

Pengaruh Waktu dan Suhu pada Ekstraksi Keratin Bulu Ayam sebagai Bahan Baku Filler Pada Pembuatan Edible Film berbasis Pati Singkong

Alif Salma Nurillah¹⁾, Gracella Audrey Toar¹⁾, dan Lily Pudjiastuti^{3,*)}

1) Teknik Kimia Industri, Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember

*) Corresponding Author : lily_p@chem.eng@its.ac.id

Abstract

Chicken slaughterhouse produces a large amount of chicken feather waste. With the increasing production of poultry every year, various efforts are being made to transform chicken feathers into biomaterials that have high economic value. Chicken feathers are a biological resource that contains protein, predominantly keratin, which is classified as a fibrous protein. Keratin protein has a characteristic feature as intermolecular bridges that can be extracted using petroleum ether as a reducing agent, helping to dissolve keratin protein in solvents with the same polarity. Keratin is a fibrous protein that is very strong and insoluble in water. The separation of keratin protein and the petroleum ether solution is done using two methods: Soxhlet extraction and maceration. To confirm the presence of amino and carboxyl groups in the sample, the percentage of keratin protein obtained from both methods is evaluated through yield analysis and FTIR. This study was conducted to determine the influence of temperature and time on the extraction of chicken feathers with petroleum ether. The research results showed that the highest keratin content was obtained using the Soxhlet method at a temperature of 60°C for 6 hours, yielding 2.88%, while the highest keratin content using the maceration method for 4 days yielded 3.8%. Although the percentage values obtained are different, the nutritional content of keratin in the Soxhlet extraction method is much higher than in maceration.

Abstrak

Rumah potong ayam menghasilkan limbah bulu ayam dalam jumlah besar. Seiring dengan meningkatnya usaha produksi ayam potong setiap tahun mendorong berbagai upaya untuk mengubah bulu ayam menjadi biomaterial yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Bulu ayam merupakan sumber daya hayati yang mengandung protein, dimana protein bulu ayam sebagian besar terdiri atas keratin yang digolongkan ke dalam protein serat. Protein keratin mempunyai ciri khas sebagai jembatan antar molekul yang dapat diekstrak menggunakan petroleum eter sebagai agen pereduksi, yang membantu melarutkan protein keratin pada pelarut dengan polaritas yang sama. Keratin merupakan protein serat yang memiliki sifat sangat kuat dan tidak larut dalam air. Pemisahan protein keratin dan larutan petroleum eter dilakukan dengan dua metode yaitu metode soxhletasi dan maserasi. Dalam rangka mengkonfirmasi adanya gugus amino dan karboksil pada sampel, persentase protein keratin yang dihasilkan dari kedua metode tersebut dievaluasi dengan analisa rendemen serta FTIR. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh suhu dan waktu pada hasil ekstraksi bulu ayam dengan petroleum eter. Hasil penelitian yang didapatkan bahwa kadar keratin tertinggi menggunakan metode soxhlet dengan suhu 60°C selama 6 jam didapatkan sebesar 2,88% sedangkan untuk kadar keratin tertinggi menggunakan metode maserasi selama 4 hari didapatkan sebesar 3,8%. Meskipun nilai persentase yang dihasilkan berbeda. Nilai kandungan nutrisi keratin pada metode soxhletasi jauh lebih tinggi dari pada maserasi.

Kata Kunci : *bulu ayam, ekstraksi, keratin, maserasi, dan soxhlet*

PENDAHULUAN

Keratin merupakan protein berserat yang terdapat dalam kandungan bulu ayam di harapkan dapat menjadi pengisi (*filler*) yang dapat digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan edible film[1]. *Edible film* merupakan lapisan tipis yang terbuat dari berbagai polisakarida, protein, lipid, dan kombinasi ketiganya[2]. Selain dari pati sebagai komponen utama, dalam pembuatan edible film adanya bentuk zat aditif lain, yaitu senyawa kimia yang bila di tambahkan akan menaikkan sifat kimia dan sifat fisik[2][3]. Salah satu contoh dari zat aditif adalah bahan pengisi (*filler*)[4]. Keratin yang diekstraksi dari limbah bulu ayam di harapkan selain memberikan kekuatan sifat mekanik yang baik juga dapat mengurangi volume dari limbah bulu ayam yang semakin lama semakin meningkat seiring dengan permintaan konsumen akan kebutuhan daging ayam yang semakin tinggi[5]. Berbagai teknik telah dikembangkan untuk menghasilkan keratin dengan persentase yang berbeda[6]. Bulu ayam diekstrak dengan menggunakan dua metode, metode soxhlet dan maserasi. Metode ekstraksi merupakan salah satu teknik populer yang digunakan untuk menghasilkan ekstraksi[7]. Proses ekstraksi keratin dari bulu ayam melibatkan beberapa faktor yang dapat secara signifikan mempengaruhi hasil dan kualitas keratin yang di ekstraksi[8]. Diantara faktor – faktor ini, waktu dan suhu menjadi peran penting dalam menentukan efisiensi proses ekstraksi yang dilakukan[9]. Beberapa teknik lain didasarkan pada pemisahan fase dalam ekstrak bulu ayam dan petroleum eter dengan kontrol suhu untuk menghasilkan keratin[10]. Metode Soxhlet digunakan variable suhu dan waktu sedangkan pada metode maserasi digunakan suhu ruangan dengan variable lama rendaman. Keduanya sama-sama menggunakan pelarut petroleum eter. Petroleum eter merupakan pelarut yang non polar sehingga dipilih sebagai pelarut karena sifat bulu ayam yang juga bersifat non polar[11]. Metode ekstraksi yang dilakukan menggunakan larutan petroleum eter menghasilkan keratin dengan range 1 – 2%[12]. Titik didih yang rendah juga merupakan salah satu alasan dipilihnya petroleum eter menjadi pelarut[13]. Hasil ekstraksi menggunakan soxhlet maupun maserasi dapat dipisahkan menggunakan rotary vacuum evaporator pada suhu 40°C dengan tekanan 30 psi dan didapatkan hasil pemekatan berupa ekstrak bulu ayam. Berdasarkan penjelasan diatas, maka diperlukan penelitian mengenai potensi keratin bulu ayam sebagai zat aditif. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana hasil ekstrak bulu ayam pada variasi waktu dan suhu terhadap kadar keratin yang dihasilkan bertindak sebagai bahan baku filler pada pembuatan edible film. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan mengenai variasi waktu dan suhu untuk mengetahui perolehan keratin yang tertinggi serta mengatasi dan memanfaatkan limbah bulu ayam.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan selama bulan Mei sampai dengan Juni 2023 di Laboratorium Bioteknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember yang berlokasi di Departemen Teknik Kimia Industri Fakultas Vokasi ITS Surabaya.

