

Porcine Detection on Anti-Covid 19 Immunity Gelatin Capsules Sold at Market X in North Surabaya Using Quartz Crystal Microbalance (QCM) Sensors

Syukrianto^{1✉}, Umarudin¹, Kartika Anoraga Madurani², Fredy Kurniawan²

¹Jurusan Farmasi, Prodi DIII Farmasi, Akademi Farmasi Surabaya
Jl. Ketintang Madya No 81 Surabaya, 60232, Indonesia

²Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Jl. Teknik Kimia, Keputih, Kec. Sukolilo, Kota Surabaya, 60111, Indonesia

Info Artikel

Diterima September 2021

Disetujui Oktober 2021

Dipublikasikan November 2021

Keywords:

Kapsul gelatin imunitas
Anticovid19
Quartz Crystal Microbalance (QCM)
Porcine
Bovine

Abstrak

Kapsul gelatin imunitas anticovid19 yang dijual di Pasar X Surabaya belum diselidiki secara lengkap kandungan gelatin sapi atau babi sehingga perlu diteliti dengan alat Quartz crystal microbalance (QCM). Kelebihan alat QCM adalah memiliki sensitivitas frekuensi osilasi kristal pada suhu, kelembaban, tekanan, kecepatan dan getaran tertentu. Osilator piezoelektrik ini digunakan sebagai sensor yang mempunyai tingkat akurasi yang tinggi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan porcine (babi) atau bovine (sapi) pada kapsul gelatin imunitas anticovid19 yang dijual di Pasar X Surabaya Utara. Metode yang digunakan untuk membedakan gelatin babi dan gelatin sapi adalah dengan alat QCM. Pada penelitian ini pendeteksian kapsul gelatin imunitas anticovid19 dilakukan dengan alat QCM. Metode penelitian ini dilakukan secara true eksperimental, dan pengambilan sampel dengan teknik quota sebesar 3 gram pada masing-masing sampel dengan merk yang berbeda. Hasil penelitian yang dilakukan pada 4 sampel dengan merk berbeda yang berasal dari pasar X daerah Surabaya Utara, menunjukkan hasil pendeteksian sebanyak 2 sampel dengan hasil negatif (-) dan 2 sampel dengan hasil positif (+), artinya sampel negatif mengandung gelatin sapi (bovine) dan sampel positif mengandung babi (porcine). Pada sampel kapsul gelatin imunitas yang mengandung gelatin sapi ditandai dengan penurunan frekuensi, sedangkan sampel kapsul gelatin imunitas yang mengandung gelatin babi ditandai dengan kenaikan frekuensi.

Abstract

Immune gelatin capsules, which have not been fully indicated on the packaging, need to be investigated porcine or bovine using a Quartz crystal microbalance (QCM) tool. The advantages of the QCM tool are sensitivity to the crystal oscillation frequency at a specific temperature, humidity, pressure, speed, and vibration, which will make this piezoelectric oscillator used as a sensor with a high accuracy level. The purpose of this study was to determine the content of porcine (pork) or bovine (beef) in anticovid19 immunity gelatin capsules sold at market X, North Surabaya. The method used to distinguish pork gelatin and beef gelatin is a Quartz crystal microbalance (QCM) tool. In this study, the detection of anti-covid19 immunity gelatin capsules was carried out using a QCM tool. This research method was carried out in a factual experimental manner, and sampling with the quota technique was 3 grams for each sample with a different brand. The results of research conducted on four samples with other brands originating from the market X area of North Surabaya showed the detection results of 2 samples with adverse effects (-), and two samples with positive results (-), meaning that the negative samples contained beef gelatin (bovine) and the positive sample contains pork (porcine). A decrease in frequency characterized the sample of immunity gelatin capsules containing bovine gelatin. In contrast, the sample of immunity gelatin capsules containing porcine gelatin was characterized by increased frequency.

