

KARAKTERISASI GELATIN BERBAHAN BAKU CANGKANG RAJUNGAN DENGAN PENGGUNAAN ASAM FOSFAT (H_3PO_4)

Ahmad Shobib, Ery Fatarina P, Tabita Vinesia Damai Yanti

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Semarang

Jl. Pawiyatan Luhur I, Bendan Duwur, Semarang – Jawa Tengah 50235.

*Email: ahmad-shobib@untagsmg.ac.id

Abstrak

Cangkang rajungan merupakan limbah yang dihasilkan dari industri pengalengan rajungan dan menjadi limbah yang belum tertangani dengan maksimal. Oleh karena itu untuk meningkatkan nilai ekonomisnya, cangkang rajungan dijadikan sebagai bahan baku gelatin. Gelatin adalah derivat protein dari serat kolagen dari serat kolagen pada kulit, tulang, dan tulang rawan. Fungsi gelatin adalah sebagai pengemulsi (emulsifier) dan penstabil (stabilizer) dalam sistem emulsi. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui variabel yang paling berpengaruh dari suhu, waktu, dan perbandingan ossein dan aquadest, mengetahui kondisi optimum dari variabel yang berpengaruh, mengetahui kondisi optimum dari variabel yang berpengaruh, mengetahui karakteristik gelatin yang diperoleh sesuai dengan standar mutu gelatin (SNI), dan mengetahui kemampuan gelatin yang dihasilkan sebagai emulsifier. Penelitian ini menggunakan metode experimental design two level untuk menguji variabel-variabel yang berpengaruh berupa suhu hidrolisis (A) 60°C dan 80°C, waktu hidrolisis (B) 4 jam dan 6 jam, dan perbandingan ossein : aquadest (C) yaitu 1 : 2 dan 1 : 4. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa suhu hidrolisis merupakan variabel yang paling berpengaruh, dengan persentase yield gelatin optimum sebesar 3,05% pada suhu 60°C. Gelatin yang dihasilkan pada suhu 60°C memiliki rendemen gelatin sebesar 1,23%, pH 6, viskositas 0,399 cPs, kadar air 16%, kadar abu 1%, dan berdasarkan FTIR gelatin cangkang rajungan, gugus fungsi yang dapat diidentifikasi adalah OH, C-H alkana, C=C alkena, C=C aromatik, dan C-N.

Kata kunci: gelatin, cangkang rajungan, hidrolisis, eksperimental design

1. PENDAHULUAN

Gelatin banyak digunakan untuk kebutuhan yaitu lebih dari 60% digunakan oleh industri pangan, sekitar 20% digunakan oleh industri fotografi, 10% digunakan oleh industri farmasi, dan 10% lainnya digunakan untuk industri (Ali dan Laela, 2018). Kebutuhan gelatin domestik hampir 100% dipasok oleh importir Cina, Australia, Jepang, Amerika dan beberapa negara Eropa. Indonesia mengimpor gelatin sebanyak 4.808 ton pada tahun 2019 dengan jumlah yang terus meningkat dari tahun ke tahun (Grehenson, 2021).

Indonesia menjadi negara maritim yang memiliki banyak kekayaan sumber daya laut dan perikanan. Kepiting dan rajungan adalah salah satu komoditas hasil laut Indonesia yang cukup bernilai di pasar global dan nilai penjualannya mencatat meningkat signifikan dalam setahun terakhir.

Rajungan dengan berat 100–350 gram, biasanya menghasilkan limbah cangkang rajungan 51–150 gram (Multazam, 2002). Limbah cangkang rajungan menimbulkan pencemaran bau, menularkan berbagai penyakit dan mengganggu kenyamanan masyarakat.

Limbah cangkang rajungan berpotensi dimanfaatkan, karena mengandung protein 30 – 40%, mineral 30 – 50%, dan kitin 20 – 30% (Amalia, 2018). Protein dari cangkang rajungan dapat dijadikan produk gelatin. Gelatin adalah derivat protein dari serat kolagen pada kulit, tulang, dan tulang rawan (Hidayat dkk., 2016).

