



Optimasi Pengukuran Spektrum Vibrasi Sampel Protein Menggunakan Spektrofotometer *Fourier Transform Infrared* (FT-IR)

Martin Sulistyani ✉ dan Nuril Huda

Laboratorium Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang
Gedung D8 Kampus Sekaran Gunungpati Semarang 50229

Info Artikel

Diterima: Juli 2017

Disetujui: Agustus 2017

Dipublikasikan: Agustus 2017

Keywords:

measurement
vibration spectrum
protein
FT-IR spectrophotometer

Abstrak

Pengujian analisis protein dapat dilakukan dengan teknik spektroskopi. Dalam penelitian ini dilakukan optimasi pengukuran spektrum vibrasi sampel protein menggunakan spektroskopi Fourier Transform Infra Red mode transmisi FT-IR dengan melakukan variasi komposisi pada pembuatan pellet sampel-KBr, variasi ketebalan, dan waktu penekanan. Hasil pembacaan spektrum vibrasi sampel protein mode transmisi FT-IR digunakan untuk menentukan puncak protein dan gugus fungsi senyawa. Berdasarkan hasil penelitian dapat diperoleh simpulan bahwa perbandingan komposisi pellet sampel protein-KBr optimal pada perbandingan 2:10 dengan nilai persen transmitansi pada jenis senyawa amida A: 9,94, amida B: 14,25, amida I: 12,20, amida II: 9,0, dan amida III: 15,48, ketebalan pellet sampel protein-KBr yang optimal 2 mm dengan nilai persen transmitansi pada jenis senyawa amida A: 21,26, amida B: 28,65, amida I: 24,26, amida II: 21,45, dan amida III: 29,80 dan waktu pengepresan yang optimal adalah 4 menit dengan nilai persen transmitansi pada jenis senyawa amida A: 15,98, amida B: 21,73, amida I: 19,69, amida II: 17,62, amida III: 24,06.

Abstract

Testing of protein analysis can be done by spectroscopic technique. In this research, optimization of vibration spectrum measurement of protein samples using Fourier Transform Infra Red spectroscopy of FT-IR transmission mode by composition variation on KBr-pellet manufacture, thickness variation, and time of emphasis. The vibration spectrum readings of the FT-IR transmission mode protein sample are used to determine the peak protein and the functional group of the compound. Based on the result of the research, it can be concluded that the composition of pellet composition of KBr-protein sample is optimal at 2:10 ratio with percent value of transmittance on the type of amide compound A: 9.94, amide B: 14.25, amide I: 12.20, amide II : 9.0, and amide III: 15.48, thickness of pellet of KBr-protein sample which is optimum 2 mm with value of transmittance percent on type of amide compound A: 21.26, amide B: 28.65, amide I: 24.26, Amide II: 21.45, and amide III: 29.80 and the optimum pressing time is 4 minutes with a percent value of transmittance on the type of amide compound A: 15.98, amide B: 21.73, amide I: 19.69, Amide II: 17.62, amide III: 24.06.

© 2017 Universitas Negeri Semarang

✉ Alamat korespondensi:
Gedung D6 Lantai 2 Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229
E-mail: martin@mail.unnes.ac.id

p-ISSN 2252-6951
e-ISSN 2502-6844

Pendahuluan

Pengujian analisis protein dapat dilakukan dengan teknik spektroskopi. Teknik spektroskopi adalah metode yang menggunakan spektrofotometer. Protein adalah salah satu unsur dalam makanan terdiri dari asam-asam amino yang mengandung unsur karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen, dan belerang. Semua sistem kehidupan mengandung sejumlah protein yang berbeda dalam hal susunan asam amino, urutan asam amino, dan faktor yang mempengaruhi struktur molekul protein. Oleh karena itu, penentuan keberadaan dan keadaan protein mempunyai arti penting bagi kehidupan sehari-hari dikaitkan dengan kondisi kesehatan manusia. Identifikasi protein selama ini dilakukan dengan menggunakan metode konvensional menggunakan spektroskopi UV-Vis dan metode destilasi Kjeldahl, metode ini membutuhkan persiapan sampel yang lama dan rumit, karena harus melakukan pemisahan protein dari makromolekul yang tidak diinginkan dalam analisis, maka diperlukan metode yang lebih sederhana dalam pengujian protein salah satunya adalah spektroskopi *Fourier Transform Infrared* (FT-IR) yang merupakan salah satu metode pengukuran untuk mendeteksi struktur molekul senyawa melalui identifikasi gugus fungsi penyusun senyawa. Pengujian dengan spektroskopi FT-IR tidak memerlukan persiapan sampel yang rumit dan bisa digunakan dalam berbagai fase baik padat, cair maupun gas. Metode spektroskopi yang digunakan adalah metode spektroskopi adsorpsi yang didasarkan atas perbedaan penyerapan radiasi infra merah oleh molekul suatu materi. Adsorpsi inframerah oleh suatu materi dapat terjadi jika dipenuhi dua syarat yakni kesesuaian antara frekuensi radiasi infra merah dengan frekuensi vibrasional molekul sampel dan perubahan momen dipol selama bervibrasi (Chatwal; 1985).