Pendahuluan

Coronavirus (COVID-19) adalah pandemi global di dunia. Banyak cara untuk menjaga sistem imun agar tubuh tetap dalam keadaan sehat dan tidak mudah kena virus corona, upaya yang dilakukan oleh masyarakat dengan mengkonsumsi kapsul gelatin imunitas anticovid19. Kapsul gelatin pada umumnya terbuat dari bahan sapi atau babi yang memiliki peran dalam pengemasan sediaan obat farmasi (Sahilah *et al.*, 2012). Namun saat ini, yang menjadi kekhawatiran masyarakat akan bahan penyusun dari gelatin tersebut. Bahan kapsul gelatin banyak manfaat salah satunya adalah mudah larut dalam sistem pencernaan (Reich, 2001). Menurut *Gelatin Manufacturers Institute of America* (GMIA) menyatakan bahwa sebanyak 90% gelatin komersial diperoleh dari babi (GMIA, 2012). Bahan tersebut banyak dikonsumsi oleh lapisan masyarakat terutama untuk peningkatan imunitas antivovid19.

Di dukung oleh Lembaga Pengkajian Pangan Obat-obatan dan Kosmetika Majelis Ulama Indonesia (LPPOM MUI) No.94 edisi Maret-April 2012 terdapat tiga produk cangkang kapsul gelatin yang terdaftar dalam produk halal LPPOM MUI. Hal ini menimbulkan kekhawatiran karena mayoritas penduduk Indonesia adalah muslim maka perlu dilakukan analisis terhadap sumber gelatin pada cangkang kapsul yang beredar di pasaran sebagai perlindungan terhadap masyarakat yang menjadi konsumen produk farmasi berbasis gelatin (Riaz dan Chaudry, 2004). Oleh karena itu, perlu adanya solusi untuk mendeteksi porcine kapsul gelatin imunitas anticovid19 di pasar X Kota Surabaya Utara.

Deteksi gelatin umumnya dengan cara metode uji protein, dikarenakan bahan penyusun gelatin adalah protein Uji protein banyak dilakukan baik dengan cara *isoelectric focusing* (Hoffman, 1985), ELISA (Chen dan Hsieh, 2000; Venien dan Levieux, 2005), uji peptida (Aristory dan Toldra, 2004), kromatografi (Chou *et al.*, 2007), namun metode tersebut memiliki banyak kekurangan antara lain protein terdegradasi selama proses pengolahan makanan. Selain itu juga deteksi bahan penyusun gelatin dapat dilakukan dengan metode *Surface Plasmon Resonance* (SPR) yang berbasis biosensor. Kelebihan dari metode SPR adalah sensitif untuk mendeteksi dan mengidentifikasi biomolekul (Homola, 2003). Sensor ini perlu dikaji lebih lanjut mengenai pengaruh variasi konsentrasi dan variasi pH kedalam larutan gelatin tersebut supaya dapat dibedakan. Gelatin babi dideteksi melalui DNA babi yang relatif stabil dengan metode Polymerase Chain Reaction (PCR) (Wolf *et al.*, 2001; Aida *et al.*, 2005; dan Demirhan *et al.*, 2012). Metode ini terdapat kelemahan yaitu tidak dapat dilakukan di berbagai tempat dan membutuhkan waktu yang lama, serta biaya mahal (Hermanto dan Ode, 2013). Oleh karena itu perlu adanya solusi dengan menggunakan metode *Quartz Crystal Microbalance* (QCM). Metode ini dipilih karena bisa membedakan antara bahan penyusun pada kapsul gelatin yang berasal dari porcine atau bovine. Sehingga penelitian ini perlu mengetahui kapsul gelatin imunitas anticovid19 dipasar X Kota Surabaya Utara.