Dalam pembuatan gelatin memiliki dua proses, yaitu proses asam dan proses basa. Perbedaan dari dua proses tersebut adalah pada proses perendamannya. Proses perendaman asam lebih banyak digunakan untuk menghidrolisis kolagen pada tulang hewan dengan waktu perendaman yang lebih singkat dan biaya yang lebih murah daripada proses perendaman basa yang biasa digunakan untuk menghidrolisis kulit hewan dengan waktu perendaman yang lama. Larutan asam yang biasa digunakan pada proses perendaman adalah larutan anorganik seperti asam klorida, asam sulfat, maupun asam fosfat.

Pembuatan gelatin banyak dilakukan oleh penelitian sebelumnya dari berbagai bahan baku, seperti penelitian Ekstraksi Gelatin dari Tulang Ikan Nila Merah dengan Variasi

Konsentrasi Asam Klorida (Lestari N.D dkk. 2021), Karakteristik Gelatin Tulang Ikan Nila Dengan Hidrolisis Menggunakan Asam Fosfat dan Enzim Papain (Hidayat G dkk. 2016), Hidrolisis Kolagen Sisik Ikan Kakap (Lutjadinase sp) Menjadi Gelatin Sebagai Emulsifier Alternatif (Ali M.P dkk. 2018), Efektivitas Penggunaan Asam Sitrat Dalam Pembuatan Gelatin Tulang Ikan Bandeng (*Chanos-chanos forskal*) (Fatimah D dkk. 2008).

Maka, penelitian pembuatan gelatin ini menggunakan bahan baku yaitu cangkang rajungan dengan perendaman asam fosfat karena belum ada penelitian tentang hal tersebut dan memanfaatkan limbah cangkang rajungan. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengolah cangkang rajungan menjadi gelatin menggunakan asam fosfat untuk mengetahui variabel yang berpengaruh, kondisi optimum dari variabel yang berpengaruh dan karakteristik gelatin yang dihasilkan.

2. METODOLOGI

Rancangan Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan menggunakan metode experimental design untuk mencari faktor yang paling berpengaruh dari variabel-variabel yang ditentukan. Penentuan variabel dilakukan sesuai dengan variabel operasi pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Penetapan Variabel Berubah

No.	Variabel Berubah	Low Level	High Level
1	Suhu hidrolisa	60°C	80°C
2	Waktu hidrolisa	4 jam	8 jam
	Perbandingan berat		
3	ossein : volume aquadest	1 : 2	1 : 4

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkang rajungan yang telah dicuci bersih dari sisa-sisa daging dan lemak yang menempel. Asam fosfat yang diperoleh dari toko bahan kimia di Semarang. Bahan pendukung lainnya seperti aquadest dan NaOH.

Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *beaker glass*, gelas ukur, digital lab stirrer, labu leher tiga, *heater*, kertas saring, statif, desikator, termometer, oven, neraca analitik, cawan petri, cawan porselein,

pendingin balik, pengaduk, *erlenmeyer* dan kertas pH.

Prosedur Penelitian

Tahap degreasing

Cangkang rajungan dibersihkan dengan air mengalir dan masukan cangkang rajungan kedalam air mendidih 100°C dan direndam selama 30 menit sambil diaduk. Kemudian cangkang rajungan ditiriskan dan dikeringkan. Setelah dikeringkan, dihaluskan dengan cara ditumbuk dan diayak dengan ayakan 50 mesh.

Tahap demineralisasi

Timbang serbuk cangkang rajungan yang telah diayak sebanyak 100 gr kemudian direndam dengan larutan asam fosfat 5% sebanyak 700 ml dan didiamkan selama 48 jam sampai terbentuk ossein. Kemudian disaring dengan cara filtrasi dan filtratnya dibuang. Setelah itu dicuci dengan menggunakan NaOH 1 N hingga memperoleh pH 7.