Alat yang digunakan oven, neraca analitik, *rotary evaporator*, *water bath*, termometer, spatula, blender, gelas kimia, gelas ukur, kaca arloji, labu ukur, pipet tetes, dan sebagainya. Bahan yang digunakan adalah limbah bulu ayam yang berasal dari Pasar Pandegiling yang terletak di Jalan Pandegiling, Kec. Tegalsari, Surabaya, Jawa Timur 60264. Petroleum Ether (PE) yang digunakan didapatkan dari PT. SMART LAB INDONESIA.

Pre-Treatment Limbah Bulu Ayam

Bulu ayam dicuci dengan air hangat selama 3 kali bertujuan untuk membunuh mikroba dan membersihkan sisa darah dan kotoran yang masih melekat pada bulu ayam lalu dikeringkan

dengan panas matahari sekitar 4 hari, lalu dicuci lagi hingga bersih dan dikeringkan dengan oven selama 72 jam dengan suhu 105°C. Bulu yang sudah dikeringkan lalu dihaluskan dengan blender hingga halus seperti bubuk.

Ekstraksi Soxhlet

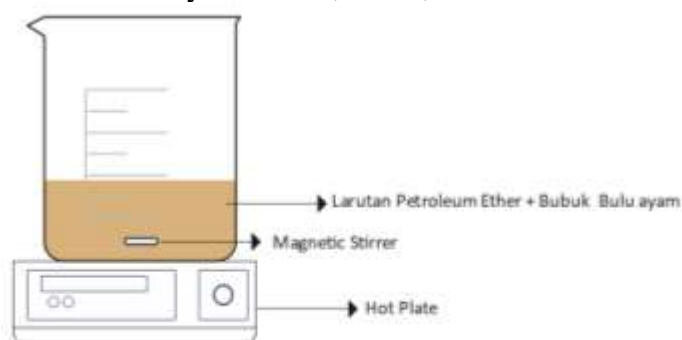
Metode ekstraksi Soxhlet dilakukan dengan menyiapkan 500 ml larutan PE per 50 mg bulu ayam yang telah dihaluskan. Setelah itu dipanaskan dengan variable suhu 40°C, 50°C, 60°C dan variabel waktu 4 jam, 6 jam, 8 jam. Alat dibuat mengikuti rangkaian seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Rangkaian Ekstraksi Soxhlet

Ekstraksi Maserasi

Metode ekstraksi maserasi pada **Gambar 2** dilakukan dengan merendam 50 mg bulu ayam yang telah dihaluskan dengan 450 ml larutan PE ke dalam gelas beaker 500 ml. Setelah itu dibiarkan sesuai dengan variable waktu yaitu 2 hari, 3 hari, dan 4 hari.



Gambar 2. Rangkaian Ekstraksi Maserasi

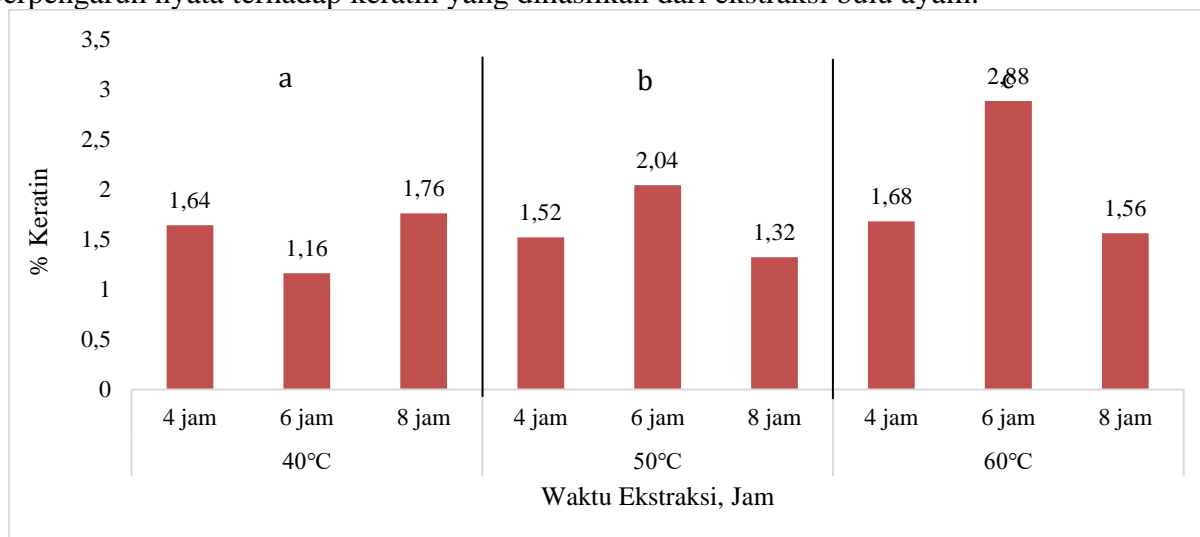
Analisa Sampel

Sampel yang telah diekstrak diuapkan dengan *rotary evaporator* dengan tujuan untuk memisahkan pelarut dari asam lemak berdasarkan perbedaan titik didih dan rendemen yang dapat ditimbang[14]. Hasil rendemen dianalisa dengan dua metode yaitu analisa secara kualitatif dan secara kuantitatif. Analisa kualitatif akan dilakukan dengan uji biuret dan analisa kuantitatif dilakukan dengan FTIR. Analisa FTIR dilakukan untuk mengetahui struktur kimia dengan panjang frekuensi dari 800 cm⁻¹ hingga 4000 cm⁻¹.