FT-IR merupakan salah satu instrumen yang banyak digunakan untuk mengetahui spektrum vibrasi molekul yang dapat digunakan untuk memprediksi struktur senyawa kimia. Terdapat tiga teknik pengukuran sampel yang umum digunakan dalam pengukuran spektrum menggunakan FTIR yaitu *Photo Acoustic Spectroscopy* (PAS), *Attenuated Total Reflectance* (ATR), dan *Diffuse Reflectance Infrared Fourier Transform* (DRIFT). Setiap teknik memiliki karakteristik spektrum vibrasi molekul tertentu (Beasley, *et al.*; 2014). Metode pembacaan spektrum vibrasi molekul pada FTIR ada dua macam, yaitu metode reflektansi dan metode transmisi. Metode transmisi memerlukan teknik khusus dalam preparasi sampel yaitu harus dalam bentuk *pellet disk*.

Dalam penelitian ini akan dilakukan optimasi pengukuran spektrum vibrasi sampel protein menggunakan spektroskopi *Fourier Transform Infrared* mode transmisi FT-IR dengan melakukan variasi komposisi pada pembuatan pellet sampel-KBr spektroskopi, variasi ketebalan yang dibutuhkan untuk pembuatan pellet, dan waktu pengepresan sehingga dihasilkan spektrum vibrasi sampel protein yang optimal. Hasil pembacaan spektrum vibrasi sampel protein mode transmisi FT-IR digunakan untuk menentukan puncak protein dan gugus fungsi senyawa. Penelitian ini merupakan titik awal dalam identifikasi protein menggunakan FT-IR dengan dihasilkannya spektrum vibrasi sampel protein untuk mengenali sebanyak mungkin puncak protein sehingga nantinya ada tahapan lebih lanjut analisis spektrum hasil pengukuran menggunakan FT-IR.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis melakukan penelitian mengenai optimasi pembuatan pellet sampel protein-KBr pada pengukuran spektrum vibrasi sampel protein menggunakan spektrofotometer *Fourier Transform Infrared* (FT-IR) dengan melakukan variasi perbandingan komposisi sampel protein dengan KBr, ketebalan pellet sampel protein-KBr, dan waktu pengepresan pellet sampel protein-KBr. Pengukuran dan karakterisasi spektrum vibrasi sampel protein dilakukan menggunakan spektroskopi *Fourier Transform Infrared* merk *Perkin Elmer* FT-IR Model: *Frontier S/N: 96772 software spektrum 100 Perkin Elmer*. Tujuan penelitian ini adalah melakukan optimasi pengukuran spektrum vibrasi sampel protein menggunakan instrumentasi spektrofotometer *Fourier Transform Infrared* (FT-IR) pada pembuatan pellet sampel protein-KBr untuk mengenali jenis senyawa protein dan menentukan gugus fungsi yang khas serta mode pengukuran yang paling baik.