Tahap hidrolisis

Masukkan ossein kedalam labu leher tiga dan ditambahkan aquadest dengan masing – masing perbandingan (1:2) dan (1:4). Kemudian dilakukan dua kali hidrolisis dengan menggunakan waterbath yang pertama pada suhu 60°C selama 4 jam disertai dengan kecepatan pengadukan yang telah ditentukan. Yang kedua pada suhu 80°C selama 6 jam disertai dengan kecepatan pengadukan yang telah ditentukan. Setelah itu disaring dengan kertas saring untuk menyaring filtrat yang dihasilkan.

Tahap pengeringan

Filtrat yang dihasilkan, dituangkan kedalam cawan petri untuk diuapkan ke dalam oven pada suhu 60°C sampai mengering sehingga menghasilkan gelating semipadat. Setelah itu didinginkan kedalam desikator dan dianalisa.

Analisa produk gelatin

Analisa rendemen (Marzuki dkk., 2011)

Rendemen diperoleh dari perbandingan berat gelatin yang dihasilkan dengan berat cangkang rajungan yang telah dicuci. Besarnya rendemen dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 1 berikut:

$$\text{Rendemen gelatin} = \frac{\text{berat gelatin}}{\text{berat cangkang rajungan}} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Analisa pH (Ali dan Laela, 2018)

Untuk menganalisa pH gelatin adalah dengan cara menimbangkan gelatin sebanyak 1 gr dan dilarutkan air sebanyak 10 ml dengan suhu 25°C, setelah itu dihomogenkan dan panaskan hingga suhu 40-50°C. Kemudian diukur dengan menggunakan kertas pH dalam kondisi larutan gelatin cukup stabil dan homogen pada suhu 50°C untuk mendapatkan hasil nilai pH yang tepat.

Analisa viskositas (GMIA, 2019)

Viskositas gelatin diukur viskositasnya dengan alat *Viscometer B-one plus Lamy Rheology*. Nilai viskositasnya dinyatakan dalam satuan centipoise (cPs) dan pengukurannya dilakukan dengan melarutkan gelatin yang dihasilkan sebanyak 2 gr dan larutkan dengan air sebanyak 35 ml. Kemudian dihomogenkan dan panaskan sampai suhu 60°C. Setelah itu tempatkan larutan gelatin dalam wadah pengukur alat viscometer dan atur kecepatan putar dengan laju geser 60 rpm menggunakan spindel no. 1. Viscometer mulai berputar dan mengukur torsi serta menghitung viskositas gelatin secara otomatis. Hasilnya akan ditampilkan dilayar perangkat.

Analisa kadar air (Afiyani, 2016)

Kadar air diperoleh dengan cara menimbang cawan kosong dan timbang cawan yang berisi gelatin sebanyak 0,5 gr. Setelah itu cawan yang berisi gelatin masuk ke dalam oven dengan suhu 105°C selama 1 jam. Kemudian didinginkan ke dalam desikator dan timbang. Besarnya kadar air dapat dihitung dengan persamaan 2:

$$\text{Kadar air} = \frac{W_1 - W_2}{2} \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

W1 = berat (cawan + gelatin) sebelum dikeringkan(gr)

W2 = berat (cawan + gelatin) setelah dioven(gr)

Analisa kadar abu (AOAC, 1995)

Kadar abu diperoleh dengan cara menimbang cawan gelatin yang sudah dikeringkan dan dimasukkan ke dalam furnace bersuhu 600°C selama 1 jam. Kemudian didinginkan dalam desikator. Proses tersebut dilakukan sampai gelatin berubah warna menjadi abu-abu dan setelah itu timbang. Besarnya kadar abu dihitung menggunakan persamaan 3:

$$\text{Kadar abu} = \frac{\text{berat abu}}{\text{berat gelatin}} \times 100\% \quad \dots \dots \dots (3)$$

Analisa FTIR (Puspawati dkk., 2012)

Mengetahui gugus fungsi gelatin yaitu menggunakan spektroskopi Fourier Transform Infra Red (FTIR) dengan metode pelet KBR (Kalium Bromida). Bubuk gelatin sebanyak 2 mg dicampur dengan 100 mg bubuk KBr dan digerus sampai homogen. Campuran tersebut dimampatkan ke dalam cetakan dengan menggunakan pompa hidrolik sehingga membentuk kepingan tipis (pelet). Karaterisasi pada kepingan sampel dilakukan dengan spektrometer FTIR dan dibaca panjang gelombang 4000–500 cm^{-1} .

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Percobaan

Dari hasil percobaan yang dilakukan sesuai dengan variasi variabel dan menggunakan metode *Experimental Design*, maka dilakukan penentuan variabel yang paling berpengaruh. Hasil percobaan ini diperoleh yield gelatin pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Rancangan Percobaan

Variabel		Respon	
Suhu (°C)	Waktu (jam)	Perbandingan berat ossein : volume aquadest (gr : ml)	% yield
60	2	1 : 2	2,16
80	2	1 : 2	3,34
60	4	1 : 2	2,34
80	4	1 : 2	2,43
60	2	1 : 4	2,95
80	2	1 : 4	5,49
60	4	1 : 4	1,35
80	4	1 : 4	1,47

Dari **Tabel 2** menunjukkan bahwa diperoleh yield tertinggi ditunjukkan pada percobaan ke 6 dengan variasi variabel suhu 80°C, waktu hidrolisis 2 jam, dan perbandingan berat ossein : volume aquadest 1 : 4 sebesar 5,49%. Sedangkan yield terendah ditunjukkan pada percobaan ke 7 dengan variasi variabel suhu 60°C, waktu hidrolisis 4 jam, dan perbandingan berat ossein : volume aquadest 1 : 4 sebesar 1,35%. Semakin tinggi suhu, maka bertambah banyak pemecahan struktur serabut kolagen sehingga yang berikatan dengan molekul air membentuk gelatin semakin banyak (Yusuf, 2021).

Terjadinya penurunan yield gelatin, karena hampir semua kolagen yang ada dalam

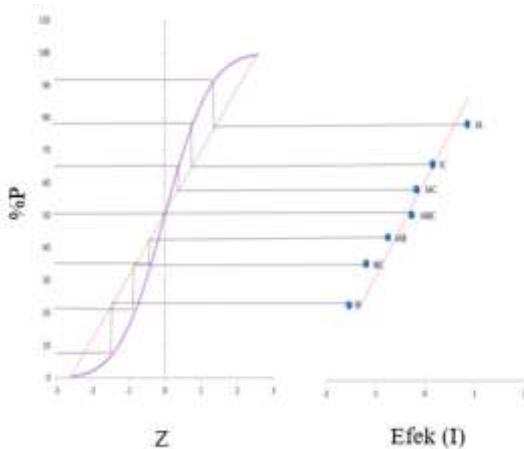
cangkang rajungan telah terhidrolisa (Permata dkk, 2016). Dengan data perolehan yield di atas, maka dilakukan olah data perhitungan efek untuk mendapatkan variabel yang paling berpengaruh dari penelitian ini. Data perhitungan efek di tiap variabel pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Normal Probability

No.	Identitas Efek	Efek (I)	P = 100 (i - 0,5)/n
1	I _B	-1,588	7,14
2	I _{BC}	-1,223	21,34
3	I _{AB}	-0,878	35,71
4	I _{ABC}	-0,333	50
5	I _{AC}	-0,153	64,29
6	I _C	0,248	78,57
7	I _A	0,983	92,86

Keterangan: A (Suhu Hidrolisa), B (Waktu Hidrolisa, C (Berat Ossein : Volume Aquadest)

Dari data pada tabel diatas diolah dalam bentuk grafik %P vs Z yang kemudian diplotkan dengan nilai efek (I).



