

KARAKTERISASI KALSIUM KARBONAT DARI CANGKANG TELUR BEBEK ALABIO DENGAN ANALISIS FT-IR DAN SEM SEBAGAI PENDEKATAN ASPEK MORFOLOGI

Fitriani^{1*}, Muhammad Fauzi², Hasniah³

Program Studi Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al-Banjari, Banjarmasin, Indonesia^{1,2,3}

*Corresponding Author : fitrianimb123@gmail.com

ABSTRAK

Cangkang telur bebek merupakan limbah rumah tangga yang banyak terdapat dilingkungan masyarakat yang mana konsumsi telur di Indonesia akan terus berlimpah selama telur diproduksi di bidang peternakan. Seiring dengan semakin meningkatnya konsumsi telur oleh masyarakat maka limbah dari telur berupa cangkang telur tentunya juga akan semakin meningkat. Cangkang telur merupakan limbah dapur yang berpotensi untuk dimanfaatkan. Potensi limbah cangkang telur di Indonesia cukup besar. Cangkang telur mengandung 96% kalsium karbonat yang dapat memenuhi 50% kebutuhan kalsium sehari-hari dalam bentuk kalsium karbonat. Penelitian ini bertujuan untuk mengkarakterisasi kalsium karbonat yang terdapat dari cangkang telur bebek Alabio menggunakan dua teknik analisis utama: *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FT-IR) dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM). FT-IR digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsi dan ikatan kimia yang ada dalam kolagen, sementara SEM diterapkan untuk mengamati struktur morfologi dan permukaan dari sampel kolagen. Hasil FT-IR menunjukkan adanya pita serapan yang khas untuk kalsium karbonat. Analisis SEM mengungkapkan struktur fibril dan morfologi khas dari kalsium karbonat yang disampling. Selain itu, hasil uji pendekatan pH menunjukkan bahwa perbandingan antara cangkang telur dan kolagen murni menghasilkan pH 1, yang mengindikasikan sifat asam dari kolagen yang diekstraksi.

Kata kunci : cangkang telur bebek alabio, *fourier transform infrared spectroscopy* (FT-IR), karakterisasi kalsium karbonat, *scanning electron microscopy* (SEM)

ABSTRACT

Duck egg shells are household waste that is widely found in the community and egg consumption in Indonesia will continue to be abundant as long as eggs are produced in the livestock sector. As the consumption of eggs by the public increases, waste from eggs in the form of egg shells will of course also increase. Egg shells are kitchen waste that have the potential to be utilized. The potential for egg shell waste in Indonesia is quite large. Egg shells contain 96% calcium carbonate which can meet 50% of daily calcium needs in the form of calcium carbonate. This research aims to characterize the calcium carbonate contained in Alabio duck eggshells using two main analysis techniques: Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR) and Scanning Electron Microscopy (SEM). FT-IR was used to identify functional groups and chemical bonds present in collagen, while SEM was applied to observe the morphology and surface structure of collagen samples. FT-IR results show the presence of a typical absorption band for calcium carbonate. SEM analysis revealed the fibril structure and typical morphology of the sampled calcium carbonate. In addition, the results of the pH approach test show that the comparison between eggshell and pure collagen produces a pH of 1, which indicates the acidic nature of the extracted collagen.

Keywords : alabio duck eggshells, *fourier transform infrared spectroscopy* (FT-IR), characterization of calcium carbonate, *scanning electron microscopy* (SEM)

PENDAHULUAN

Limbah pangan berdampak buruk pada lingkungan dan kesehatan manusia. Penelitian menunjukkan bahwa pembusukan limbah pangan di tempat pembuangan sampah menghasilkan gas rumah kaca seperti metana, yang sangat berkontribusi terhadap perubahan iklim. Selain itu,

gas-gas berbahaya lainnya seperti CO₂, H₂S, CH₄, N₂O, yang dihasilkan dari limbah makanan seperti cangkang telur dapat menyebabkan masalah kesehatan, termasuk gangguan pernapasan dan iritasi hidung (Nordahl *et al*, 2022). Konsumsi telur di Indonesia akan terus berlimpah selama telur diproduksi di bidang peternakan. Seiring dengan semakin meningkatnya konsumsi telur oleh masyarakat maka limbah dari telur berupa cangkang telur tentunya juga akan semakin meningkat. Cangkang telur merupakan limbah dapur yang berpotensi untuk dimanfaatkan. Potensi limbah cangkang telur di Indonesia cukup besar (Rahmawati dan Nisa, 2014).