Metode

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah penggerus berupa lumpang dan alu, neraca analitik, spatula, cawan petri, dongkrak hidrolik, dan Spektrofotometer FT-IR Spektrum 100 *Perkin Elmer*. Sedangkan bahan digunakan dalam penelitian ini adalah protein albumin, bubuk KBr *spectroscopy*, aseton, aquadest, lap pembersih/*kim-wipe*. Sampel protein albumin ditumbuk menjadi bubuk menggunakan lumpang dan alu, kemudian ditimbang menggunakan neraca analitik, dan dicampur dengan bubuk KBr spektroskopi kemudian dilakukan penggerusan hingga homogen, setelah homogen dimasukkan kedalam disc cetakan pembuat pellet dan ditekan menggunakan pompa hidrolik, diatur ketebalan sesuai skala yang ada pada tuas pompa hidroliknya, kemudian dilakukan pengepresan dengan variasi waktu penekanan. Setelah itu buka tuas pompa dan ambil *disc pellet* sampel protein-KBr. Lakukan penerawangan tingkat

kejernihan pellet yang dihasilkan, jika pellet sampel-KBr yang dihasilkan masih buram dan tidak jernih, maka proses preparasi sampel pembuatan pellet sampel-protein dilakukan pengulangan.

Membuat pellet sampel protein- KBr dengan variasi perbandingan komposisi protein-KBr yaitu 2:10, 4:10, 6:10, 8:10, 10:10 masing masing salam satuan miligram. Campuran kemudian ditekan menjadi *disc* 3 mm dengan dongkrak hidrolik. Pengujian spektrum dilakukan sesuai dengan SOP alat Spektrofotometer FT-IR Spektrum 100 *Perkin Elmer* dalam rentang bilangan gelombang 4000 cm^{-1} sampai 400 cm^{-1} , dengan 100 kali pembacaan dan resolusi 8 cm^{-1} . Spektrum yang dihasilkan dianalisis menggunakan perangkat lunak *Spektrum Software FT-IR Perkin Elmer*.

Membuat pellet sampel protein-KBr dengan menggunakan perbandingan komposisi sampel protein-KBr hasil optimasi, dengan variasi ketebalan 2, 4, 6, 8, 10 mm dengan pengaturan sesuai dengan skala yang tertera pada dongkrak hidrolik. Campuran kemudian ditekan menjadi *disc* 3 mm dengan dongkrak hidrolik dan diukur masing masing spektranya, pengujian spektrum dilakukan sesuai dengan SOP alat Spektrofotometer FT-IR Spektrum 100 *Perkin Elmer*. Spektrum yang dihasilkan dianalisis menggunakan perangkat lunak *Spektrum Software FT-IR Perkin Elmer*.

Membuat pellet sampel protein-KBr dengan menggunakan perbandingan komposisi sampel protein-KBr hasil optimasi, dilakukan pengepresan sesuai dengan hasil optimasi ketebalan pellet sampel KBr, kemudian dibuat pellet dengan variasi waktu : 2, 4, 6, 8, 10 menit. Campuran kemudian ditekan menjadi *disc* 3 mm dengan dongkrak hidrolik dan diukur masing masing spektranya, pengujian spektrum dilakukan sesuai dengan SOP alat Spektrofotometer FT-IR Spektrum 100 *Perkin Elmer*. Spektrum yang dihasilkan dianalisis menggunakan perangkat lunak *Spektrum Software FT-IR Perkin Elmer*.

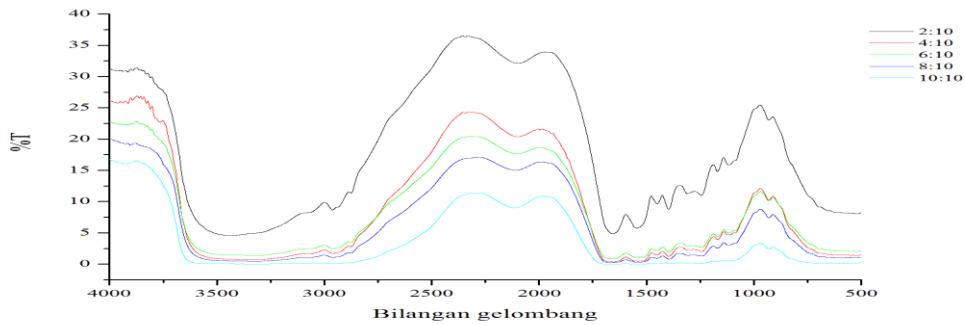
Spektrum yang dihasilkan dari pembacaan spektrofotometer FT-IR selanjutnya diinterpretasi meliputi bilangan gelombang dan persen transmitansinya untuk menentukan gugus fungsi yang terdapat pada sampel protein. Hasil dari pembacaan masing-masing variasi dibandingkan untuk melihat optimasi hasil pengukuran dengan variasi perbandingan komposisi pellet sampel-KBr, ketebalan pellet sampel dan waktu pengepresan terhadap spektrum vibrasi yang dihasilkan menggunakan spektrofotometri FT-IR sehingga didapatkan spektrum yang terbaik pada pengukuran vibrasi molekul menggunakan spektrofotometri FT-IR.