Gambar 1. Grafik Normal Probability

Pada grafik efek (I) terlihat variabel yang mempunyai titik terjauh dari kerapatan garis adalah variabel suhu (IA). Hal ini disebabkan semakin tinggi suhu sangat berpengaruh pada proses hidrolisis ini, karena semakin tinggi suhu maka reaksi berjalan dengan cepat. Dapat disimpulkan bahwa suhu dapat mempengaruhi yield dari gelatin yang dihasilkan (Suhenny dkk, 2015).

1. Optimasi Variabel Yang Berpengaruh

Nilai optimum diperoleh dari variabel yang paling berpengaruh yaitu suhu hidrolisa dengan melakukan variasi suhu 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85 (°C) dengan variabel tetap waktu hidrolisa 2 jam dan perbandingan

berat ossein : volume aquadest 1:4. Hasil optimasi dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Hasil Optimasi Variabel Suhu

No.	Suhu (°C)	Berat Gelatin (gr)	% yield
1	55	1,79	1,79
2	60	3,05	3,05
3	65	1,87	1,87
4	70	1,27	1,27
5	75	1,62	1,62
6	80	1,37	1,37
7	85	1,20	1,20

Dari **Tabel 4** dan **Gambar 2** terlihat bahwa pada suhu 60 °C diperoleh yield sebesar 3,05% dan titik tersebut merupakan titik optimum. Perbedaan nilai yield gelatin yang dihasilkan, dari penelitian (Atmoko dan Ratri, 2011) pada suhu 55°C jumlah kolagen yang terhidrolisa baru sedikit dan konsentrasi kolagen dalam cangkang rajungan masih tinggi, sehingga dengan bertambahnya suhu mendekati 60°C dan 65°C, kolagen yang terhidrolisa akan semakin banyak dan konversi gelatin semakin besar. Namun suhu hidrolisa 70°C sampai 85°C terjadi penambahan jumlah gelatin tetapi persentase yieldnya sangat kecil, karena hampir semua kolagen yang ada dalam cangkang rajungan telah terhidrolisa. Semakin tinggi suhu hidrolisis, maka komponen kolagen akan terpecah sehingga menghasilkan gelatin yang rendah (Suryati dkk., 2015)

2. Hasil Analisa Karakteristik Gelatin

Dari hasil nilai yield tertinggi yaitu 3,05% dari suhu 60 °C, dilanjut melakukan analisa karakteristik gelatin. Hasil analisa karakteristik gelatin pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Hasil Karakterisasi Gelatin Cangkang Rajungan

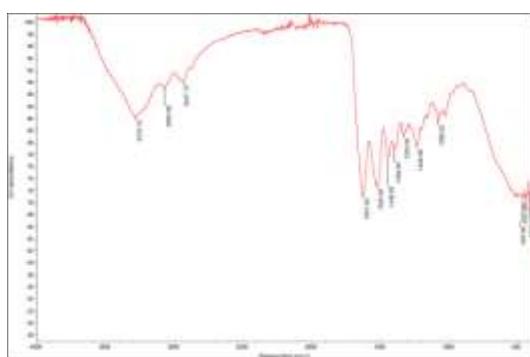
Perlaku-an	Rende-men (%)	Visko-sitas (cPs)	pH	Kadar air (%)	Kadar abu (%)
Gelatin cangkang rajungan 60 °C	1,23	0,399	6	8,5	1

Pada **Tabel 5** diperoleh hasil analisa gelatin cangkang rajungan untuk rendemen sebesar 1,23% dan dinilai rendemennya