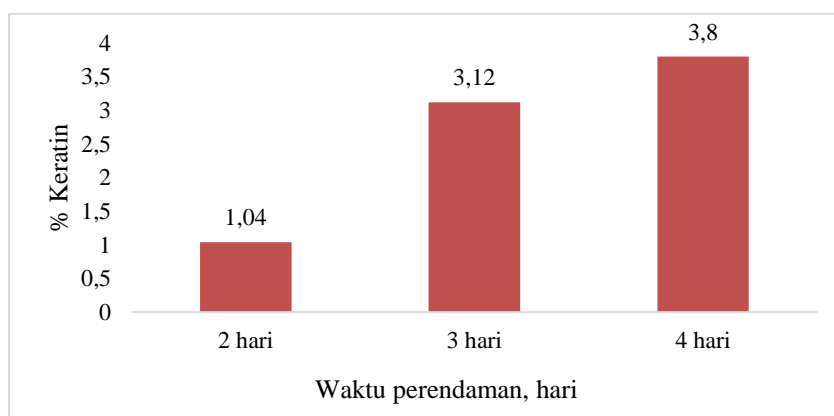
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisa Rendemen

Pada penelitian ini, ekstraksi menggunakan metode soxhlet dan maserasi berhasil menghasilkan keratin dengan variabel sebagaimana persentase yang ditunjukkan pada **Grafik 1** dan **Grafik 2** Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan suhu dan waktu sangat berpengaruh nyata terhadap keratin yang dihasilkan dari ekstraksi bulu ayam.



Grafik 1. Hasil Ekstraksi Metode Soxhlet



Grafik 2. Hasil Ekstraksi Metode Maserasi

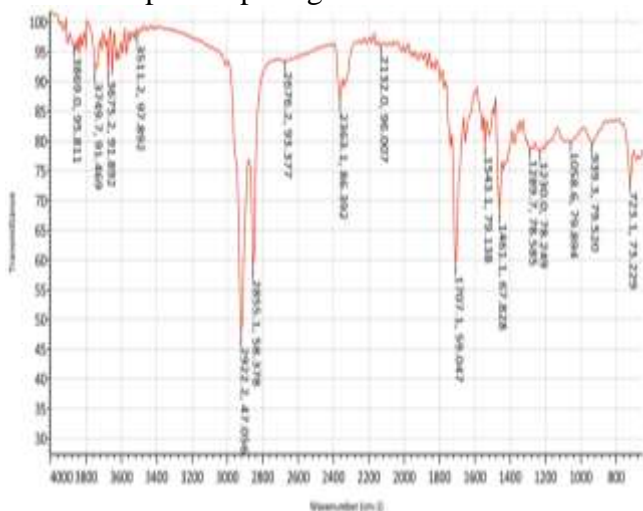
Dari **Grafik 1**, terlihat bahwa hasil ekstraksi pada variable suhu 60°C selama 6 jam mendapatkan hasil keratin paling banyak diantara sampel lainnya. Adanya gugus fungsi yang terdapat pada keratin mengakibatkan intensitas gugus fungsi tersebut melebar atau mengalami pergeseran yang besar. Berdasarkan gugus fungsi pada sampel tersebut terbentuk relatif sama dengan komponen penyusunnya (bersifat hidrofobik). Hal ini dilihat dari gugus O-H dan gugus (COOH) ester yang terkandung di dalam sampel film tersebut[15]. Nampak pada **Grafik 1**, dan **Grafik 2**, bahwa nilai rata-rata rendemen metode soxhlet sebesar 1,73% sedangkan untuk nilai rata-rata rendemen metode maserasi sebesar 2,65%. Besarnya nilai rendemen dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, mulai dari jenis polaritas pelarut, ukuran partikel, konsentrasi pelarut yang digunakan hingga lamanya waktu ekstraksi yang dilakukan[16]. Keberhasilan pemisahan dapat dipengaruhi pada perbedaan polaritas atau kelarutan senyawa aktif yang akan dipisahkan oleh larutan penyari atau pelarut[17]. Senyawa polar akan larut dalam larutan penyari yang bersifat polar dan senyawa nonpolar akan larut atau terdispersi dalam pelarut nonpolar[18]. Semakin kecil

ukuran partikel atau luas permukaan serbuk yang akan diekstraksi maka dapat memperluas kontak dengan larutan penyari sehingga terjadi peningkatan interaksi bersama pelarut[19]. Pada semua tingkat campuran pelarut makin tinggi suhu didapatkan bahan terekstrak makin besar dan perbedaannya signifikan[20]. Dari hasil uji yang sudah ada didapatkan bahwa sifat dari gugus fungsi tersebut, mengungkapkan bahwa ekstrak bulu ayam menggunakan petroleum eter dapat menghasilkan sebagai keratin.

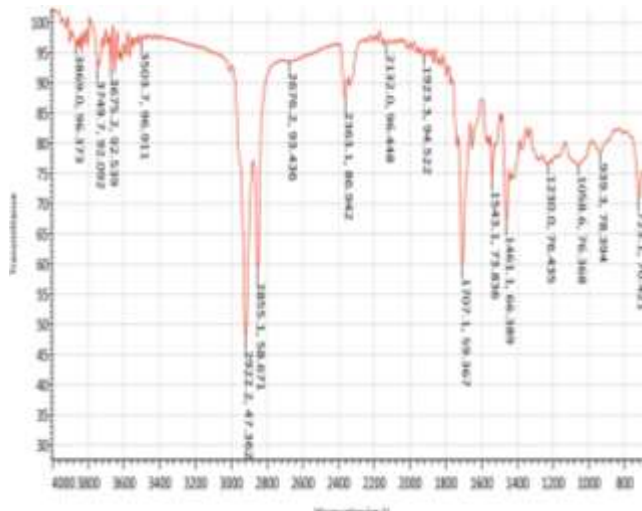
Berdasarkan hasil ekstraksi melalui dua metode yaitu metode soxhlet dan maserasi, didapatkan nilai rendemen tertinggi pada saat perlakuan variabel 60°C selama 6 jam dengan hasil rendemen sebesar 2,88% untuk metode soxhlet, sedangkan untuk metode maserasi didapatkan hasil rendemen tertinggi pada saat perlakuan variabel 4 hari. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu perendaman maka nilai rendemen semakin besar[16].