Hasil dan Pembahasan

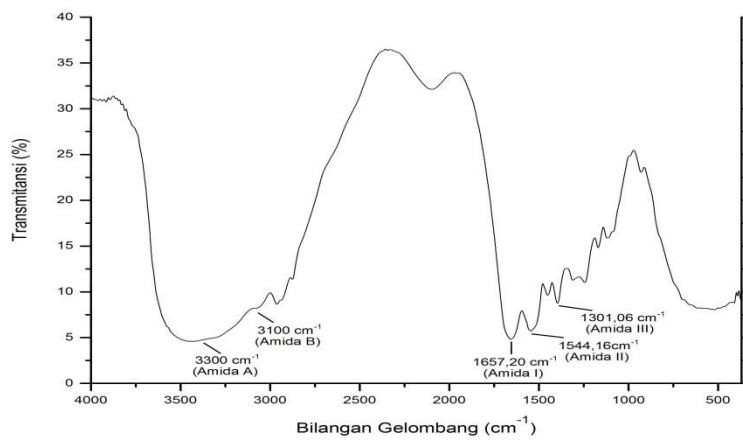
Preparasi sampel protein albumin dilakukan dengan cara digerus dan diayak. Sampel protein albumin digerus dengan lumpang alu sampai halus dan diayak dengan ayakan 100 *mesh* agar ukurannya menjadi lebih seragam. Penggerusan dilakukan untuk memperkecil ukuran molekul-molekul sehingga ketika ditembak dengan menggunakan sinar inframerah, energi dari sinar inframerah dapat diserap langsung oleh gugus fungsi dan ikatan-ikatan yang ada didalamnya dengan mudah. Jika suatu molekul yang ukurannya besar ditembak dengan sinar inframerah itu akan terhambur dan penyerapan yang terjadi tidak maksimal.

Sebelum sampel protein albumin dianalisis menggunakan spektroskopi FT-IR, terlebih dahulu sampel protein albumin yang akan dianalisis harus dijadikan pellet. Pellet yang dibuat harus bening agar dapat menerima interaksi dengan sinar infrared yang ditembakkan. Pembuatan pellet sampel protein albumin menggunakan KBr dengan melakukan variasi perbandingan komposisi protein albumin : KBr yaitu sebesar 2:10, 4:10, 6:10, 8:10, 10:10. Perbandingan yang cukup besar antara sampel protein albumin dengan KBr diharapkan agar pellet yang dihasilkan tidak terlalu gelap, tebal, dan sulit ditembus oleh sinar infrared. Oleh karena sampel protein albumin yang digunakan berupa senyawa yang memiliki warna putih kekuningan maka penggunaannya sangat sedikit. Penggunaan sampel yang sedikit ini agar dihasilkan spektra yang dapat terbaca dengan jelas dan tidak bertumpuk. Digunakan KBr dikarenakan KBr tidak menghasilkan serapan pada IR sehingga yang teramati secara langsung adalah serapan dari sampel. Pada pembuatan pellet ini digunakan dongkrak hidrolik supaya udara didalam *disc* 3 mm keluar dan sampel menjadi padat. Pellet yang dihasilkan dianalisis dengan spektroskopi FT-IR mode transmisi. Dari hasil pengujian variasi perbandingan komposisi sampel protein-KBr didapatkan hasil berupa spektra masing-masing sampel yang disajikan pada Gambar 1.

Gambar 1 menunjukkan spektrum IR protein albumin yang dilakukan variasi komposisi sampel protein dan KBr. Pita serapan ikatan gugus N-H yang menunjukkan jenis senyawa amida A dan amida B pada semua sampel terlihat pada daerah bilangan gelombang $3100\text{-}3300\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan adanya vibrasi stretching NH, dan pada daerah bilangan gelombang $1600\text{-}1690\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya jenis senyawa amida I dengan vibrasi C=O stretching dari sampel protein albumin. Pita serapan ikatan gugus CN sretching dan NH bending terlihat pada daerah bilangan gelombang $1480\text{-}1575\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan adanya jenis senyawa amida II. Jenis senyawa amida III ditunjukkan pada daerah serapan bilangan gelombang $1229\text{-}1301\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan vibrasi stretching C-N dan N-H bending.