Cangkang telur memiliki komposisi utama CaCO₃ yang bisa menyebabkan polusi karena aktivitas mikroba di lingkungan (Rahmawati dan Nisa, 2015). Cangkang telur mewakili 11% dari total bobot telur dan tersusun oleh kalsium karbonat (94%), kalsium fosfat (1%), material organik (4%). Dan magnesium karbonat (1%) (Ikhwan *et al*, 2017). Pada jangka waktu satu tahun, Indonesia dapat menghasilkan 33.000 hingga 39.000 ton limbah cangkang telur bebek. Jumlah limbah cangkang telur bebek yang besar memiliki potensi untuk diolah menjadi sesuatu yang bernilai ekonomis dan menciptakan nilai baru dengan memanfaatkan membrannya untuk produksi kolagen (Savira Ayusandra Putri, 2020). Spektroskopi inframerah transformasi Fourier, atau FTIR (*Fourier Transform Infra Red*), adalah suatu metode analisis yang penting dalam dunia ilmu kimia dan biologi molekuler. Alatnya disebut dengan FTIR spectrometer. Metode FTIR memanfaatkan radiasi inframerah untuk mengidentifikasi dan menganalisis komponen molekuler dalam sampel. Dengan keunggulan teknologi Fourier Transform, FTIR memberikan hasil yang lebih cepat dan akurat dibandingkan dengan metode konvensional. FTIR berfokus pada analisis interaksi antara materi dan radiasi inframerah. Molekul dalam sampel akan menyerap energi inframerah pada frekuensi tertentu, menyebabkan perubahan vibrasi dan rotasi molekuler. Informasi ini direkam dan dianalisis untuk menghasilkan spektrum inframerah yang mencerminkan struktur kimia sampel (Ahmed Fadelmoula, 2022).

Analisis FT-IR (*Fourier Transform Infrared*) digunakan untuk mengidentifikasi ikatan kimia dalam suatu senyawa dalam konteks karakterisasi kalsium karbonat maupun kolagen dari limbah cangkang telur bebek (Yu-Hong Zhao dan Yu-Jie Chi, 2009). FT-IR merupakan salah satu instrumen yang menggunakan prinsip spektroskopi. Spektroskopi adalah spektroskopi inframerah yang dilengkapi dengan transformasi fourier untuk deteksi dan analisis hasil spektrumnya (Clusters *et al*, 2015). Spektroskopi inframerah berguna untuk identifikasi senyawa organik karena spektrumnya yang sangat kompleks yang terdiri dari banyak puncak-puncak (Graham *et al*, 2018). Pemanfaatan cangkang telur bebek ternak dapat memperkecil jumlah polusi limbah pangan dimasyarakat karena masyarakat belum banyak memanfaatkan cangkang telur bebek ternak secara optimal karena cangkang telur bebek ternak mempunyai karakteristik fisik yang keras, kasar, aromanya amis dan warnanya tidak menarik (Diode Yonata, 2017).

SEM (*Scanning Electron Microscope*) merupakan metode yang secara luas digunakan untuk pengamatan morfologi permukaan, struktur, dan pemetaan kandungan berbagai jenis sampel mulai dari bahan alam, organik, anorganik, polimer, logam hingga sampel biologi. Metode pengamatan ini menggunakan berkas elektron pancaran energi tinggi untuk memindai objek sehingga menghasilkan citra dan komposisi sampel. Berkas elektron yang digunakan sebagai sumber memiliki panjang gelombang puluhan ribu kali lebih pendek dari panjang gelombang cahaya tampak sehingga citra yang dihasilkan metode ini memiliki resolusi dan detail gambar yang lebih baik daripada mikroskop optik (Masta, 2020). SEM memiliki resolusi yang lebih tinggi daripada mikroskop optik. Hal ini disebabkan oleh panjang gelombang de Broglie yang dimiliki elektron lebih pendek daripada gelombang optik, makin kecil panjang gelombang yang digunakan maka makin tinggi resolusi mikroskop (Abdullah, 2009). Berdasarkan latar belakang diatas, penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah cangkang telur bebek sehingga didapatkan judul “Karakterisasi Kalsium Karbonat Dari