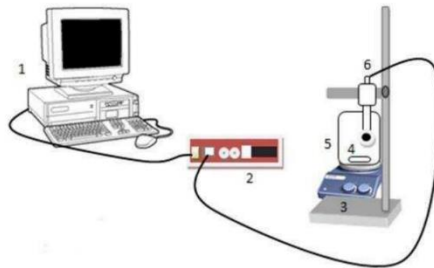
Pada penelitian ini untuk mendeteksi kapsul gelatin imunitas dengan mengkombinasikan sensor emas dari *Quartz Crystal Microbalance* (QCM) dengan NiO nanopartikel, dimana NiO memiliki sensitivitas yang tinggi dan dapat digunakan pada suhu ruang. *Quartz Crystal Microbalance* merupakan alat instrumen yang sering digunakan untuk mengukur massa dan viskositas dalam film lapis tipis (SRS, 2011). Alat sensor QCM memiliki kelebihan yaitu sensitivitas tinggi, kemudahan dalam pemakaian dan sangat praktis penggunaannya, serta QCM memiliki frekuensi resonansi dan resistansi pada 5 MHz (Lourentia dan Kurniawan, 2015). QCM juga memiliki ukurannya yang kecil, persyaratan volume sampel yang rendah, dan kapasitas untuk diimplementasikan secara real time (Lourentia dan Kurniawan, 2012).

Penelitian terkait dengan penggunaan QCM belum banyak dilakukan karena pengetahuan terkait QCM di Indonesia masih terbatas. Pada awalnya QCM hanya digunakan sebagai sensor pendeteksi gas, namun saat ini QCM juga dapat digunakan dalam larutan sehingga penggunaannya dapat dipadukan dengan sistem elektrokimia. Selektivitas QCM dalam mendeteksi zat tertentu dapat ditingkatkan dengan melapisi sensor QCM dengan zat tertentu yang bersifat sensitif dan selektif terhadap bahan tertentu (SRS, 2011). Terdapat beberapa penelitian menunjukkan bahwa QCM mampu mendeteksi bahan penyusun dari gelatin, Namun gelatin kapsul imunitas anticovid19 belum ada yang mengkaji secara ilmiah. Berdasarkan uraian diatas melihat kelebihan yang dimiliki oleh QCM maka perlu dilakukan untuk mendeteksi adanya porcine kapsul gelatin imunitas anticovid19 di Kota Surabaya Utara dengan menggunakan metode QCM yang selama ini belum pernah diteliti.

Metode

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah kapsul gelatin imunitas anticovid19 asal pasar X Kota Surabaya Utara, emas, kromium, aquadest demineralisasi (Aqua DM-Indolab), dan NaOH. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah kaca arloji, gelas ukur 100 ml (Pyrex), gelas ukur 500 ml (Pyrex), timbangan analitik (Acis), kertas indikator universal (Merck), kain lap, sendok dan moisture analyzer (Ohaus), kulkas, mikropipet, timbangan analitik, kertas pH, satu set alat *Quartz Crystal Microbalance* (SRS-QCM 200), kabel, pipet volume, statif, batang pengaduk, power supply, magnetic stirrer, hot plate, alat gelas, stopwatch, dan satu set *Personal Computer* (PC).

Pengujian dilakukan dengan menggunakan sensor emas yang telah termodifikasi NiO dengan cara mencelupkan probe ke dalam aqua demineralisasi yang ditambah sampel bahan uji. Sampel yang digunakan adalah kapsul gelatin dengan konsentrasi 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, 400 ppm, dan 500 ppm. Pada penelitian ini dilakukan selama 10 menit, serta diaduk dengan *magnetic stirrer* berkecepatan 200 rpm untuk menjaga kehomogenan larutan. Perubahan frekuensi yang terbaca pada alat *Quartz Crystal Microbalance* (QCM) dicatat. Pengujian tersebut masing-masing dilakukan 3 kali replikasi (Kurniawan dan Madurani, 2015; Kurniawan *et al.*, 2017; Nugroho dan Kurniawan, 2015). Gambar 1 adalah rangkain alat QCM.