Gambar 1. Hasil spektrum IR variasi perbandingan komposisi protein: KBr



Gambar 2. Hasil spektrum IR yang optimal pada perbandingan komposisi pellet sampel protein albumin : KBr = 2 : 10

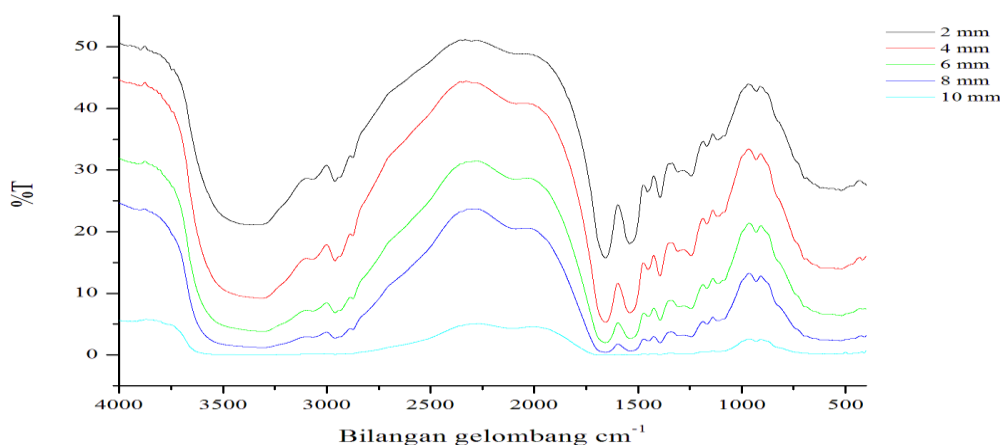
Gambar 2 menunjukkan pita serapan khas dari protein yaitu adanya ikatan gugus N-H, C-N, dan C=O yang terlihat pada daerah bilangan gelombang 3300 cm^{-1} menunjukkan jenis senyawa amida A dengan vibrasi NH stretching, jenis senyawa amida B pada bilangan gelombang 3100 cm^{-1} , jenis senyawa amida I pada bilangan gelombang 1657,2 cm^{-1} , amida II pada bilangan gelombang 1544,16 cm^{-1} , dan amida III pada bilangan gelombang 1301,06 cm^{-1} . Pada gambar 7 terlihat bahwa spektrum IR dengan warna hitam menunjukkan puncak persen transmitansi yang tertinggi sehingga pada perbandingan komposisi 2 : 10 menjadi komposisi yang optimal dari variasi perbandingan pembuatan pellet sampel protein-KBr dengan nilai persen transmitansi pada jenis senyawa amida A: 9,94, amida B: 14,25, amida I: 12,20, amida II: 9,0, dan amida III: 15,48. Data pengukuran persen transmitansi variasi komposisi sampel protein-KBr menggunakan spektroskopi FT-IR disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data pengukuran spektrum vibrasi variasi perbandingan komposisi

Jenis senyawa	Nilai persen transmitansi (%T) perbandingan komposisi sampel protein : KBr			
	2 : 10	4 : 10	6 : 10	8 : 10
Amida A	9,94	6,67	3,21	2,07
Amida B	14,25	9,70	5,14	2,94
Amida I	12,20	8,50	4,59	3,44
Amida II	9,00	7,70	4,09	3,17
Amida III	15,48	10,90	6,44	4,72