Cangkang Telur Bebek Dengan Analisis FT-IR dan SEM Sebagai Pendekatan Dalam Aspek Morfologi”

METODE

Penelitian ini dilaksanakan mulai pada bulan Desember 2023 sampai dengan bulan Juni 2024 yang dimulai dari tahap persiapan sampai seminar akhir. Dalam penelitian ini objek yang digunakan yaitu cangkang telur bebek jenis alabio. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah tepung cangkang telur bebek yang akan di analisis menggunakan instrumen FT-IR dan SEM. Teknik sampling yang digunakan dalam penelitian ini adalah simple random sampling (acak sederhana). Jenis data yang digunakan bersifat kuantitatif untuk mengetahui ikatan dalam suatu senyawa kolagen dan morfologinya dalam cangkang telur bebek. Metode pengumpulan data menggunakan eksperimen laboratorium. Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu oven, ayakan nomor 60 mesh, mortir, stamper, batang pengaduk, beaker glass, gelas ukur, tabung reaksi, pipet tetes, pH meter, kertas saring, labu takar, erlenmeyer, pipet volume, pipet tetes, tabung reaksi, klem, statif, buret asam. Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah tepung cangkang telur bebek alabio, aquades, H_2SO_4 2N, NaOH.

HASIL

Sampling Cangkang Telur

Pada penelitian ini, dilakukan sampling cangkang telur bebek alabio di daerah Kota Banjarmasin tepatnya di kelurahan tatah makmur kecamatan aluh – aluh dari peternakan bebek alabio, sampel dijadikan serbuk agar mudah dilakukan penelitian.

Uji Pendahuluan Sampel Cangkang Telur Bebek Alabio

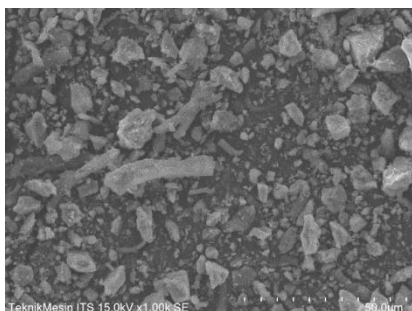
Hasil uji pendahuluan sampel cangkang telur bebek alabio adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Uji Pendahuluan

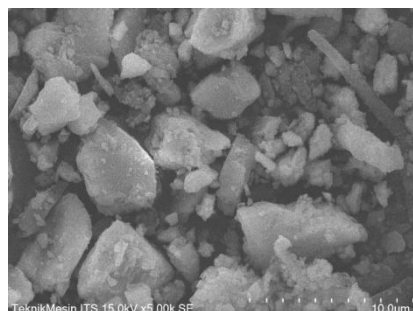
Larutan (ml)	pH Sampel Glisin	Larutan (ml)	pH Cangkang Telur
0 ml	6	0 ml	6
1 ml	3	1 ml	3
2 ml	2	2 ml	3
3 ml	1	3 ml	1

Analisis Menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dan Mikroskop Binokuler

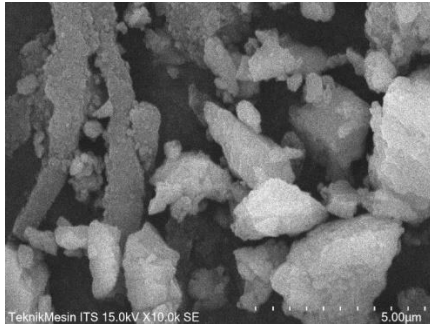
Analisis *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dilakukan di laboratorium Teknik Mesin Institut Teknologi Surabaya. Hasil analisis sampel menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) adalah sebagai berikut :