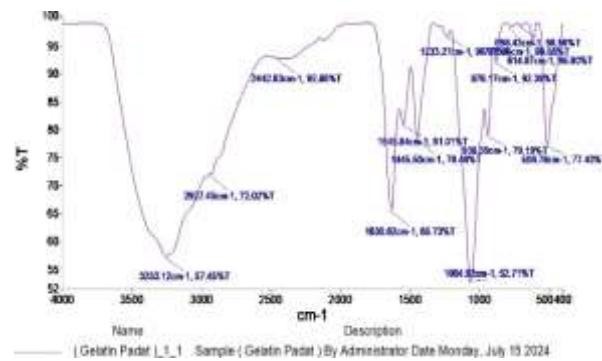
masih rendah karena banyaknya mineral dalam cangkang rajungan yang harus diikat oleh larutan asam, sehingga proses hidrolisis kolagen dalam memecah gulung *triple helix* dalam cangkang rajungan menjadi lebih sedikit (Wishnuputri dkk, 2021). Pada nilai viskositasnya sebesar 0,399 cPs kurang dari standar yang dipersyaratkan menurut standar mutu gelatin (SNI) 01-3735-1995 yaitu sebesar 1,5 – 7 cPs. Rendahnya nilai viskositas diperoleh, diakibatkan karena pendeknya rantai asam amino yang terkandung didalamnya. Lemahnya ikatan silang akan menyebabkan kolagen mudah terhidrolisis dan menurunkan berat molekul gelatin yang akan menyebabkan nilai viskositas larutan gelatin rendah (Ridha dkk., 2016).

Rendahnya nilai rendemen dan viskositas pada gelatin cangkang rajungan dapat disebabkan oleh beberapa faktor lain seperti kualitas bahan baku dan kualitas dari ossein yang direndam dalam asam dan masih keras menyebabkan kolagen susah untuk dikonversi menjadi gelatin dan menghasilkan sangat sedikit (Ridhay dkk, 2016). Namun untuk pH 6, kadar air 8,6%, dan kadar abu 1% masih berada dibatas standar mutu gelatin (SNI) yaitu pH sebesar 4,5 – 6,5; kadar air maksimal 16% dan kadar abu maksimal 3,25% (SNI 06-3735, 1995).

Hasil pengukuran spektrum FTIR ini menunjukkan kelompok gugus fungsi dan panjang bilangan gelombang. Rentang bilangan gelombang yang digunakan adalah 4000 – 500 cm^{-1} . Terlihat dari data spektrum FTIR yang diperoleh pada **Gambar 3** dan **4**.



Gambar 3. Hasil FTIR Gelatin Cangkang Rajungan



Gambar 4. Hasil FTIR Gelatin Komersial (Afiyan & Lia, 2016)

Menurut penelitian (Skoog, 1999), gugus gelatin memunculkan serapan panjang gelombang IR (Infrared) khas gugus fungsi (OH) pada bilangan gelombang sekitar 2500–3650 cm^{-1} , gugus fungsi (C–H) cincin aromatik pada bilangan gelombang sekitar 3010–3100 cm^{-1} , gugus fungsi (C–H) alkana pada bilangan gelombang sekitar 2850–2970 cm^{-1} dan 1340–1470 cm^{-1} , gugus fungsi (C=C) alkena pada bilangan gelombang sekitar 1610–1680 cm^{-1} , Gugus fungsi (C=C) cincin aromatik pada bilangan gelombang sekitar 1500–1600 cm^{-1} , gugus fungsi (C–N) pada bilangan gelombang sekitar 1180–1360 cm^{-1} , dan gugus fungsi (C–O) ditunjukkan pada bilangan gelombang sekitar 1050–1300 cm^{-1} .

Serapan pada panjang bilangan gelombang 3253,12 cm^{-1} untuk gelatin cangkang rajungan dan 3279,16 cm^{-1} untuk gelatin komersial yang menunjukkan adanya serapan dari gugus fungsi (OH) (Afiyan & Lia, 2016). Terdapat serapan gugus fungsi (C–H) alkana pada bilangan gelombang 2927,45 cm^{-1} untuk gelatin cangkang rajungan dan 2937,73 cm^{-1} ; 1394,65 cm^{-1} ; dan 1446,55 cm^{-1} untuk gelatin komersial (Afiyan & Lia, 2016). Gugus fungsi amida (C–N) menyerap pada bilangan gelombang 1233,27 cm^{-1} untuk gelatin cangkang rajungan dan 1333,09 dan 1235,56 cm^{-1} untuk gelatin komersial (Afiyan & Lia, 2016).

Gugus fungsi (C=C) alkena menyerap pada daerah bilangan gelombang 1630,82 cm^{-1} untuk gelatin cangkang rajungan dan 1627,00 cm^{-1} untuk gelatin komersial (Afiyan & Lia, 2016). Gugus fungsi (C=C) cincin aromatik menyerap pada bilangan gelombang 1545,84 cm^{-1} untuk gelatin dan 1525,00 cm^{-1} untuk gelatin komersial (Afiyan & Lia, 2016). Gugus fungsi (C–O) menyerap pada bilangan gelombang 1064,92 cm^{-1} untuk gelatin cangkang rajungan dan 1080,02 cm^{-1} untuk

gelatin komersial (Afiyan & Lia, 2016). Terdapat gugus fungsi (C-N) menyerap pada bilangan gelombang 1333,09 dan 1235,56 cm^{-1} untuk gelatin komersial dan gugus fungsi (NH) tidak ditemukan karena tertutupi oleh (OH) (Afiyan & Lia, 2016).

4. KESIMPULAN

Penggunaan variasi suhu pada proses pembuatan gelatin cangkang rajungan dengan menggunakan asam fosfat sangat berpengaruh, dengan hasil optimum pada suhu hidrolisa 60°C dengan nilai yield sebesar 3,05%. Dilakukan analisa karakteristik gelatin cangkang rajungan untuk mengetahui kadar air sebesar 8,5%, kadar abu 1%, pH 6, viskostas 0,399 cPs dan analisa FTIR pada gelatin cangkang rajungan terdapat gugus fungsi (OH), (C-H) alkana, amina (C-N), (C=C) alkena, (C=C) cincin aromatik, dan (C-O) mendekati dengan gelatin komersial. Dari hasil karakteristik gelatin yang diperoleh masih berada dibatas standar mutu gelatin (SNI).

SARAN

Penelitian ini perlu dilanjutkan dan dikembangkan mengenai gelatin cangkang rajungan untuk variabel konsentrasi dan waktu hidrolisa.