Optimasi ketebalan pellet sampel protein albumin : KBr dilakukan dengan melakukan pengepresan variasi ketebalan yaitu pada skala 2, 4, 6, 8, dan 10 (mm) sesuai pada skala yang tertera di pompa hidrolik. Tujuan pengepresan dilakukan agar sisi yang ditembak dengan sinar inframerah tidak terlalu tebal. Jika

sisi yang ditembak dengan sinar inframerah terlalu tebal maka sinar inframerah akan terhambur tidak optimal. Hal ini menyebabkan puncak-puncak yang terjadi pada spektra inframerah tidak akurat dan melebar. Tebal tipisnya pellet sampel yang dihasilkan berhubungan dengan kuat tekan yang dilakukan melalui proses pengepresan yang merupakan kapasitas dari suatu bahan atau struktur dalam menahan beban yang akan mempengaruhi ukuran ketebalannya. Beberapa bahan akan patah pada batas tekan dan beberapa mengalami deformasi yang tidak dapat dikembalikan. Deformasi tertentu dapat dianggap sebagai batas kuat tekan, meski belum patah, terutama pada bahan yang tidak dapat kembali ke kondisi semula. Dari hasil pengujian variasi ketebalan pellet sampel protein albumin : KBr pada pembuatan pellet sampel protein-KBr didapatkan hasil berupa spektra masing-masing sampel yang disajikan pada Gambar 3.



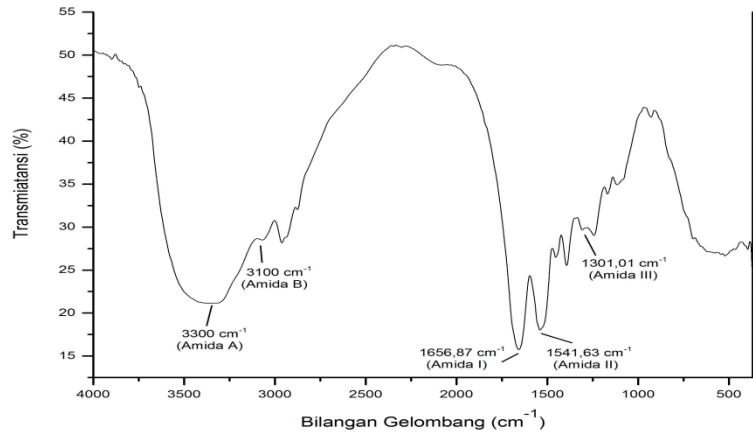
Gambar 3. Hasil spektrum IR variasi ketebalan pellet sampel protein-KBr

Gambar 3. menunjukkan spektrum IR protein albumin yang dilakukan variasi ketebalan pellet sampel-KBr. Pita serapan ikatan gugus N-H yang menunjukkan jenis senyawa amida A dan amida B pada semua sampel terlihat pada daerah bilangan gelombang 3100-3300 cm^{-1} yang menunjukkan adanya vibrasi stretching NH, dan pada daerah bilangan gelombang 1600-1690 cm^{-1} menunjukkan adanya jenis senyawa amida I dengan vibrasi C=O stretching dari sampel protein albumin. Pita serapan ikatan gugus CN stretching dan NH bending terlihat pada daerah bilangan gelombang 1480 - 1575 cm^{-1} yang menunjukkan adanya jenis senyawa amida II. Jenis senyawa amida III ditunjukkan pada daerah serapan bilangan gelombang 1229-1301 cm^{-1} yang menunjukkan vibrasi stretching C-N dan N-H bending.

Pada Gambar 3 terlihat bahwa spektrum IR dengan warna hitam menunjukkan puncak persen transmisi yang tertinggi sehingga pada ketebalan pellet sampel protein 2 mm sehingga menjadi ketebalan pellet yang optimal dari variasi ketebalan pembuatan pellet sampel protein-KBr dengan nilai persen transmisi pada jenis senyawa amida A: 21,26, amida B: 28,65, amida I: 24,26, amida II: 21,45, dan amida III: 29,80. Data pengukuran persen transmisi variasi ketebalan pellet sampel protein-KBr menggunakan spektroskopi FT-IR disajikan pada Tabel 2.