Hasil Uji Karakterisasi FTIR (Fourier Transform Infrared)

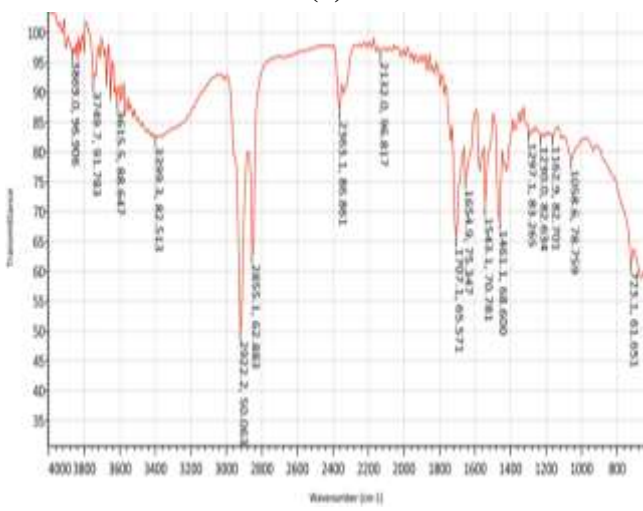
Karakterisasi FTIR digunakan untuk mengetahui gugus fungsi yang terkandung dalam suatu senyawa yang dihasilkan. Sampel yang digunakan adalah sampel padatan[21]. Prinsip pengujian FTIR menggunakan infrared yang melewati celah sampel, dimana celah tersebut berfungsi mengontrol jumlah energi yang disampaikan kepada sampel[22]. Sampel yang diujikan pada pengujian FTIR ini adalah ekstrak bulu ayam dengan larutan petroleum eter metode soxletasi dan maserasi dengan variasi suhu dan waktu. Berikut hasil uji FTIR dari masing masing variabel terlihat pada seperti gambar dibawah ini :



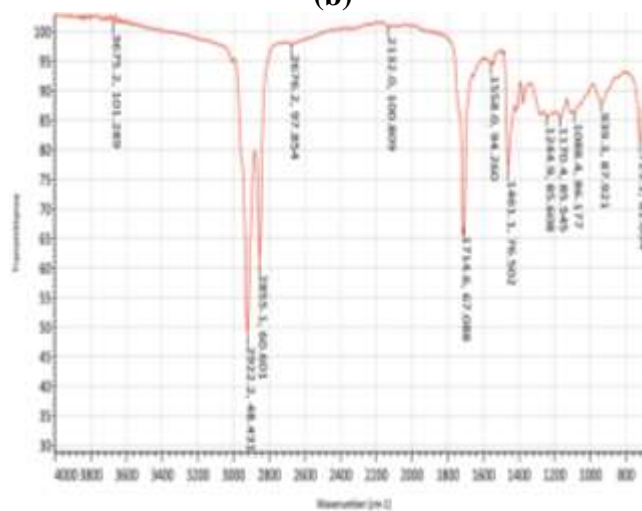
(a)



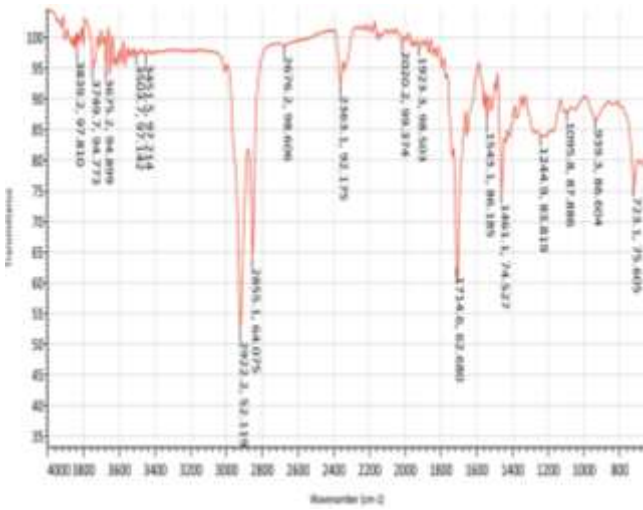
(b)



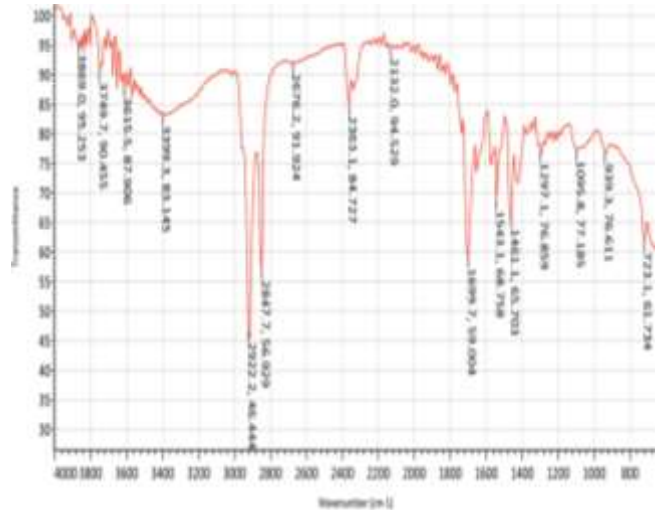
(c)



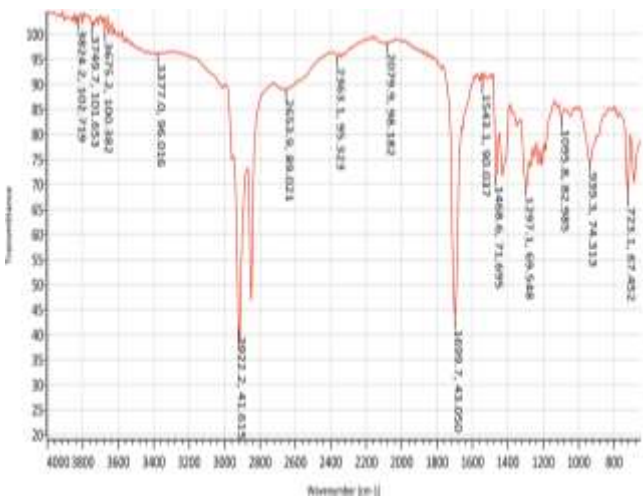
(d)



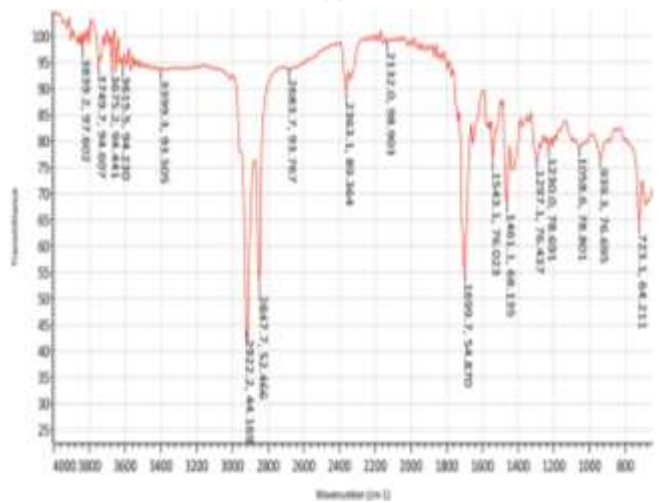
(e)



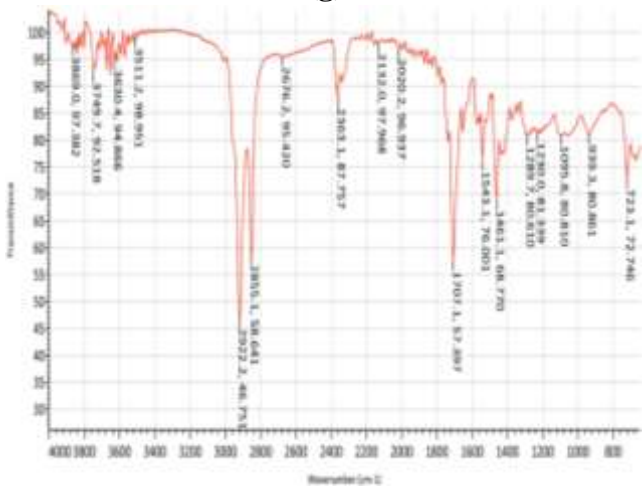
(f)



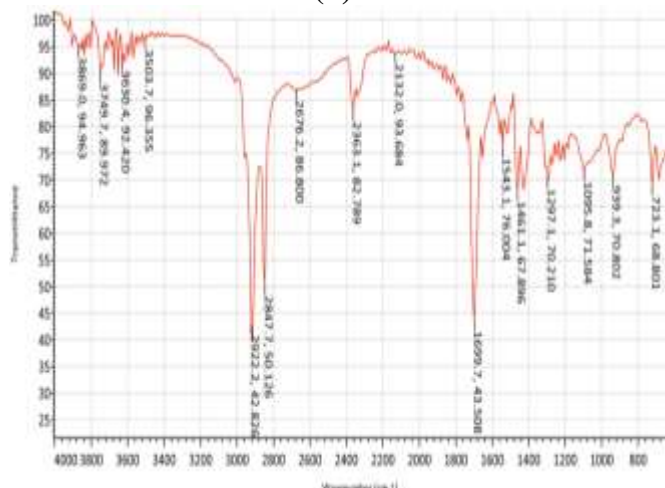
(g)



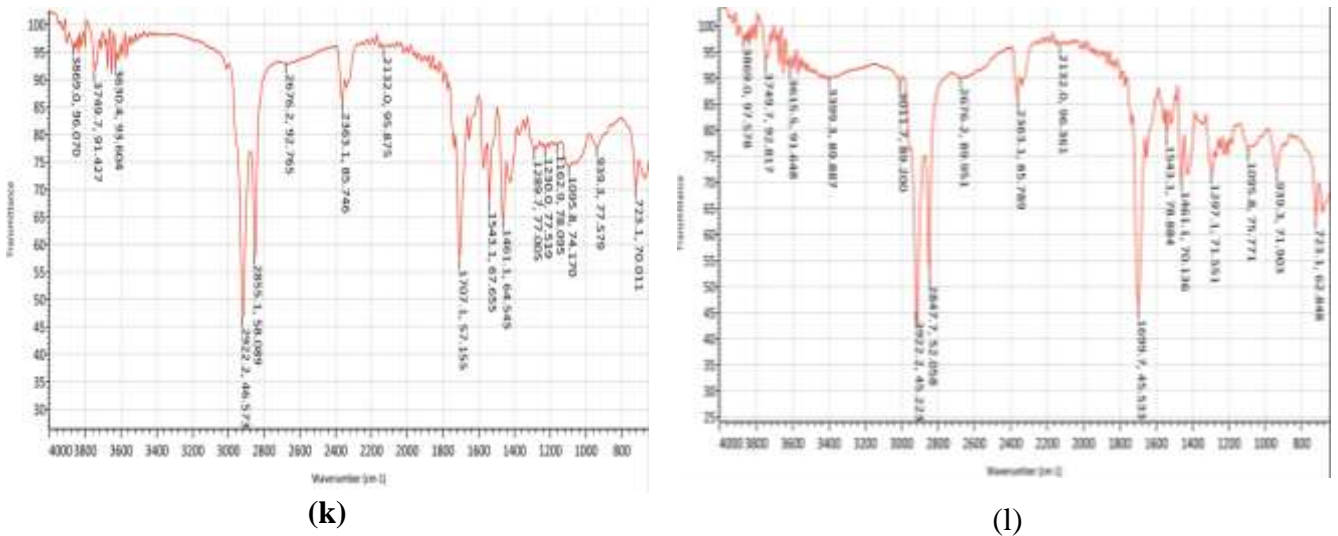
(h)



(i)