Gambar 1. Rangkaian alat sensor QCM (Kurniawan dan Madurani., 2015; Kurniawan *et al.*, 2017; Nugroho dan Kurniawan., 2015; Nurramdaniyah et al., 2017)

Keterangan

1. Komputer
2. QCM SRS200
3. Statip
4. *Magnetic Stirrer*
5. *Beaker Glass*
6. *Crystal Holder*

Hasil dan Pembahasan

Kapsul gelatin imunitas anticovid19 yang digunakan sebagai sampel uji pada penelitian ini merupakan salah satu produk obat yang digunakan untuk peningkatan imunitas tubuh yang banyak digemari semua kalangan usia. Kapsul gelatin imunitas anticovid19 memiliki tekstur lunak yang bersumber dari gelatin. Gelatin komersial umumnya bersumber dari sapi (bovien) dan babi (porcine), di mana sekitar 90% gelatin berasal dari babi (Raraswati *et al.*, 2013). Hal ini menjadi perhatian bagi masyarakat yang beragama islam karena makanan yang mengandung babi memiliki hukum haram apabila dikonsumsi seperti yang dijelaskan dalam surat An-Nahl ayat 115 ; “Sesungguhnya Allah hanya mengharamkan atasmu (memakan) bangkai, darah, daging babi dan apa yang disembelih dengan menyebut nama selain Allah;...” (QS. An-Nahl: 115). Sehingga perlu dilakukan kajian ilmiah khususnya pada produk kapsul gelatin imunitas yang ada di pasar X daerah Surabaya utara .

Pada penelitian ini dengan alat *Quartz Crystal Microbalance* (QCM). *Quartz Crystal Microbalance* (QCM) merupakan suatu osilator mekanik yang terdiri dari kristal kuarsa (Quartz) yang memiliki bentuk potongan-AT (*AT-cut crystal*) dengan elektroda logam yang terlapis pada kedua sisinya (Pradini, 2017). Sensor QCM bekerja dengan prinsip pergeseran frekuensi pada kristal kuarsa akibat adanya perubahan massa. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan porcine (babi) pada kapsul imunitas

anticovid19. Langkah awal yang dilakukan dalam pengujian kapsul gelatin imunitas anticovid19 dengan alat QCM yang telah dilarutkan dengan aqua demineralisasi (DM). Pemilihan aqua DM ini jika dibandingkan dengan aquades biasa terdapat kandungan mineral dikhawatirkan dapat berinteraksi dengan gelatin dalam proses pengujian dengan alat QCM yang memberikan hasil yang terdeteksi kurang bagus, sehingga data yang terdeteksi pada QCM lebih stabil apabila menggunakan aquades demineralisasi karena aqua demineralisasi merupakan air yang bebas ion atau tanpa mineral (Falah, 2009). Pada penelitian ini dilakukan sebanyak 4 sampel dengan merk berbeda yang berasal dari pasar X Kota Surabaya utara. Berikut hasil dari pengujian sensor QCM pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil deteksi kapsul anticovid 19 yang dijual di pasar X Surabaya utara dengan alat QCM

No	Kode sampel	Hasil
1	Kontrol Negatif	-
2	Kontrol Positif	+
3	A	+
4	B	+
5	C	-
6	D	-