DAFTAR PUSTAKA

- Afiyani, Dama Lia. 2016. *Pembuatan Gelatin Dari Tulang Ayam Secara Hidrolisa Dengan Katalisator HCl*. [Laporan Penelitian]. Semarang : Universitas 17 Agustus 1945 Semarang.
- Ali, Moushinta Putri dan Laela Inayatus Sholikha. 2018. *Hidrolisis Kolagen Sisik Ikan Kakap (Lutjadinase sp) Menjadi Gelatin Sebagai Emulsifier Alternatif*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Amalia, Arga Nasesya. 2018. *Pemanfaatan Cangkang Rajungan Sebagai Koagulan Untuk Penjernihan Air*. [Skripsi yang tidak dipublikasikan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Universitas Islam Indonesia Yogyakarta].
- AOAC (the Association of Official Analytical Chemist). 1995. *Official Methods of Analysis*. Inc, Washington, DC. Chap. 38 : 1 – 3.
- Atmoko, Iwan Dwi dan Ratri Dwi Pangestuti. 2011. *Produksi Gelatin Dari Tulang Sapi Dengan Proses Hidrolisa*. [Makalah Penelitian]. Semarang : Universitas Diponegoro Semarang.
- [GMIA] Gelatin Manufacturers Institute of America. 2019. Gelatin Handbook Amerika inc. http://www.gelatin_gmia.com/uploads/1/1/8/4/118450438/gmia_gelatin_manual_2019.pdf. Diakses pada 10 November 2023.
- Grehenson, Gusti. 2021. “Pengembangan Gelatin dan Kolagen dari Hewan Lokal Perlu Terus Didorong”, <https://ugm.ac.id/id/berita/21308-pengembangan-gelatin-dan-kolagen-dari-hewan-lokal-perlu-didorong/>, diakses pada 4 Oktober 2023.
- Hideyat, Gugur., Eko Nurcahya Dewi dan Laras Rianingsih. 2016. “Karakteristik Gelatin Tulang Ikan Nila Dengan Hidrolisis Menggunakan Asam Fosfat Dan Enzim Papain”. *Scientific Journals of Bogor Agricultural University*. Vol. 19, No. 1.
- Marzuki A., Pakki E., dan Zulfikar F. 2011. Ekstraksi dan Penggunaan Gelatin dari Limbah Tulang Ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forskal) sebagai Emulgator dalam Formulasi Sediaan Emulsi. *Majalah Farmasi dan Farmakolog*. 15 (2) : 63-68.
- Multazam. 2002. *Prospek Pemanfaatan Cangkang Rajungan (portunus sp.) sebagai Suplemen Pakan Ikan*. [Skripsi yang tidak dipublikasikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor]
- Permata, Yenita W., Faradhita Widiastri., Yohanes Sudaryanto., dan Adriana Anteng A. 2016. “Gelatin Dari Tulang Ikan Lele (*Clarias batractus*): Pembuatan Dengan Metode Asam, Karakterisasi Dan Aplikasinya Sebagai Thickener Pada Industri Sirup”. *Journal Ilmiah Widya Teknik*. Vol. 15, No 2.
- Puspawati. N. M, I N. Simpen, dan I N. Sumerta Miwada. 2012. “Isolasi Gelatin Dari Kulit Kaki Ayam Broiler dan Karakteristik Gugus Fungsinya Dengan Spektrofotometri”. *Jurnal Kimia*. 6(1), Januari 2012 : 79-87
- Ridhay, Ahmad, Musafira, Nurhaeni, Nurakhirawati, dan Nurul Bima Khasanah. 2016. *Pengaruh Variasi Jenis*

- Asam Terhadap Rendemen Gelatin Dari Tulang Ikan Cakalang (Katsuwonous pelamis).* Palu: Universitas Tadulako.
- Skoog, Dauglas A., Donald M West., F.J. Holler. (1999). *Analitical Chemistry An Intrduction. Seventh Edition.* United States of America: Saunder Colleg Publishing.
- SNI 06-3735. 1995. *Mutu dan Cara Uji Gelatin.* Dewan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Suhenny, Sri., Tunjung Wahyu Widayati., Hutomo Tri Hartarto dan Roby Suprihadi. 2015. *Proses Pembuatan Gelatin Dari Kulit Kepala Sapi Dengan Proses Hidrolisis Menggunakan Katalis HCl.* [Laporan Penelitian]. Yogyakarta: UPN Veteran Yogyakarta.
- Suryati, Nazrul ZA, Meriatna, dan Suryani. 2015. "Pembuatan dan Karakterisasi Gelatin dari Ceker Ayam Dengan Proses Hidrolisis". *Jurnal Teknologi Kimia Unimal.* Vol. 4, No. 2, Hal: 66-79.
- Yusuf, Nur Moh. 2021. *Pengaruh Lama Perendaman Dengan Asam Fosfat dan Suhu Ekstraksi Terhadap Kualitas Gelatin Tulang Ikan Tongkol (Euthynus affinis).* [Skripsi]. Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
- Wishnuputri, Parameswari Iccha Nirmalabuddhi., Sri Redjeki., dan Retno Hartati. 2021. *Kajian Tingkat Kerentanan Rajungan (Portunus pelagicus) di Perairan Desa Tunggulsari Kabupaten Rembang.* Journal of Marine Research. Vol. 10, No. 1, Februari 2021, pp. 147 – 157.