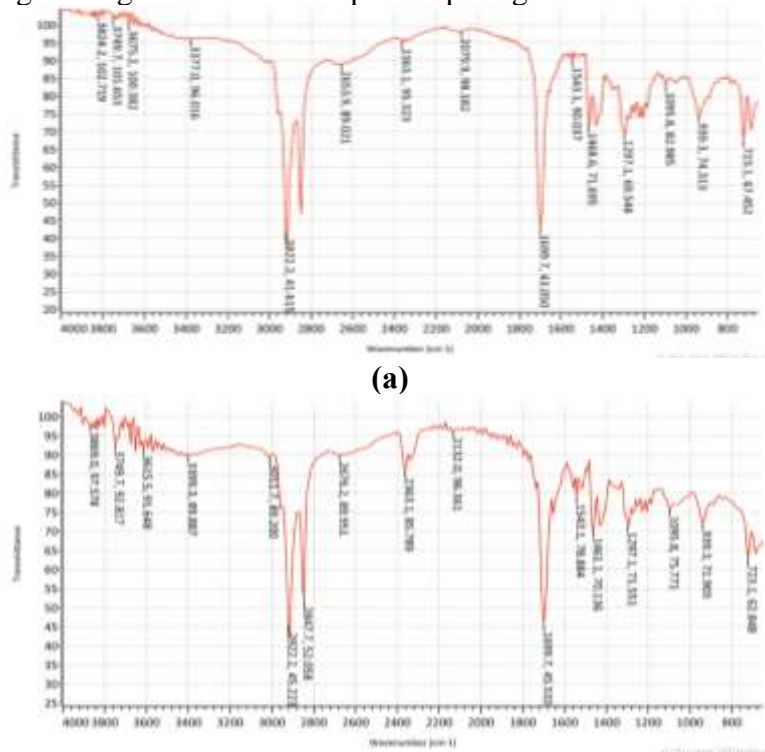


(j)



Gambar 3. Hasil Analisa FTIR Ekstraksi Keratin Metode Soxhlet dan maserasi (a) Suhu 40c selama 4 jam (b) Suhu 40c selama 6 jam (c) Suhu 40c selama 8 jam (d) Suhu 50c selama 4 jam (e) Suhu 50c selama 6 jam (f) Suhu 50c selama 8 jam (g) Suhu 60c selama 4 jam (h) Suhu 60c selama 6 jam (i) Suhu 60c selama 8 jam (j) Maserasi 2 hari (k) Maserasi 3 hari (l) Maserasi 4 hari

Hasil pengujian FTIR yang didapatkan dari metode soxhlet dan maserasi dapat diketahui bahwa karakteristik bilangan gelombang ekstrak tunggal dan sediaan tablet. Jika hasil evaluasi FTIR tidak menunjukkan adanya pergeseran pita serapan yang tajam (fluktuasi) pada panjang gelombang ekstrak, maka tidak adanya interaksi gugus fungsi yang dapat mempengaruhi efek terapi ekstrak[23]. Dari **Gambar 3** didapatkan hasil perolehan keratin tertinggi pada metode soxhlet suhu 60C selama 6 jam dan untuk metode maserasi selama 4 hari. Berikut hasil uji FTIR tertinggi dari masing masing variabel terlihat pada seperti gambar dibawah:



(b)

Gambar 4. Hasil Analisa FTIR Ekstraksi Keratin (a) Suhu 60C selama 6 jam (b) variabel maserasi 4 hari

Dari sampel tersebut diperoleh data puncak – puncak panjang gelombang yang akan dianalisis dan dibandingkan antara metode soxhlet dan maserasi. Dari uji rendemen yang sudah dilakukan dapat dilihat bahwa variabel yang memiliki keratin yang baik pada variabel 60°C selama 6 jam dan maserasi 3 hari.

Berdasarkan data **Gambar 4** di atas, hasil pengujian FTIR menunjukkan bahwa ekstrak bulu ayam memiliki berbagai gugus fungsi kimia. Terdapat tujuh gugus fungsi pada variabel suhu 60°C dengan waktu 6 jam, diantaranya gugus fungsi O – H (Fenol, alkohol ikatan hidrogen, monomer alkohol) dengan intensitas berubah-ubah dan terkadang melebar, C = C (Alkena) dengan intensitas berubah-ubah, C = C (Cincin Aromatik) dengan intensitas berubah-ubah, C – H (Alkana) dengan intensitas kuat C – N (Amida, Amina) dengan intensitas kuat, dan C – O (Alkohol, Eter, Asam Karboksilat, Ester).

Berdasarkan data grafik tabel di atas, hasil pengujian FTIR menunjukkan bahwa ekstrak bulu ayam memiliki berbagai gugus fungsi kimia. Terdapat tujuh gugus fungsi pada variabel maserasi 4 hari diantaranya gugus fungsi O – H (Fenol, alkohol ikatan hidrogen, monomer alkohol) dengan intensitas berubah-ubah dan terkadang melebar, C = C (Alkena) dengan intensitas berubah-ubah, C = C (Cincin Aromatik) dengan intensitas berubah-ubah, C – H (Alkana) dengan intensitas kuat C – N (Amida, Amina) dengan intensitas kuat, dan C – O (Alkohol, Eter, Asam Karboksilat, Ester).

Puncak yang ditunjukkan oleh analisa FTIR pada **Gambar 4**. membuktikan adanya gugus fungsi khas dari senyawa keratin yang telah diekstrak dari adanya gugus fungsi amida, polipeptida, O-H, dan C-H[24]. Data spectra FTIR diperoleh pada daerah IR dengan frekuensi 800 cm⁻¹ hingga 4000 cm⁻¹. Dalam **Gambar 3**. terlihat masing-masing sampel memiliki ikatan C = O (Amida I) *stretching* dalam range 1700 – 1600 cm⁻¹[25]. Lalu juga masing-masing sampel memiliki ikatan N-H dan C-H *stretching* dalam range 1580 – 1540 cm⁻¹[26]. Beberapa sampel juga memiliki ikatan gugus fungsi C-O dan N-H, Alkohol dan eter mempunyai ciri absorpsi infra merah karena *stretching* C-O didaerah 1050-1200 cm⁻¹ karena pita-pita ini terjadi di daerah spektrum dimana biasanya terdapat banyak pita lain, maka pita-pita tersebut tidak bermanfaat untuk diagnosis[27]. Akan tetapi *stretching* O-H alkohol, yang terjadi di daerah 3200-3600 cm⁻¹ lebih berguna[28]. Perubahan di wilayah Amida II ($\nu = 1543 \text{ cm}^{-1}$) menunjukkan peningkatan luas pita serta setengah lebarnya sambil mempertahankan ketinggian pita yang sama, adalah tidak diragukan lagi hasil destabilisasi struktur α -helix[29]. Puncak yang sangat luas di daerah antara 3200 dan 3600 cm⁻¹ membuktikan adanya peregangan hidroksil (–OH) [30].

KESIMPULAN

Dari penelitian tersebut didapatkan :

1. Dari metode soxhlet didapatkan persentasi ekstraksi tertinggi sebesar 2,88% dengan suhu 60C selama 6 jam, dengan nilai kandungan nutrisi yang tinggi dan dari metode maserasi didapatkan persentasi ekstraksi tertinggi sebesar 3,8% dengan waktu perendaman selama 4 hari. Hal ini dibuktikan dengan adanya gugus fungsi O – H (Fenol, alkohol ikatan hidrogen, monomer alkohol) dengan intensitas berubah-ubah dan terkadang melebar, C = C (Alkena) dengan intensitas berubah-ubah, C = C (Cincin Aromatik) dengan intensitas berubah-ubah, C – H (Alkana) dengan intensitas kuat C – N (Amida, Amina) dengan intensitas kuat, dan C – O (Alkohol, Eter, Asam Karboksilat, Ester)
2. Berdasarkan analisa yang telah diujikan, dibuktikan bahwa adanya keratin dan nilai nutrisi keratin dari hasil analisa FTIR menunjukkan metode ekstraksi soxhlet lebih unggul dari pada maserasi

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu baik langsung maupun tidak langsung sehingga penelitian dan makalah ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] O. M. Oluba, E. Osayame, And A. O. Shoyombo, “Production And Characterization Of Keratin-Starch Bio-Composite Film From Chicken Feather Waste And Turmeric Starch,” *Biocatal. Agric. Biotechnol.*, Vol. 33, No. December 2020, P. 101996, May 2021, Doi: 10.1016/J.Bcab.2021.101996.
- [2] A. Alfian, D. Wahyuningtyas, And P. D. Sukmawati, “Pembuatan Edible Film Dari Pati Kulit Singkong Menggunakan Plasticizer Sorbitol Dengan Asam Sitrat Sebagai Crosslinking Agent,” *J. Inov. Proses*, Vol. 5, No. 2, Pp. 46–56, 2020.
- [3] C. Winarti, Miskiyah, And Widaningrum, “Teknologi Produksi Dan Aplikasi Pengemas Edible Antimikroba Berbasis Pati,” Vol. 31, No. 3, 2012.
- [4] A. Purwanti, “Analisis Kuat Tarik Dan Elongasi Plastik Kitosan Terplastisasi Sorbitol,” *J. Teknol.*, Vol. 3, No. 2, Pp. 99–106, 2010.
- [5] Y. Adiningsih, F. Fauziati, And A. Priatni, “Karakteristik Edible Film Berbasis Karagenan Dan Stearin Sawit Sebagai Kemasan Pangan,” *J. Ris. Teknol. Ind.*, Vol. 12, No. 2, Pp. 99–106, 2018, Doi: 10.26578/Jrti.V12i2.3849.
- [6] Mukhtarini, “Mukhtarini, ‘Ekstraksi, Pemisahan Senyawa, Dan Identifikasi Senyawa Aktif,’ *J. Kesehat.*, Vol. Vii, No. 2, P. 361, 2014,” *J. Kesehat.*, Vol. Vii, No. 2, P. 361, 2014, [Online]. Available: <https://doi.org/10.1007/S11293-018-9601-Y>.
- [7] F. H. Saleh, A. Y. Nugroho, And M. R. Juliantama, “Pembuatan Edible Film Dari Pati Singkong Sebagai Pengemas Makanan,” *Teknoin*, Vol. 23, No. 1, Pp. 43–48, 2017, Doi: 10.20885/Teknoin.Vol23.Iss1.Art5.
- [8] Rahmawati Et Al., “Produksi Hidrolisat Keratin Dari Bulu Domba Limbah Industri Penyamakan Kulit Menggunakan Kombinasi Basa Dan Enzim,” *Iptek J. Proc. Ser.*, Vol. 0, No. 4, Pp. 32–35, 2019.
- [9] F. Firdayani And T. Winarni Agustini, “Ekstraksi Senyawa Bioaktif Sebagai Antioksidan Alami Spirulina Platensis Segar Dengan Pelarut Yang Berbeda,” *J. Pengolah. Has. Perikan. Indones.*, Vol. 18, No. 1, Pp. 28–37, 2015, Doi: 10.17844/Jphpi.2015.18.1.28.
- [10] K. Estancia, Isroli, And Nurwantoro, “Pengaruh Pemberian Ekstrak Kunyit (*Curcuma Domestica*) Terhadap Kadar Air, Protein Dan Lemak Daging Ayam Broiler,” *Anim. Agric. J.*, Vol. 1, No. 2, Pp. 31–39, 2012, [Online]. Available: <http://ejournal-S1.Undip.Ac.Id/Index.Php/Aaj%0apengaruh>.
- [11] N. Hidayat, I. A. Dewi, And D. A. Hardani, “Ekstraksi Minyak Melati (*Jasminum Sambac*) (Kajian Jenis Pelarut Dan Lama Ekstraksi) Extraction Of Jasmine (*Jasminum Sambac*) Oils (Study Of Solvent Type And Extraction Time),” *Industria*, Vol. 4, No. 2, P. 7, 2015.
- [12] N. R. Engineering, I. Materials, And L. T. Razak, “Study Of Different Treatment Methods,” Vol. 18, No. 2, Pp. 47–55, 2017.
- [13] N. Busby, “Divisions Of Labour: Maternity Protection In Europe,” *J. Soc. Welf. Fam. Law*, Vol. 22, No. 3, Pp. 277–294, 2000, Doi: 10.1080/01418030050130185.
- [14] E. U. Ikhuria, M. Maliki, F. E. Okieimen, A. I. Aigbodion, E. O. Obaze, And I. O. Bakare, “Synthesis And Characterisation Of Chlorinated Rubber Seed Oil Alkyd Resins,” *Prog. Org. Coatings*, Vol. 59, No. 2, Pp. 134–137, 2007, Doi: 10.1016/J.Porgcoat.2007.02.001.
- [15] R. W. Fajrina, R. Agustina, And Ratna, “Pemanfaatan Pektin Kulit Pisang Kepok Untuk Pembuatan Edible Film Dengan Penambahan Cmc Dan Plasticizer Sorbitol (Utilization Of Kepok Banana Peel Pectin For The Manufacture Of Edible Films With The Addition Of Cmc And Sorbitol Plasticizer),” *J. Ilm. Mhs. Pertan.*, Vol. 7, Pp. 452–463, 2022.
- [16] D. L. Y. Handoyo, “Pengaruh Lama Waktu Maserasi (Perendaman) Terhadap Kekentalan Ekstrak Daun Sirih (*Piper Betle*),” *J. Farm. Tinctura*, Vol. 2, No. 1, Pp. 34–41, 2020.
- [17] E. Suryanto And F. Wehantouw, “Aktivitas Penangkap Radikal Bebas Dari Ekstrak Fenolik Daun Sukun (*Artocarpus Altilis F.*),” *Chem. Prog.*, Vol. 2, No. 1, Pp. 1–7, 2019.
- [18] N. C. Suryani, D. G. M. Permana, And A. A. G. N. A. Jambe, “Pengaruh Jenis Pelarut

- Terhadap Kandungan Total Flavonoid Dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Matoa (Pometia Pinnata),” Vol. 5, No. September, Pp. 188–194, 2018.
- [19] F. U. Sineke, E. Suryanto, And S. Sudewi, “Penentuan Kandungan Fenolik Dan Sun Protection Factor (Spf) Dari Ekstrak Etanol Dari Beberapa Tongkol Jagung (Zea Mays L.),” *Pharmacon*, Vol. 5, No. 1, Pp. 279–280, 2016.
- [20] R. Pambayun, M. Gardjito, S. Sudarmadji, And K. R. Kuswanto, “Kandungan Fenol Dan Sifat Antibakteri Dari Berbagai Jenis Ekstrak Produk Gambir (Uncaria Gambir Roxb) Phenolic Content And Antibacterial Properties Of Various Extracts Of Gambir (Uncaria Gambir Roxb),” *Maj. Farm. Indones.*, Vol. 18, No. 3, Pp. 141–146, 2007.
- [21] H. Widodo, E. Kustiyah, N. W. Sari, And M. Prastia, “Ekstraksi Pektin Dari Kulit Pisang Dengan Sokletasi [Extraction Of Pectin From Banana Peel By Soxhletation],” *J. Siliwangi*, Vol. 5, No. 1, Pp. 28–31, 2019.
- [22] N. Wulan Sari, M. Y. Fajri, And Anjas W., “Analisis Fitokimia Dan Gugus Fungsi Dari Ekstrak Etanol Pisang Goroho Merah (Musa Acuminata (L)),” *Ijobb*, Vol. 2, No. 1, P. 30, 2018.
- [23] Nurfitriyana, N. A. Fithri, Fitria, And R. Yannuarti, “Analisis Interaksi Kimia Fourier Transform Infrared (Ftir) Tablet Gastroentif Ekstrak Daun Petai (Parkia Speciosa Hassk) Dengan Polimer Hpmc-K4m Dan Kitosan,” *Ista Online Technol. J.*, Vol. 03, No. 02, Pp. 27–33, 2022.
- [24] R. Mohammadisaghand, S. Zohoori, A. Shahbeighissanabadi, F. Mohammadisaghand, F. Mousavi, And V. Shorabi, “Fabrication Of Cork Fiber With Nano Strontium Titanate By Twin Screw Extruder,” *J. Nat. Fibers*, Vol. 20, No. 1, 2023, Doi: 10.1080/15440478.2022.2152150.
- [25] S. Sharma, A. Gupta, A. Kumar, C. G. Kee, H. Kamyab, And S. M. Saufi, “An Efficient Conversion Of Waste Feather Keratin Into Ecofriendly Bioplastic Film,” *Clean Technol. Environ. Policy*, Vol. 20, No. 10, Pp. 2157–2167, 2018, Doi: 10.1007/S10098-018-1498-2.
- [26] N. Eslahi, F. Dadashian, And N. H. Nejad, “An Investigation On Keratin Extraction From Wool And Feather Waste By Enzymatic Hydrolysis,” *Prep. Biochem. Biotechnol.*, Vol. 43, No. 7, Pp. 624–648, 2013, Doi: 10.1080/10826068.2013.763826.
- [27] A. Gupta, N. B. Kamarudin, C. Y. G. K. Yunus, And R. Bin Mohd, “Extraction Of Keratin Protein From Chicken Feather,” *J. Tek. Kim.*, Vol. 21, No. Kolisch 1996, Pp. 49–56, 2012.
- [28] M. Yıldırım-Yalçın, H. Sadıkoğlu, And M. Şeker, “Characterization Of Edible Film Based On Grape Juice And Cross-Linked Maize Starch And Its Effects On The Storage Quality Of Chicken Breast Fillets,” *Lwt*, Vol. 142, No. January, 2021, Doi: 10.1016/J.Lwt.2021.111012.
- [29] Wojciechowska, E., Rom, M., Włochowicz, A., Wysocki, M., & Weselucha-Birczyńska, A. (2004). The use of Fourier transform-infrared (FTIR) and Raman spectroscopy (FTR) for the investigation of structural changes in wool fibre keratin after enzymatic treatment. *Journal of Molecular Structure*, 704(1-3), 315–321. doi:10.1016/j.molstruc.2004.03.044 10.1016/j.molstruc.2004.03.044
- [30] Hammouche, H., Achour, H., Makhlof, S., Chaouchi, A., & Laghrouche, M. (2021). A comparative study of capacitive humidity sensor based on keratin film, keratin/graphene oxide, and keratin/carbon fibers. *Sensors and Actuators A: Physical*, 329, 112805. doi:10.1016/j.sna.2021.112805