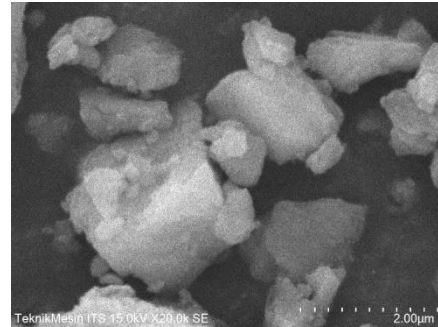
Gambar 1. Perbesaran 1000x



Gambar 2. Perbesaran 5000x

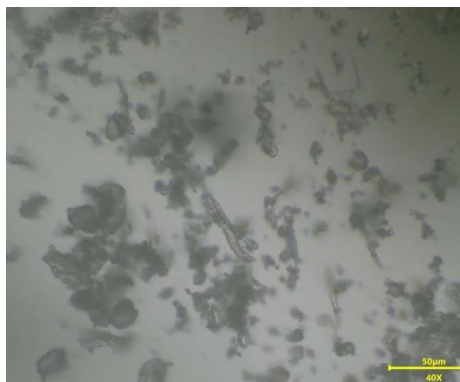


Gambar 3. Perbesaran 10.000x

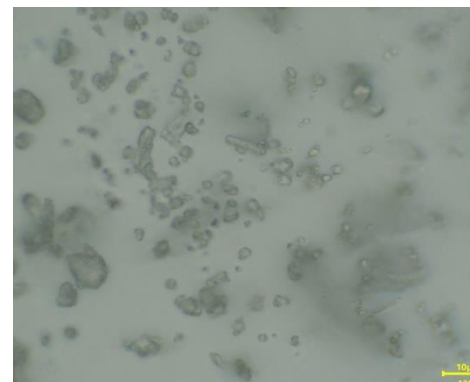


Gambar 4. Perbesaran 20.000x

Analisis dengan mikroskop binokuler dilakukan di laboratorium terpadu Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru. Hasil analisis sampel menggunakan mikroskop binokuler adalah sebagai berikut :



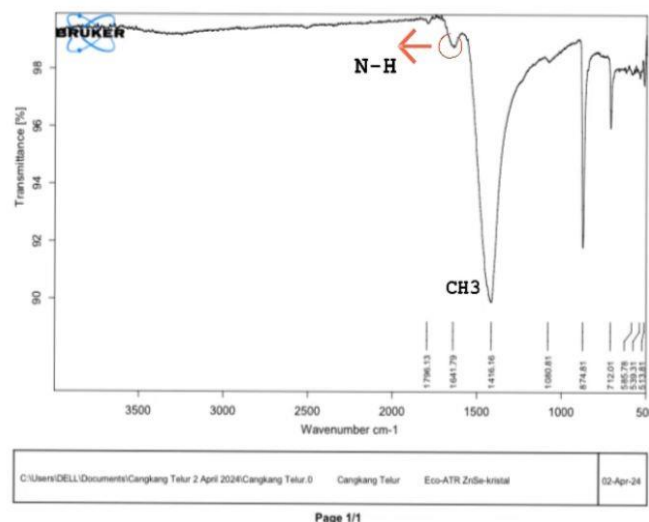
Gambar 5. Perbesaran 400x



Gambar 6. Perbesaran 1000x

Analisis Menggunakan *Fourier Transform Infra Red* (FT-IR)

Analisis dengan menggunakan Spektroskopi FT-IR (*Fourier Transform Infra Red*) dilakukan di laboratorium terpadu Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru. Hasil analisis sampel menggunakan Spektroskopi FT-IR (*Fourier Transform Infra Red*) adalah sebagai berikut :



Gambar 7. Spektra FT-IR Canggang Telur Bebek Alabio

Hasil serapan pada gelombang FT-IR menunjukkan adanya senyawa – senyawa berikut:

Tabel 2. Data Serapan Gelombang FTIR

Ikatan	Tipe Senyawa	Daerah Frekuensi	Intensitas
N – H	Amida	1641.79	Lemah
C – H	Alkana	1416.16	Kuat
C – H	Alkena	874.81	Kuat
C – H	Cincin Aromatik	712.01	Kuat

PEMBAHASAN

Sampling Cangkang Telur

Sampel cangkang telur dibawa ke laboratorium kemudian dibersihkan lalu dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 50⁰ C, setelah kering kemudian dihaluskan lalu disimpan di tempat kering dan terlindung dari sinar matahari untuk menghindari dari cemaran lingkungan. Sampel serbuk cangkang telur bebek alabio dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Serbuk Cangkang Telur Bebek Alabio

Uji Pendahuluan Sampel Cangkang Telur Bebek Alabio

Uji pendahuluan sampel cangkang telur bebek alabio, sebelum dilakukan analisis *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dan Spektroskopi FT-IR (*Fourier Transform Infra Red*) sampel di analisis terlebih dahulu sebagai acuan dan nilai pembanding. Prosedur uji pendahuluan dilakukan dengan mengukur pH dengan titrasi asam basa terhadap 2 sampel yang berbeda yaitu sampel cangkang telur bebek alabio dengan serbuk kolagen murni yang berasal dari kolagen sapi. Hasil analisis pH dengan titrasi asam basa terhadap sampel cangkang telur bebek alabio dan kolagen murni ditunjukkan dalam tabel 1.

Analisis Menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dan Mikroskop Binokuler

Serbuk cangkang telur bebek, ketika diamati di bawah mikroskop dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) akan menunjukkan berbagai struktur berdasarkan komposisinya. Cangkang telur terdiri terutama dari kalsium karbonat (CaCO₃) dalam bentuk kristal kalsit, serta protein dan matriks organik. Hasil pengamatan mikroskopi serbuk cangkang telur bebek dengan perbesaran 400x dan 1000x pada mikroskop serta perbesaran 1000x, 5000x, 10.000x dan 20.000x, terutama jika hasilnya menunjukkan struktur yang bulat dan renggang. Pada perbesaran 400x, struktur mikroskopis dari serbuk cangkang telur bebek akan terlihat cukup jelas untuk mengidentifikasi komponen utama. Beberapa observasi yang mungkin termasuk partikel Kalsium Karbonat dengan bentuk yang bulat atau agak tidak teratur, ukuran relatif kecil tetapi dapat dibedakan sebagai butiran individual, penyusunan renggang, dengan partikel tersebar secara acak. Selain itu pada *Scanning Electron Microscopy* (SEM) saat perbesaraan 1000x, 5000x, 10.000x, dan 20.000x matriks organik mungkin terlihat sebagai jaringan atau

serat tipis di antara butiran kalsium karbonat dan penyusunannya jelas pada perbesaran ini tetapi bisa memberikan latar belakang yang lebih halus. Pada analisis *Scanning Electron Microscopy* (SEM) kalsium karbonat akan terlihat sebagai bongkahan – bongkahan batu besar yang bulat atau agak tidak teratur, dengan jarak yang cukup renggang di antara mereka. Matriks organik mungkin terlihat sebagai latar belakang halus atau struktur jaringan tipis.

Pada perbesaran *Scanning Electron Microscopy* (SEM), detail yang lebih halus dari struktur serbuk cangkang telur akan terlihat lebih jelas partikel bulat atau agak tidak teratur, dengan tepi yang lebih jelas, ukuran lebih jelas, memungkinkan pengukuran lebih tepat dari partikel individu dengan penyusunan yang renggang serta lebih detail pada jarak antara partikel. Matriks organik Struktur jaringan atau serat yang lebih jelas, penyusunan lebih jelas terlihat di antara butiran kalsium karbonat, menunjukkan pola penyebaran yang lebih detil. Pada analisis ini butiran kandungan cangkang telur akan terlihat dengan detail yang lebih tinggi, menunjukkan permukaan dan tekstur yang lebih jelas. Matriks organik akan terlihat lebih jelas, memungkinkan identifikasi struktur serat atau jaringan di antara butiran.

Analisis Menggunakan *Fourier Transform Infra Red* (FT-IR)

Analisis serbuk cangkang telur bebek menggunakan Spektroskopi FT-IR (*Fourier Transform Infra Red*) bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik gugus fungsi dari sampel. Hal itu bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat kalsium karbonat pada cangkang telur bebek alabio. Hasil karakterisasi kalsium karbonat dari cangkang telur bebek alabio dapat dilihat pada gambar 7.

Pita serapan pada bilangan gelombang $1641,79\text{ cm}^{-1}$ dalam spektrum FTIR menunjukkan adanya ikatan gugus N-H pada senyawa amida. Amida adalah senyawa yang memiliki gugus fungsional NH_2 yang terikat pada atom nitrogen (N) yang juga terikat dengan gugus karbonil (C=O). Struktur ini umumnya ditemukan pada molekul yang mengandung ikatan peptida, seperti protein atau polipeptida dalam sampel cangkang telur bebek. Lebih khusus lagi, dalam rentang bilangan gelombang $1600\text{-}1690\text{ cm}^{-1}$ terdapat fenomena yang dikenal sebagai "amida I". Amida I merupakan pita serapan khas pada spektrum FTIR yang terjadi karena vibrasi dari ikatan C=O stretching pada gugus amida. Pita serapan ini biasanya terjadi pada kisaran bilangan gelombang $1650\text{-}1690\text{ cm}^{-1}$, dan letak puncaknya dapat memberikan informasi tambahan tentang struktur molekulnya. Dalam konteks cangkang telur bebek, pita serapan pada bilangan gelombang $1641,79\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya ikatan gugus N-H pada senyawa amida yang dapat berasal dari protein atau komponen organik lainnya dalam cangkang telur tersebut. Hal ini dapat digunakan sebagai indikator keberadaan senyawa amida dalam sampel, yang dalam konteks ini dapat berasal dari komponen organik dalam cangkang telur bebek, termasuk protein yang merupakan salah satu komponen utamanya.

Puncak pada bilangan gelombang $1416,16\text{ cm}^{-1}$ dalam spektrum FTIR merupakan getaran ikatan CH_3 atau CH_2 yang terkonjugasi pada molekul organik. Puncak ini tidak secara langsung menunjukkan keberadaan kalsium karbonat (CaCO_3) dalam sampel. Puncak pada bilangan gelombang $1416,16\text{ cm}^{-1}$ lebih dikaitkan dengan struktur organik daripada senyawa anorganik seperti kalsium karbonat. Jika molekul organik dalam sampel mengandung gugus metil (CH_3), puncak pada bilangan gelombang ini dapat menunjukkan keberadaan ikatan CH_3 yang terkonjugasi. Puncak pada bilangan gelombang $874,81\text{ cm}^{-1}$ dapat membantu dalam identifikasi gugus metil (CH_3) atau metilen (CH_2) yang tidak terkonjugasi dalam molekul organik dalam sampel tertentu. Misalnya, jika molekul organik dalam sampel mengandung gugus metil (CH_3) yang tidak terkonjugasi dengan gugus lainnya, puncak pada bilangan gelombang ini dapat menunjukkan keberadaan ikatan CH_3 yang tidak terkonjugasi. Jika molekul organik dalam sampel mengandung gugus metilen (CH_2) yang tidak terkonjugasi dengan gugus lainnya, puncak pada bilangan gelombang ini dapat menunjukkan keberadaan ikatan CH_2 yang tidak terkonjugasi. Berdasarkan penelitian (Hemmalakshmi, et al., 2017) dengan menggunakan

FTIR dalam transformasi fourier analisis dari *Erythrins variegata* L. Pada ekstrak etanol *Erythrina variegata* L. daun, puncak terlihat pada 3348,42 dan 1643 cm^{-1} yang ditunjukkan terhadap getaran regangan ikatan-H dan OH. Puncaknya sekitar 2090.84, 1990.54 dan 1851.66 cm^{-1} yang ditunjukkan pada getaran frekuensi senyawa karbonil. Maka jelas terdapat beberapa senyawa karbonil didalam ekstrak etanol daun. Pada ekstrak etanol *Erythrina variegata* L. bunga terdapat gugus fungsi tak terikat, rangangan OH, gugus karboksilat, asam, ikatan H, regangan CH, regangan asimetris getaran -CH (CH_2), C=N (regangan), rangkap tiga karbon.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut: 1) Sebelum dilakukan analisis SEM dan FT-IR, dilakukan uji pendahuluan dengan titrasi asam basa untuk mengukur pH sampel yang mana dilakukan perbandingan dengan sampel cangkang telur bebek Alabio dan serbuk kolagen sapi sebagai acuan sehingga pH menunjukkan hasil sesuai literatur yaitu pH 1. 2) Sampel cangkang telur bebek diobservasi menggunakan SEM dan mikroskop binokuler untuk melihat morfologi partikel. Pada analisis dengan mikroskop binokuler perbesaran 400x dan 1000x, terlihat struktur bulat dan renggang dan pada analisis SEM perbesaran 1000x, 5000x, 10.000x, 20.000x terlihat struktur yang tidak beraturan terlihat seperti bongkahan batu, kedua analisis menunjukkan kalsium karbonat yang lebih dominan pada cangkang telur bebek alabio. 3) Ditemukan pita serapan pada bilangan gelombang 1641.79 cm^{-1} yang menunjukkan adanya ikatan gugus N-H pada senyawa amida, mengindikasikan kemungkinan keberadaan protein atau komponen organik lainnya dalam sampel. Pita serapan pada bilangan gelombang 1416.16 cm^{-1} dan 874.81 cm^{-1} mengindikasikan adanya ikatan CH_3 atau CH_2 , baik yang terkonjugasi maupun tidak terkonjugasi, dalam molekul organik sampel.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti ucapkan terimakasih sebesar - besarnya kepada Pembimbing I yang telah banyak memberikan ilmu pengetahuan, bimbingan, motivasi, kritik, dan saran, serta banyak meluangkan waktu dalam penelitian saya serta Pembimbing II yang telah banyak membantu memberikan arahan serta dukungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. &. (2009). Review: Karakterisasi Nanomaterial. *Jurnal Nanosains dan Nanoteknologi*.
- Aminah, S. d. (2016). *Calcium content and flour yield of poultry eggshell with acetic acid extraction*. Semarang: Universitas Muhammadiyah.
- Barati, M. J. (2020). Collagen supplementation for skin health: A mechanistic systematic review. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 1-10.
- Custers, D. C. (2014). Headspace-gas chromatographic fingerprints to discriminate and classify counterfeit medicine. *Talanta*, 78-88.
- Gandjar, I. G. (2016). *Kimia farmasi analisis*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Graham, L. J. (2018). Quantitative screening of the pharmaceutical ingredient for rapid identification of substandard and falsified medicine using reflectance infrared spectroscopy. *PLOS One*, 1-17.
- Hewan, D. J. (2019). *Buku statistik peternakan dan kesehatan hewan*. Jakarta.
- Ikhwan, M. S. (2017). Pengaruh penambahan klorida (CaCl_2) dari limbah kulit telur terhadap reaksi pengerasan semen. *Jurnal Teknik Kimia*.
- Indira, C. (2015). Pembuatan indikator asam basa karamunting. *Jurnal Kaunia*.

- Lailiyah, Q. &. (2012). Pengaruh temperatur dan laju aliran gas CO₂ pada sintesis kalsium karbonat presipitat dengan metode bubbling. *Jurnal Sains dan Seni ITS*.
- Liu, D. W. (2015). Effects of alkaline pretreatments and acid extraction conditions on the acid-soluble collagen from grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) skin. *Food Chemistry*, 836–843.
- McMullan, D. (2006). *Scanning electron microscopy. 1928–1965*.
- Priastuti, F. A. (2018). *Penetapan kadar kalsium pada cangkang kulit telur ayam, telur bebek, dan telur puyuh dengan metode spektrofotometri UV-Vis*. Tegal: Politeknik Harapan Bersama.
- Putri, S. W. (2021). Pengaruh faktor pendorong pemilihan produk terhadap keputusan pembelian produk perawatan wajah serta implikasi pada loyalitas konsumen remaja. *Jurnal Bisnis dan Komunikasi*, 62–70.
- RI, B. (2015). *Persyaratan Teknik Bahan Kosmetika*. Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia.
- Rowe, R. S. (2009). *Handbook of pharmaceutical excipients (6th ed.)*. Washington, USA: RPS Publishing.
- Sugiyono. (2016). *Statistika untuk penelitian (27th ed.)*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Sulaiman, A. &. (2011). Karakteristik eksterior, produksi, dan kualitas telur itik Alabio (*Anas platyrhynchos* Borneo) di sentra peternakan itik Kalimantan Selatan. *Bioscientiae*, 46–61.
- Syam, W. M. (2016). *Optimalisasi kalsium karbonat dari cangkang telur untuk produksi pasta komposit*. Makassar: UIN Alauddin.