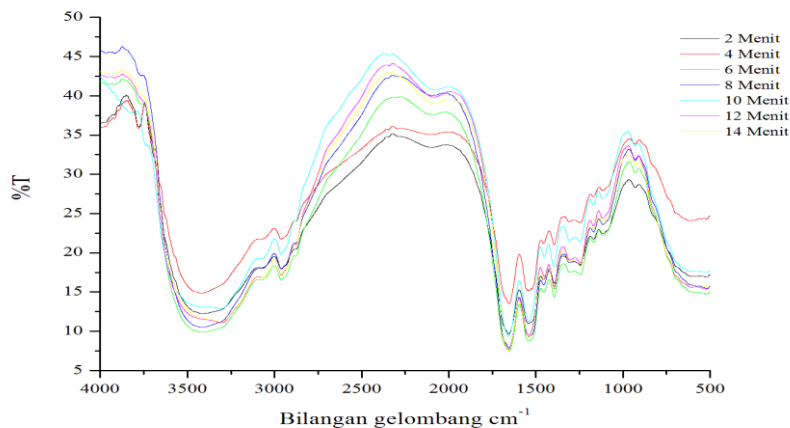
Tabel 2. Data pengukuran nilai persen transmisi variasi ketebalan pellet

Jenis senyawa	Nilai persen transmisi (%T) ketebalan pellet sampel protein : KBr (mm)				
	2	4	6	8	10
Amida A	21,26	9,25	3,83	1,20	0,03
Amida B	28,65	15,67	7,23	2,95	0,13
Amida I	24,26	11,60	5,17	1,74	0,07
Amida II	21,45	9,73	3,87	1,15	0,04
Amida III	29,80	16,92	7,85	3,14	0,20



Gambar 4. Hasil spektrum IR yang optimal pada ketebalan pellet sampel protein-KBr

Gambar 4 menunjukkan pita serapan khas dari protein yaitu adanya ikatan gugus N-H, C-N, dan C=O yang terlihat pada daerah bilangan gelombang 3300 cm⁻¹ menunjukkan jenis senyawa amida A dengan vibrasi NH stretching, jenis senyawa amida B pada bilangan gelombang 3100 cm⁻¹, jenis senyawa amida I pada bilangan gelombang 1656,87 cm⁻¹, amida II pada bilangan gelombang 1541,63 cm⁻¹, dan amida III pada bilangan gelombang 1301,01 cm⁻¹. Optimasi waktu pengepresan pada pembuatan pellet sampel protein-KBr dilakukan dengan melakukan variasi waktu penekanan yaitu pada 2, 4, 6, 8, 10 dengan satuan menit. Dari hasil pengujian variasi waktu pengepresan pada pembuatan pellet sampel protein-KBr didapatkan hasil berupa spektra masing-masing sampel yang disajikan pada Gambar 5.



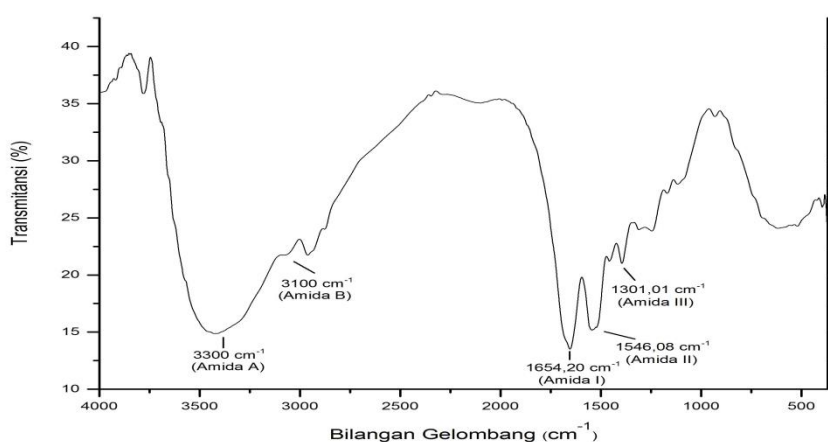
Gambar 5. Hasil spektrum IR variasi waktu pengepresan pellet sampel protein-KBr

Gambar 5. menunjukkan spektrum IR protein albumin yang dilakukan variasi waktu pengepresan pada pembuatan pellet sampel protein-KBr. Pita serapan ikatan gugus N-H yang menunjukkan jenis senyawa amida A dan amida B pada semua sampel terlihat pada daerah bilangan gelombang 3100-3300 cm⁻¹ yang menunjukkan adanya vibrasi stretching NH, dan pada daerah bilangan gelombang 1600-1690 cm⁻¹ menunjukkan adanya jenis senyawa amida I dengan vibrasi C=O stretching dari sampel protein albumin. Pita serapan ikatan gugus CN stretching dan NH bending terlihat pada daerah bilangan gelombang 1480 - 1575 cm⁻¹ yang menunjukkan adanya jenis senyawa amida II. Jenis senyawa amida III ditunjukkan pada daerah serapan bilangan gelombang 1229-1301 cm⁻¹ yang menunjukkan vibrasi stretching C-N dan N-H bending. Pada Gambar 5 terlihat bahwa spektrum IR dengan warna merah muda pada variasi waktu pengepresan 4 menit menunjukkan puncak persen transmitansi yang tertinggi dengan nilai persen transmitansi pada jenis senyawa amida A: 15,98, amida B: 21,73, amida I: 19,69, amida II:

