Teknologi ini dirancang khusus oleh tim dengan menyesuaikan kebutuhan pengguna agar alat yang dirancang dapat digunakan secara maksimal (**applicable**). Selain itu, tim juga menyusun strategi penentuan harga jual produk dengan mempertimbangkan beberapa faktor. Tim menawarkan harga yang bersaing sesuai dengan produk sejenis, namun tetap mempertimbangkan harga berdasarkan perhitungan biaya produksi, bahkan tim mempertimbangkan harga premium untuk produk dengan menunjukkan manfaat unik yang ditawarkan. Penentuan harga jual produk **edible coating** yang tim kembangkan dapat pula dilihat dari potensi pasar dengan mempertimbangkan permintaan konsumen untuk solusi berkelanjutan, peningkatan kesadaran kesehatan, pengaplikasian produk yang luas dalam pangsa pasar makanan segar, serta melakukan inovasi produk dengan fitur dan manfaat tambahan guna memperluas pangsa pasar. Adapun estimasi pertumbuhan pasar dilakukan melalui survei konsumen, analisis **trend** pasar, dan pemahaman tentang kompetisi di pasar. Produk **edible coating** yang tim kembangkan memiliki peluang besar untuk dipasarkan karena menghadirkan sejumlah manfaat yang signifikan bagi industri makanan, konsumen, dan lingkungan, sehingga

Gambar 11. Feasibility Study

4. Seminar Internasional

Seminar Internasional dilaksanakan pada tanggal 18 November 2023 pada The 2nd International Conference on Sciences, Engineering, and Education (Icon-SEE) di Kaohsiung Taiwan.



CERTIFICATE

IT IS PROUDLY AWARDED TO

Andi Muhamad Iqbal Akbar Asfar

In gratitude for the outstanding contribution as
PRESENTER

"Green Technology Innovation for Sustainable Development Goals"
The 2nd International Conference on Sciences, Engineering, and Education (ICon-SEE) 2023
Held by Indonesian Student Association in Kaohsiung.

November 18th, 2023
Kaohsiung, Taiwan



Head of Indonesian Student
Association in Kaohsiung (PPIK)

Rizki Aditama Julianto, A.Md.T

Head of Committee
ICon-SEE 2023

apt. Vidy Febrasca Tenderly, S.Farm

Gambar 12. Sertikat Presenter Pada Seminar Internasional ICon-SEE 2023

5. Buku Referensi

Penerbitan buku referensi hasil penelitian pada CV.Eureka Media Aksara dengan Nomor ISBN 9786231516312.



Gambar 13. Buku Referensi Teknik Pengawetan Buah Pisang

6. Publikasi pada Media Massa

Publikasi pada media massa yaitu pada koran online dan media cetak Tribun Bone online dan Koran pada tanggal 5 dan 6 September 2023 dapat diakses pada <https://tribunboneonline.com/2023/09/05/tim-riset-pnup-bermitra-dengan-dudi-olah-limbah-kulit-pisang-jadi-edible-coating/>



Gambar 14. Publikasi Pada Media Massa

E. **PERAN MITRA:** Tuliskan realisasi kerjasama dan kontribusi Mitra baik *in-kind* maupun *in-cash* (untuk Penelitian Terapan, Penelitian Pengembangan, PTUPT, PPUPT serta KRUPPT). Bukti pendukung realisasi kerjasama dan realisasi kontribusi mitra dilaporkan sesuai dengan kondisi yang sebenarnya. Bukti dokumen realisasi kerjasama dengan Mitra diunggah melalui BIMA.

Antusiasme mitra sangat besar sebagai penerima manfaat dari hasil penelitian untuk mengembangkan usahanya dengan mengolah limbah kulit pisang menjadi edible coating untuk memperpanjang *shelf life* buah pisang lebih lama rusak, sehingga jangkauan pemasaran akan lebih luas. Realisasi tim dan komitmen mitra terjalin dengan baik, dimana mitra melibatkan salah satu anggota untuk ikut menjadi peneliti eksternal dalam riset ini. Peneliti eksternal sangat aktif membantu dalam bentuk ide dan aktivitas dalam setiap kegiatan riset serta merupakan penghubung antara tim riset dengan mitra yakni UD Ashari. Konsolidasi dan realisasi penerapan awal uji coba prototipe alat ekstraktor telah dilakukan hingga penerapan dan implementasi alat ekstraktor preservasi alami serta telah diserahkan kepada mitra untuk digunakan dalam melakukan pengawetan buah pisang agar memiliki shelf life yang lebih baik. Hasil realisasi telah diupload pada laman BIMA.

F. **KENDALA PELAKSANAAN PENELITIAN:** Tuliskan kesulitan atau hambatan yang dihadapi selama melakukan penelitian dan mencapai luaran yang dijanjikan, termasuk penjelasan jika pelaksanaan penelitian dan luaran penelitian tidak sesuai dengan yang direncanakan atau dijanjikan.

Kendala-kendala yang ditemui dalam pelaksanaan penelitian sebagai berikut:

1. Hak Cipta

Hak cipta yang dijanjikan dalam bentuk produk, namun pada lama DJKI(Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual) tidak memiliki kelas pendaftaran untuk produk tetapi hanya merek. Oleh karena itu, HKI merek yang didaftarkan dan masih sedang Progress.

2. Hasil Bioetanol

Produk Bioetanol sebagai hasil samping dari metode SSF diperoleh kadar etanol yang dihasilkan masih di bawah 50%, sehingga mitra menggunakan untuk hand sanitizer standar.

G.RENCANA TAHAPAN SELANJUTNYA: Tuliskan dan uraikan rencana penelitian di tahun berikutnya berdasarkan indikator luaran yang telah dicapai, rencana realisasi luaran wajib yang dijanjikan dan tambahan (jika ada) di tahun berikutnya serta *roadmap* penelitian keseluruhan. Pada bagian ini diperbolehkan untuk melengkapi penjelasan dari setiap tahapan dalam metoda yang akan direncanakan termasuk jadwal berkaitan dengan strategi untuk mencapai luaran seperti yang telah dijanjikan dalam proposal. Jika diperlukan, penjelasan dapat juga dilengkapi dengan gambar, tabel, diagram, serta pustaka yang relevan. Jika laporan kemajuan merupakan laporan pelaksanaan tahun terakhir, pada bagian ini dapat dituliskan rencana penyelesaian target yang belum tercapai.

Uraian rencana penelitian tahun lanjutan dilakukan dengan berdasarkan indikator atau target capaian yang telah disusun dan direkapitulasi capaian sebagai berikut.

Tabel 7. Capaian dan Target Penelitian

No	Tahapan Riset	Deskripsi	Realisasi/Target/ Indikator Capaian
TAHUN 1			
1	Studi Pendahuluan dan Desain Peralatan Ekstraktor preservasi alami serta uji coba alat	<i>State of the art</i> penelitian sesuai desain dan rancangan alat serta desain alat termasuk kelayakan implementasi alat.	Terealisasi dengan hadirnya: - Prototipe alat ekstraktor preservasi alami - Peralatan Ekstraktor dilengkapi motor dan agitator sesuai rancangan

2	Analisis /Karakterisasi <i>Edible Coating</i> (Pektin)	<p>Pengujian mengenai hasil pektin dari limbah kulit pisang serta analisis pektin dengan kombinasi ekstrak kayu sepang sebagai edible coating melalui pengujian analisis kadar air, kadar abu, berat ekivalen, kadar metoksil, kadar galakturonat, derajat esterifikasi.</p> <p>Pengujian mengenai karakterisasi pektin limbah kulit pisang dengan BET <i>Surface Area Analyser</i> serta BJH <i>Surface Area</i> untuk menentukan tingkat Adsorpsi dan Desorpsi pektin</p>	<p>Terealisasi analisis Edible coating dan Pektin dari limbah kulit pisang.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kadar Air - Kadar Abu - Kadar Metoksil - Kadar Galacturonat - Berat Ekivalen - Derajat Esterifikasi - BET Surface Area - BJH Surface Area <p>Lanjutan dilakukan Uji Sensoris berupa organoleptis untuk menganalisis <i>shelf life</i> buah pisang lokal Serta dilakukan uji FTIR dan GCMS dari <i>edible coating</i> yang telah berjalan secara kontinyu.</p>
3	Capaian luaran	Capaian luaran wajib berupa <i>feasibility study</i> , Hak Cipta, dan Pengadaan alat Ekstraktor Preservasi Alami	<p>Terealisasi hasil luaran wajib dan pendukung berupa:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Feasibility Study</i> - Artikel pada Jurnal Bahan Alam Terbarukan (JBAT) SINTA 2

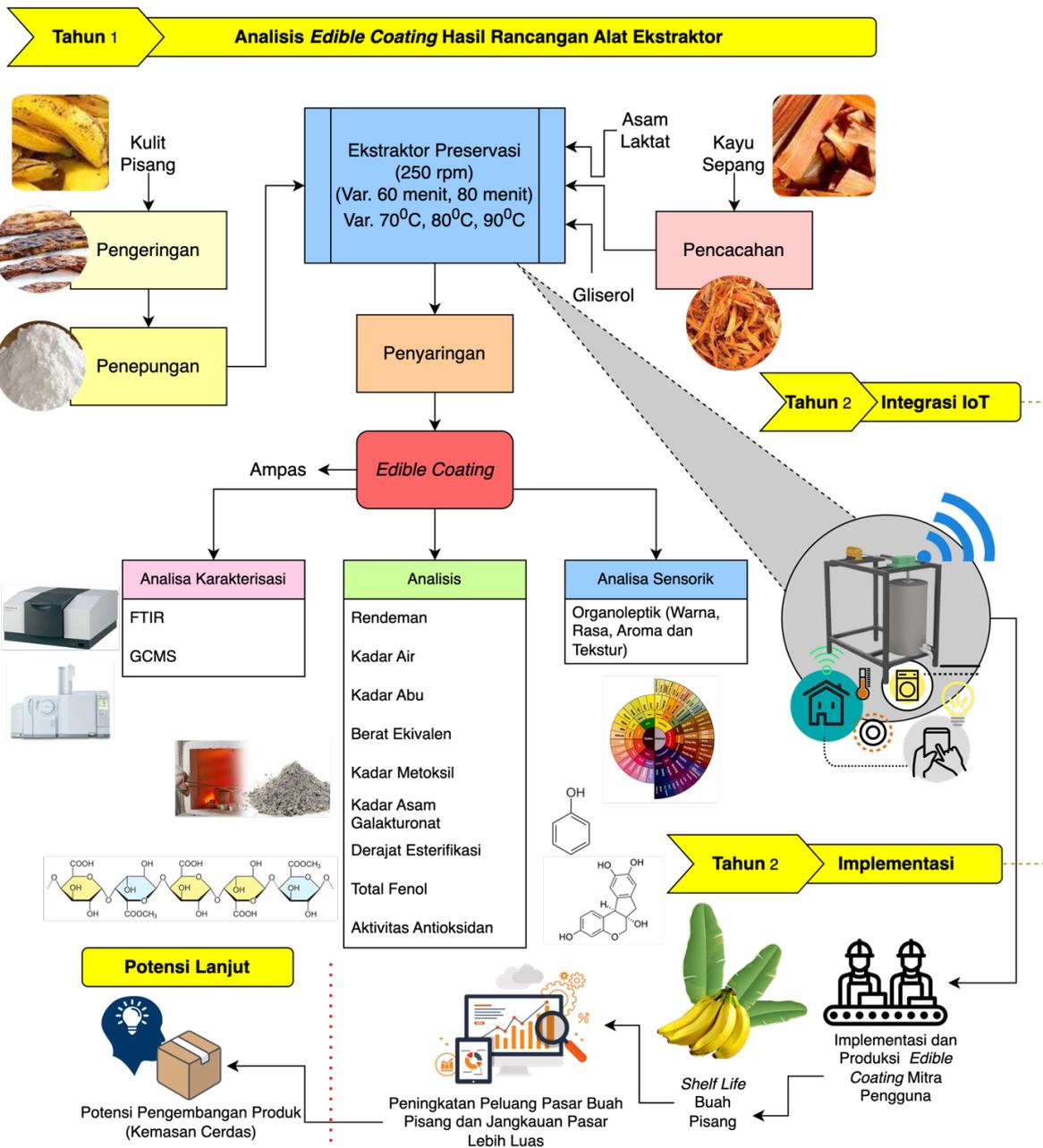
			<p>(IN REVIEW)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Seminar Internasional pada ICon-SEE 2023 (18 November 2023) - Buku Referensi ber-ISBN - Hak Cipta berupa Mereka (Progress DJKI)
--	--	--	--

TAHUN 2

Rencana Tahapan Berikutnya

4	Maintenance alat dan Pengembangan alat	Perbaikan komponen peralatan didasarkan pada efisiensi alat ekstraktor preservasi alami	Analisis efisiensi alat dan perbaikan komponen serta integrasi Internet of Things (IoT)
5	Analisis Pasar dan Potensi Pasar	Analisis pasar didasarkan pada Total Revenue dan Income (Omset) Mitra	Analisis <i>feasibility study</i> berdasarkan peningkatan hasil penjualan dan pendapatan mitra pengguna
6	Analisis laboratorium Buah Pisang dan Karakterisasi Edible Coating Mitra	Analisis FTIR dan GCMS serta analisis Organoleptis melalui uji visual terkait efisiensi <i>edible coating</i> dalam memperpanjang <i>shelf life</i> buah pisang lokal	Analisis lab terkait <i>edible coating</i> mitra yang digunakan secara kontinyu dengan menggunakan alat ekstraktor preservasi alami.
7	Kerja sama Tim dan Mitra	Perjanjian Kerja Sama	Terbitnya Mou

	Pengguna	antara Tim Riset dan Mitra.	antara mitra dan Tim Riset serta adanya Kerja sama dengan Pemerintah Kabupaten
--	----------	-----------------------------	--



Gambar 14. Alur Penelitian Tahun 1 dan Tahun 2

Rencana tahapan selanjutnya direkapitulasi dalam tabel berikut.

Tabel 8. Jadwal Perencanaan Riset Tahun ke-2

dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

- [1] Rahmawati SI. Teknik Ekstraksi Tanaman Obat Menggunakan Pressurized Liquid Extraction. *Biotrends*. 2018;9(1):20-26.
- [2] Saleh HM, Mokadem MTEL, Mohamed HG, ELBaz GA, Farroh KY. Characterization of Antifungal Edible Nano-Coating Materials Prepared by Some Waste Peel Extracts. *Current Science International*. 2022;11(02):244-60.
- [3] Santosh CA, Santosh GR, Santosh PS. Bioethanol Production From Banana Peels. *World Journal of Biology Pharmacy and Health Sciences*, 2023;13(01):440–44.
- [4] Wardalia, Kanani N, Hartono R, Adiwibowo MT. Pengaruh Penambahan Lilin Lebah dan Gliserol Pada Edible Coating Berbasis Pati Talas Beneng Terhadap Kualitas Buah Stroberi. *Jurnal Integrasi Proses*. 2022;11(2):23-7.
- [5] Purbasari D, Karuniasari S. Phisycal Quality Analysis of Red Guava (*Psidium guajava L.*) Using Edible Coating of Carrageenan and Glycerol. *Protech Biosystem Journal*. 2022;2(1):14-27.
- [6] Preilly MJ, Tuapattinaya RS, Juen CW. Analisis Kadar Air Dan Kadar Abu Teh Berbahan Dasar Daun Lamun (*Enhalus acoroides*). *Biopendix: Jurnal Biologi Pendidikan dan Terapan*. 2021;8(1):16-21.
- [7] Nurhidayah B, Soekandarsih E, Erviani AE. Collagen Content of Chanos-Chanos and Oreochromis Niloticus Scal. *Bioma: Jurnal Biologi Makassar*. 2019;4(1):39-47.
- [8] Devianti VA, Sa'diyah L, Amalia AR. Penentuan Mutu Pektin Dari Limbah Kulit Pisang Dengan Variasi Volume Pelarut Asam Sitrat. *Jurnal Kimia (Journal of Chemistry)*. 2020;12(2):169-74.
- [9] Sigiuro ON, Elsyapitri, Habibah N. Edible Coating from Banana Peel Waste to Extend Tomato Shelf Life. *Agritekno: Jurnal Teknologi Pertanian*. 2022;11(2):54-60.
- [10] Hari M, Ratna, Syafriandi. Pemanfaatan Pektin Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca L.*) Untuk Pembuatan Kemasan Edible Film dengan Penambahan Gliserol sebagai Plasticizer. *Jurnal Rona Teknik Pertanian*;15(1):97-107.
- [11] Asfar AMIA, Asfar AMIT. Antioxidant Activity In Sappan Wood (*Caesalpinia sappan L.*) Extract Based on pH of The Water. *Jurnal Farmako Bahari*. 2021;12(1):39-44.
- [12] Asfar, AMIA, Yasser M. Phytochemical Qualitative Analysis of Flavonoid Content of Sappan Wood Extract (*Caesalpinia Sappan L.*) From Ultrasonic Assisted Solvent Extraction Method. *Jurnal Chemica*. 2018;19(2):15-25.
- [13] Widowati W. 2011. Uji Fitokimia dan Potensi Antioksidan Ekstrak Etanol Kayu Secang (*Caesalpinia sappan L.*). *JKM*, 11(1); 23-31.
- [14] Saeed, N., Khan, M. R., & Shabbir, M. 2012. Antioxidant activity , total phenolic and total flavonoid contents of whole plant extracts *Torilis leptophylla L.* *BMC Complementary and Alternative Medicine* 2012, 12(221), 1– 12.
- [15] Koly FVL, Suratman A, Suyanta. Adsorption of Carbon Dioxide with Nanofibers Based on Alginate/Polyethylene Oxide/Triton X-100. *Moroccan Journal of Chemistry (Mor. J. Chem.)*. 2020;8(S1):53-63.

- [16] Nurhaeni, Atjiang NA, Hardi J, Diharnaini, Khairunnisa. Extraction and Characterization of Pectin from The Skin and Rags of Cempedak Fruit (*Artocarpus chempeden*). *Kovalen*. 2018;4(3):310-15.
- [17] Maneking E, Sangian HF, Herlina S, Tongkukut J. Pembuatan dan Karakterisasi Bioplastik Berbahan Dasar Biomassa dengan Plasticizer Gliserol. *Jurnal MIPA*. 2020;9(1):23-7.
- [18] Fajrina RW, Agustina R, Ratna. Utilization of Kepok Banana Peel Pectin for the Manufacture of Edible Films with the Addition of CMC and Sorbitol Plasticizer. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*. 2022;7(2):452-63.
- [19] Makhwedzha DR, Mbaya R, Mavhungu, ML. Application of Activated Carbon Banana Peel Coated with Al_2O_3 -Chitosan for the Adsorptive Removal of Lead and Cadmium from Wastewater. *Materials* 2022;15(860):1-17.
- [20] Devianti VA, Sa'diyah, L, Amalia AR. Penentuan mutu pektin dari limbah kulit pisang dengan variasi volume pelarut asam sitra. *Journal of Chemistry*;14(2):169-174.