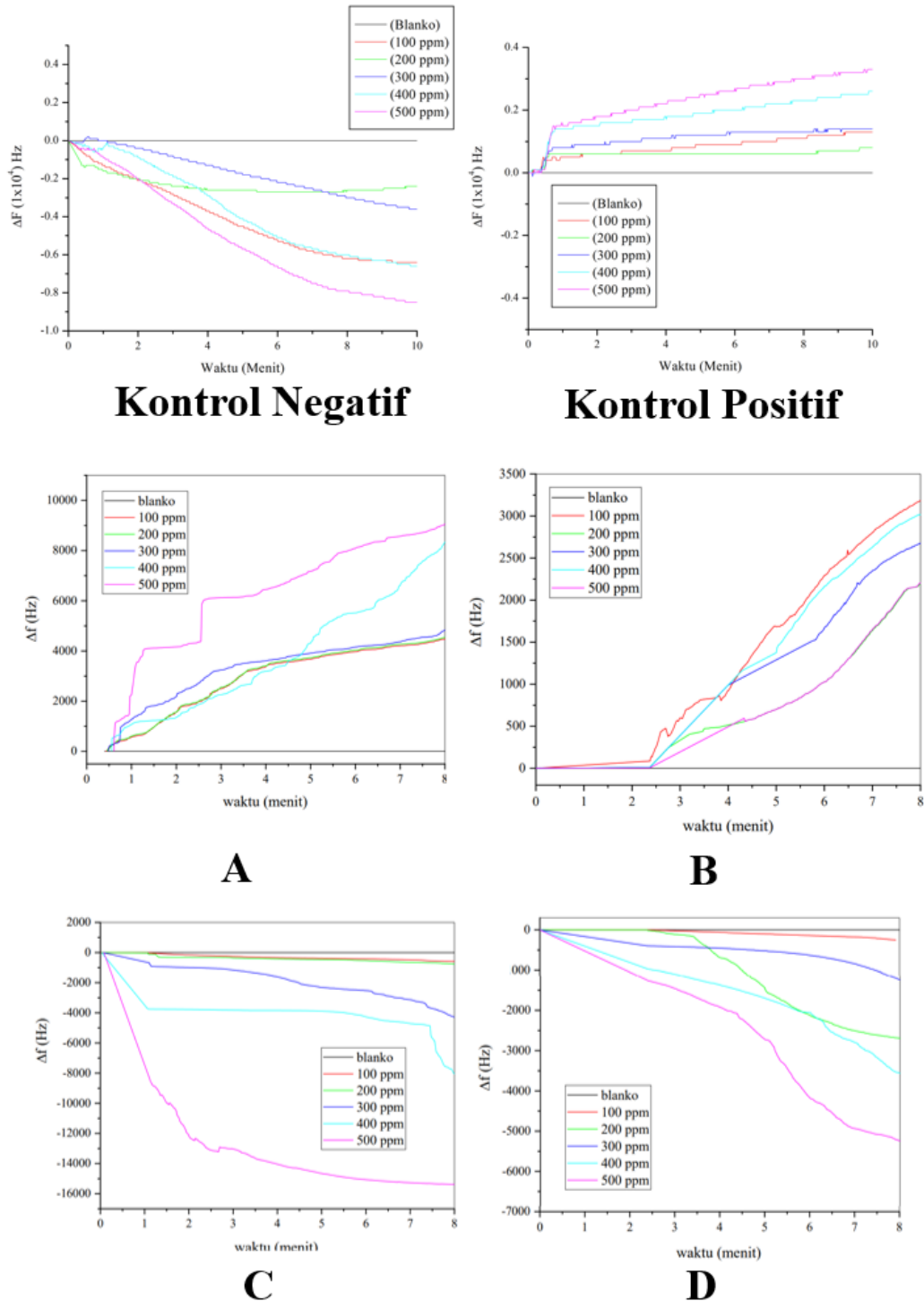
Keterangan :

- (-) : Mengandung sapi (bovine)
 (+) : Mengandung babi (porcine)
 Kontrol Negatif : Gelatin sapi
 Kontrol Positif : Gelatin babi

Gambar 2 merupakan grafik hubungan antara waktu (menit) dengan besarnya frekuensi yang terbaca oleh alat QCM pada sampel kapsul anticovid 19 dengan sampel kontrol negative dan kontrol positif. Pada Gambar tersebut kontrol negatif merupakan gelatin sapi menunjukkan hasil dengan grafik terjadi penurunan frekuensi di bawah -300 Hz setiap waktu 2 menit, dan grafik kontrol positif yang merupakan gelatin babi terjadi kenaikan frekuensi di atas 600 Hz setiap waktu 2 menit. Gambar A dan B kapsul gelatin imunitas anticovid19 bernilai positif yang sama dengan standart gelatin babi bernilai positif (naik) artinya hasil deteksi mengandung porcine. Hal ini ditandai pada Gambar di atas menunjukkan adanya perbedaan kecepatan hasil sensor, yang dapat terlihat bahwa sensor QCM memiliki respon yang lebih cepat pada pengujian sampel gelatin babi. Dikarenakan jumlah asam amino yang terdapat pada gelatin babi lebih banyak sehingga sensor QCM dengan Sensor Emas Termodifikasi NiO mengalami respon yang lebih cepat (Lourentia dan Kurniawan, 2015). Grafik D dan E kapsul gelatin imunitas anticovid19 bernilai negatif yang sama dengan standart gelatin sapi bernilai negatif (turun) artinya hasil deteksi mengandung bovine.

Alat QCM lebih cepat mendeteksi porcine, dikarenakan kandungan asam amino pada gelatin babi yang memiliki jumlah lebih banyak dibandingkan dengan gelatin sapi diantaranya yaitu alanin, valin, leusin, isoleusin, prolin, glisin, treonine, cistein, aspartic acid, glutamic acid, lysin, dan arginin (Krisna dan Endrika, 2016). Gelatin sapi dan gelatin babi memiliki perbedaan terhadap asam amino penyusunnya yang menyebabkan kedua gelatin ini mempunyai berat molekul yang berbeda. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya oleh Hafidz, *et al.* (2011) melaporkan bahwa komposisi asam amino antara gelatin kulit sapi dan gelatin kulit babi relatif berbeda, terutama untuk glisin, prolin dan arginine. Pada penelitian tersebut komposisi asam amino gelatin sapi dan babi pada uji spektrofotometer UV pada kisaran panjang gelombang 200-400 nm dengan jumlah 40residu per 1000 total residu asam amino, didapatkan hasil bahwa perbedaan yang signifikan terlihat dari komposisi residu glisin dan prolin pada gelatin babi yang jauh lebih besar jika dibandingkan dengan gelatin sapi. Demikian pula untuk asam amino polar seperti asam aspartat, asam glutamat dan arginin dengan komposisi yang relatif lebih besar pada gelatin babi (Seaman *et al.*, 1952). Hal tersebut dapat mempengaruhi perubahan frekuensi yang terdeteksi pada sensor QCM. Kekuatan ikatan gelatin sapi (bovine) pada sensor emas QCM lebih kuat dibandingkan dengan gelatin babi (porcine) yang lemahnya kekuatan ikat yang dimiliki sehingga menyebabkan massa yang dihasilkan oleh gelatin sapi lebih berat dan ditandai dengan adanya penurunan frekuensi yang bernilai negatif dan massa yang dihasilkan oleh gelatin babi lebih ringan yang ditandai dengan adanya kenaikan frekuensi yang bernilai positif. Pengujian

ini dilakukan selama 10 menit untuk masing-masing sampel dimana pada waktu tersebut alat QCM sudah dapat mendeteksi gelatin (Nugroho dan Kurniawan, 2015).



Gambar 2. Grafik hubungan antara waktu (menit) dengan besarnya frekuensi yang terbaca oleh alat QCM pada sampel kapsul anticovid 19 pada sampel kontrol negatif, kontrol positif, sampel A, B, C, dan D

Di dukung oleh penelitian Nugroho dan Kurniawan (2015) menyatakan bahwa adanya kekuatan ikatan gelatin sapi dengan gelatin babi yaitu kekuatan ikatan gelatin sapi (bovine) pada NiO lebih kuat dibandingkan dengan gelatin babi (porcine) dengan NiO, sehingga menyebabkan adanya perubahan frekuensi pada gelatin sapi bernilai negatif (turun) dan bernilai positif (naik) pada gelatin babi (Pradini, 2017).

Penelitian ini juga sesuai dengan Pradini dan Kurniawan, (2017) bahwa sensor emas QCM dapat digunakan untuk mengidentifikasi gelatin pada makanan (marshmello) yang bisa dilihat pada perbedaan frekuensi. Permen marshmello terbuat dari gelatin sapi dan gelatin babi mempunyai perbedaan pada komposisi asam amino penyusunnya, sehingga mempunyai berat molekul yang berbeda. Berat molekul yang berbeda akan menghasilkan perubahan frekuensi yang berbeda. Menurut (Lourentia dan Kurniawan, 2015) menunjukkan bahwa gelatin sapi dan babi dapat dibedakan dengan menggunakan sensor QCM termodifikasi pada pH basa (pH 9) sesuai dengan peneliti lakukan dengan menggunakan pH 9 (Nugroho dan Kuriawan, 2015). Mekanisme kerja QCM dengan piezoelektrik yang dapat mendeteksi perubahan massa pada permukaannya serta mempunyai sensitivitas tinggi (Nugroho dan Kurniawan, 2015). QCM memiliki kelebihan yaitu sensitivitas frekuensi osilasi kristal pada suhu, kelembaban, tekanan, kecepatan dan getaran tertentu, akan membuat osilator piezoelektrik ini digunakan sebagai sensor yang mempunyai tingkat akurasi yang tinggi (Pradini, 2017). Sensor emas yang dimodifikasi memiliki respon frekuensi yang baik untuk membedakan gelatin sapi dan babi, sehingga sensor QCM yang dimodifikasi memiliki banyak manfaat untuk membedakan antara gelatin sapi dan gelatin babi dengan cepat jika dibandingkan dengan metode lain.

Penelitian ini didukung oleh Pradini dan Kurniawan (2017) menyatakan bahwasannya sensor QCM modifikasi NiO dapat membedakan antara gelatin sapi dan babi pada gelatin yang dilihat pada perbedaan frekuensi gelatin babi bernilai positif (naik) yang mengandung porcine sesuai dengan peneliti yang telah lakukan. Sehingga dengan kata lain gelatin sapi dan babi dapat deteksi berdasarkan nilai pergeseran yang dihasilkan saat pengukuran menggunakan alat QCM termodifikasi NiO nanopartikel. Gelatin sapi memberikan hasil negatif (turun) sedangkan gelatin babi memberikan pergeseran nilai yang positif (naik). Sehingga secara visual kapsul imunitas anticovid-19 yang dijual di Kota Surabaya utara tidak bisa dibedakan bahan penyusunnya melainkan sesuai dengan penelitian yang dilakukan dengan alat QCM dapat dibedakan bahan penyusun antara sapi dengan babi dan ditemukan sampel 2 positif porcine dan 2 negatif sapi.

Simpulan

Deteksi secara kualitatif dengan alat QCM pada kapsul gelatin imunitas anticovid19 yang dijual dipasar X Surabaya Utara menunjukkan bahwa dari 4 merk yang berbeda, terdapat 2 sampel dengan hasil negatif (-) dan 2 sampel dengan hasil positif (+) artinya 2 sampel mengandung gelatin sapi (bovine) dan 2 sampel positif mengandung gelatin babi (porcine).

Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan banyak terimakasih kepada Kementerian Ristek dan Teknologi/ Badan Riset dan Inovasi Nasional yang telah memfasilitasi dan mendanai Penelitian Dosen Pemula (PDP) dengan nomor kontrak 068/EA.Q/AK.04.PT/2021; 070/AMD-SP2H/LT-MONO-PDPK/LL7/2012; 073/AKFAR-SBY/PPPM/50.02/VII/2021.

Daftar Referensi

- Aida, A.A., Che Man, Y.B., Wong C.M.V.L., Raha A.R., & Son, R., 2005. Analysis of Raw Meats and Fats of Pigs Using Polymerase Chain Reaction for Halal Authentication. *Meat Science*. 69 (1): 47-52.
- Aristory, M.C., & Toldra, F., 2004. Histidine dipeptides HPLC-based Test for The Detection of Mammalian Origin Proteins in Feeds for Ruminants. *Meat Science* 67 (2): 211-217.

- Chou, C.C., Lin, S.P., Lee, K.M., Hsu, C.T., Vickroy, T.W., & Zen, J.M., 2007. Fast Differentiation of Meats from Fifteen Animal Species by Liquid Chromatography with Electrochemical Detection Using Copper Nanoparticle Plated Electrodes. *Journal of Chromatography*. 846 (1-2): 230-239.
- Chen, F.C., & Hsieh, Y.H., 2000. Detection of Pork in Heatprocessed Meat Products by Monoclonal Antibody-base ELISA. *Journal of AOAC International* 83 (1): 79-85.
- Demirhan, Y., Ulca, P., & Senyuva, H.Z., 2012. Detection of Porcine DNA in Gelatine and Gelatine containing Processed Food Products Halal/Kosher Authentication. *Meat Science* 90 (14): 686-689.
- Falah., L. M. 2009. Pembuatan Aquadm (Aquademineralized) Dari Air Ac (Air Conditioner) Menggunakan Resin Kation Dan Anion. *Kim Anal.* 1 (2): 1-10
- GMIA. 2012. *Gelatin Handbook*. USA: Gelatin Manufacturers Institute of America.
- Hermanto, S. & Ode L. S. 2013. Differentiation of Bovine and Porcine Gelatin Based on Spectroscopic and Electrophoretic Analysis. *Journal of Food and Pharmaceutical Science*. 1 (3): 68-73.
- Hoffman, K., 1985. Principal Problems in the Identification of Meat Species of Slaughter Animals Using Electrophoretic Methods. *Biochemical*, 9(1): 20-31.
- Homola, J. 2003. Present and Future of Surface Plasmon Resonance Biosensors. *Anal Bioanal Chem*, 377 (16): 528-539.
- Kurniawan, F., Kiswiyah, N. S. A., Madurani, K. A., & Tominaga, M. 2017. Single-Walled carbon nanotubes-modified gold electrode for dopamine detection. *ECS Journal of Solid State Science and Technology*, 6 (6): 109-112.
- Krisna, W. A., & Endrika, W. 2016. Deteksi Gelatin Babi Pada Soft Candy Menggunakan Metode PCR-RFLP Sebagai Salah Satu Pembuktian Kehalalan Pangan. *J Teknol Pertan.* 16(2): 81-8.
- Kurniawan, F., & Madurani, K. A. 2015. Electrochemical and optical microscopy study of red pepper seed oil corrosion inhibition by self assembled monolayers (SAM) on 304 SS. *Progress in Organic Coatings* 88 (5): 256- 262.
- Lourentia, C, & Kurniawan F. 2015. Deteksi Gelatin Babi Menggunakan Sensor Emas Termodifikasi NiO Nanopartikel dengan Quartz. *J Sains Dan Seni ITS.* 4(2):42-4.
- Nugroho, A., & Kurniawan F. Deteksi Gelatin Babi Menggunakan Sensor Emas Termodifikasi Ni(OH)₂ Nanopartikel dengan Quartz. *J Sains Dan Seni ITS.* 24(2):42-4.
- Nurramdaniyah, Padaga, M., Santjojo, D.J.D.H., Sakti, S.P, & Masruroh. 2017. Studi Struktur Mikro Lapisan Asam Stearat di atas Permukaan Sensor Quartz Crystal Microbalance (QCM). *Nat B.* 4(2):105-10.
- Pradini, D. 2017. Deteksi Gelatin Babi Dalam Marshmallow Menggunakan Sensor Quartz Crystal Microbalance (QCM) Termodifikasi NiO. *Tesis tidak dipublikasikan*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Reich, G. 2001. Formulation and physical properties of soft capsules Chapter 11. Deutsche Lederinstitute: Frieberg.
- Riaz, M.N. dan Chaudry, M.M. 2004. *Halal food production*. CRC Press: USA.
- Sahilah, A.M., Mohd. Fadly, L., Norrakiah, A.S., Aminah, A., Wan Aida, W.M., Ma'aruf, A.G & Mohd. Khan, A. 2012. Halal Market Surveillance of Soft and Hard Gel Capsules in Pharmaceutical Products Using PCR and Southern-Hybridation on the Biochip Analysis. *International Food and Research Journal* 19 (1): 371-375.
- Seaman, W., Woods, J.T, & Leibmann, W. 1952. Differentiation of Bovine and Porcine Gelatin Based on Spectroscopic and Electrophoretic Analysis. *Anal Chem.* 24(12):1949-52.

- SRS (Stanford Research System). 2011. Operation and Service Manual QCM 200 Quartz Crystal Microbalance Digital Controller and QCM 5MHz Crystal Oscillator. California: Stanford Research System, Inc.
- Venien, A & Levieux, D. 2005. Differentiation of Bovine from Porcine Gelatines Using Polyclonal Anti peptide Antibodies in Indirect and Competitive Indirect ELISA. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 39 (14), 418-424. Wolf, C., dan Luthy, J., 2001. "Quantitative Competitive (QC) PCR for Quantification of Porcine DNA". *Meat Science* 57: 109-119.