17,62, amida III: 24,06. Data pengukuran persen transmitansi variasi waktu pengepresan pembuatan pellet sampel protein-KBr menggunakan spektroskopi FT-IR disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Data pengukuran nilai persen transmitansi variasi waktu pengepresan

Jenis senyawa	Nilai persen transmitansi (%T) variasi waktu pengepresan pembuatan pellet sampel protein : KBr (Menit)				
	2	4	6	8	10
Amida A	12,81	15,98	10,49	11,31	12,90
Amida B	18,12	21,73	16,58	17,98	19,28
Amida I	15,18	19,69	13,28	14,20	16,31
Amida II	13,23	17,62	11,15	11,84	15,88
Amida III	18,78	24,06	17,54	18,79	21,65



Gambar 6. Hasil spektrum IR yang optimal waktu pengepresan 4 menit pellet sampel protein-KBr

Gambar 6 menunjukkan pita serapan khas dari protein yaitu adanya ikatan gugus N-H, C-N, dan C=O yang terlihat pada daerah bilangan gelombang 3300 cm^{-1} menunjukkan jenis senyawa amida A dengan vibrasi NH stretching, jenis senyawa amida B pada bilangan gelombang 3100 cm^{-1} , jenis senyawa amida I pada bilangan gelombang $1654,20\text{ cm}^{-1}$, amida II pada bilangan gelombang $1546,08\text{ cm}^{-1}$, dan amida III pada bilangan gelombang $1301,01\text{ cm}^{-1}$.

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan uraian pembahasan yang diperoleh dari penelitian ini maka dapat diperoleh simpulan bahwa optimasi pengukuran spektrum vibrasi sampel protein menggunakan spektrofotometer Fourier Transform Infra Red (FTIR) diperoleh perbandingan komposisi pellet sampel protein-KBr pada perbandingan 2:10 dengan nilai persen transmitansi pada jenis senyawa amida A: 9,94, amida B: 14,25, amida I: 12,20, amida II: 9,0, dan amida III: 15,48. Optimasi ketebalan pellet sampel protein-KBr 2 mm dengan nilai persen transmitansi pada jenis senyawa amida A: 21,26, amida B: 28,65, amida I: 24,26, amida II: 21,45, dan amida III: 29,80. Optimasi waktu pengepresan pembuatan pellet protein-KBr selama 4 menit dengan nilai persen transmitansi pada jenis senyawa amida A: 15,98, amida B: 21,73, amida I: 19,69, amida II: 17,62, amida III: 24,06.

Daftar Pustaka

- Beasley, M.M., E.J. Bartelink, L. Taylor & R.M. Miller. 2014. Comparison of Transmission FT-IR, ATR, and DRIFT Spectra: Implications for Assessment of Bone Bioapatite Diagenesis. *Journal of Archaeological Science*, 46(1): 16-22
- Chatwall, G. 1985. *Spectroscopy Atomic and Molecule*. Bombay: Himalaya Publishing House
- Ferraro, J., Krishnan, K. (Eds.). 1990. *Practical Fourier Transform Infrared Spectroscopy: Industrial and Laboratory Chemical Analysis*. Academic Press. San Diego

- Kong, J., Shaoning, Y. 2007. Fourier Transform Infrared Spectroscopic Analysis of Protein Secondary Structures. *Acta Biochimica et Biophysica Sinica*, 39(8): 549-559
- Perkin Elmer. 2009. *Principles of Fourier Transform Infrared FT-IR*. Jakarta
- Sulistyani. M. 2015. *Perbandingan Pembacaan Transmisi FT-IR dan Refleksi (ATR) FT-IR untuk Menentukan Permukaan Polimer*. Laporan Penelitian. Semarang
- Winarno, F.G. 1992. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama