

Pengaruh Fortifikasi Nanokalsium Cangkang Telur terhadap Karakteristik Minuman Sari Buah Nanas (*Ananas Comosus L.*) Bengkuang (*Pachyhizus Erosus*)

*Effect of Eggshell Nanocalcium Fortification on The Characteristics of Pineapple
(Ananas Comosus L.) Jicama (Pachyhizus Erosus) Juice*

Rolisa Nofenti, **Nura Malahayati**^{*)}

Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian,
Universitas Sriwijaya, Indralaya, Ogan Ilir 30862, Sumatera Selatan, Indonesia

^{*)}Penulis untuk korespondens: nura_malahayati@yahoo.com

Sitasi: Nofenti, R., & Malahayati, N. (2023). Effect of eggshell nanocalcium fortification on the characteristics of pineapple (*Ananas Comosus L.*) jicama (*Pachyhizus Erosus*) juice. In: Herlinda S et al. (Eds.), Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-11 Tahun 2023, Palembang 21 Oktober 2023. (pp. 649–659). Palembang: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI).

ABSTRACT

This research aimed to determine the effect of eggshell nanocalcium fortification on the physical and chemical characteristics of pineapple jicama juice. This study used a Factorial Completely Randomized Design with two treatment factors. Factor A (type of eggshell nanocalcium) with two levels of treatment (chicken and duck eggshells nanocalcium) and factor B (concentration of eggshell nanocalcium) with three levels of treatment (50%, 75%, and 100%). Each treatment was repeated 3 times. The observed parameters were physical characteristics (color: lightness (L*), redness (a*), yello (b*), stability and viscosity), chemical characteristics (pH, calcium content and vitamin C). The results showed that type of eggshell nanocalcium had a significant effect on pH. The concentration of eggshell nanocalcium had a significant effect on the lightness (L*), viscosity, and vitamin C. According to the highest value of calcium content (496.83 ppm) and vitamin C (64.02 mg/100g), the best treatment was pineapple jicama juice fortified with 100% duck eggshell nanocalcium.

Keywords: eggshell, nanocalcium, pineapple jicama, fortification

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh fortifikasi nanokalsium cangkang telur terhadap karakteristik fisik dan kimia minuman sari buah nanas bengkuang. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial dengan dua perlakuan. Faktor A (jenis nanokalsium) dengan dua taraf perlakuan (nanokalsium cangkang telur ayam dan bebek) dan faktor B (konsentrasi nanokalsium) dengan tiga taraf perlakuan (50%, 75%, dan 100%). Setiap perlakuan diulang 3 kali. Parameter yang diamati yaitu karakteristik fisik (warna: *lightness* (L*), *redness* (a*), *yellowness* (b*), stabilitas dan viskositas), karakteristik kimia (nilai pH, kadar kalsium, dan vitamin C). Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis nanokalsium berpengaruh nyata terhadap karakteristik nilai pH. Konsentrasi nanokalsium berpengaruh nyata terhadap nilai *lightness* (L*), viskositas, dan vitamin C. Berdasarkan nilai tertinggi dari kadar kalsium (496.83 ppm) dan vitamin C (64.02 mg/100g), perlakuan terbaik adalah fortifikasi minuman sari nanas bengkuang dengan 100% nanokalsium cangkang bebek.

Kata kunci: cangkang telur, nanokalsium, nanas bengkuang, fortifikasi

Editor: Siti Herlinda et. al.

ISSN: 2963-6051 (print); 2986-2302 (online)

Penerbit: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI)

PENDAHULUAN

Jumlah kalsium yang dibutuhkan oleh tubuh sekitar 1000-1500 mg/hari. Jumlah tersebut dibutuhkan guna mempertahankan kadar kalsium serum dalam kondisi seimbang (Fitria, 2016). Umumnya masyarakat mengkonsumsi susu sebagai sumber kalsium. Namun dikalangan remaja produk susu kurang digemari sehingga perlu alternatif lain untuk memenuhi asupan kalsium harian. Kalsium dapat di peroleh dari cangkang telur, cangkang telur merupakan limbah industri roti yang umunya tidak diolah lebih lanjut sehingga apabila dibiarkan begitu saja akan berdampak buruk bagi lingkungan (Setiawan, 2017). Cangkang telur memiliki kandungan kalsium sebesar 90%, hal ini menandakan bahwa cangkang telur merupakan sumber kalsium yang potensial (El-Shibiny *et al.*, 2018; Tizo *et al.*, 2018). Cangkang telur direkomendasikan oleh World Health Organisation sebagai bahan alternatif sumber kalsium yang mudah ditemui dan relatif murah (Bartter *et al.*, 2018). Diketahui beberapa keunggulan dari nanokalsium cangkang telur diantaranya merupakan bahan baku alami, ramah lingkungan, dapat diperoleh dari limbah industri sehingga mengurangi pencemaran lingkungan (Yin *et al.*, 2008). Telah diketahui bahwa kalsium memiliki peran penting bagi tubuh dalam pembentukan kepadatan tulang dan gigi, kontraksi otot, terjadinya pembekuan darah dan dapat mencegah terjadinya osteoporosis (Amran, 2018).

Kalsium yang terkandung dalam cangkang telur dapat dimanfaatkan sebagai fortifikan sebagai upaya untuk meningkatkan nilai gizi suatu produk pangan. Kalsium umumnya berukuran mikro yang hanya 50% di absorpsi oleh tubuh. Penerapan nanokalsium pada cangkang telur dapat meningkatkan bioavaibilitas kalsium agar terserap dengan optimal didalam tubuh. Nanoteknologi ditujukan untuk bahan-bahan yang memiliki ukuran 1 sampai 100 nanometer. Menurut peneliti terdahulu penerapan nanoteknologi pada beberapa produk pangan dapat meningkatkan flavor, warna, tekstur dan konsistensi produk pangan, meningkatkan penyerapan nutrisi dan senyawa aktif (Greiner 2009). Nanokalsium tersebut memiliki bioavaibilitas lebih tinggi dibandingkan dengan makro kalsium, sehingga penyerapan kalsium lebih maksimal dan hanya sedikit terbuang melalui urin (Anggraen *et al.*, 2019). Mengacu pada penelitian Rahmawati dan nisa (2015) fortifikasi kalsium cangkang telur pada pembuatan cookies dengan menggunakan konsentrasi tepung cangkang (5%, 10%, 15%) diperoleh cookies dengan perlakuan terbaik berdasarkan parameter kimia dan fisik yaitu pada taraf 15% sedangkan berdasarkan organoleptik diperoleh perlakuan terbaik pada taraf 5%. Fortifikasi dilakukan dengan tujuan memperbaiki status zat gizi mikro dalam penanggulangan defisiensi kalsium dalam masyarakat dengan cara penambahan zat gizi yang diperlukan kedalam produk olahan vehicle.

Kelarutan sumber kalsium dapat berbeda-beda tergantung dengan pH minuman sari buah yang digunakan. Kalsium yang tidak larut dalam minuman akan menghasilkan tampilan keruh yang akan mengendap di dasar cairan dalam beberapa hari, umumnya hal tersebut menyebabkan minuman sari buah memiliki rasa berpasir (Kortanje, 2001). Kalsium dari cangkang telur merupakan kalsium karbonat. Telah diketahui bahwa kelarutan dari kalsium karbonat didalam air sangat dipengaruhi oleh pH larutan. Semakin rendah pH maka semakin tinggi kelarutan kalsium karbonat (Lidiasari *et al.*, 2017). Metode nanoteknologi dalam proses fraksinasi mengubah kalsium karbonat menjadi kalsium oksida (CaO), Sehingga menghasilkan serbuk nanokalsium yang memiliki karakteristik fisik dan kimia yang baik (Malahayati *et al.*, 2021). Diketahui bahwa kalsium oksida larut dalam kondisi asam dan minuman sari buah nanas yang memiliki pH 3,2 hingga 4,0. Sehingga dari pernyataan tersebut fortifikasi kalsium dari cangkang telur cocok untuk minuman sari buah nanas bengkuang. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui

Editor: Siti Herlinda et. al.

ISSN: 2963-6051 (print); 2986-2302 (online)

Penerbit: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI)

pengaruh fortifikasi nanokalsium cangkang telur terhadap karakteristik minuman sari buah nanas bengkung. Diduga fortifikasi nanokalsium cangkang telur berpengaruh nyata terhadap karakteristik minuman sari buah nanas bengkung

BAHAN DAN METODE

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah : 1) alat-alat gelas untuk analisa, 2) baskom, 3) blender, 4) botol kaca 250 mL, 5) cawan porselen, 6) colour reader, 7) juicer merk “Grand Powder”, 8) kertas saring, 9) kompor, 10) mortar, 11) neraca analitik merk “Kenko KK-Lab”, 12) oven merk “memmert s-400”, 13) panci, 14) plastic PP, 15) pH meter, 16) pisau *stainless steel*, 17) saringan 100 *mesh*, 18) sendok, 19) spatula, 20) spektrofotometer UV-Vis, 21) stopwatch, 22) viskometer Brookfield. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah : 1) air merek “Aqua”, 2) aquadest, 3) bahan-bahan kimia untuk analisa, 4) Cangkang telur, 5) gula pasir, 7) nanas varietas *Queen* dan 8) pektin

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF), dengan dua faktor perlakuan yaitu jenis cangkang telur (A) dan konsentrasi nanokalsium (B), diperoleh 6 kombinasi perlakuan. Setiap kombinasi perlakuan dilakukan ulangan sebanyak tiga kali sebagai berikut :

Faktor A : jenis nanokalsium

A1 : Cangkang telur ayam

A2 : Cangkang telur bebek

Faktor B : Konsentrasi nanokalsium

B1 : 50%

B2 : 75%

B3 : 100%

Konsentrasi nanokalsium yang ditambahkan pada sampel berdasarkan Angka Label Gizi (ALG) kalsium kategori umum, yaitu per 1100 mg bahan per 250mL.

Pelaksanaan Penelitian

Pembuatan Bubuk Mikro Cangkang Telur (Rahmawati dan Nisa, 2015)

Limbah cangkang telur dicuci dengan air hingga bersih. Limbah cangkang direbus selama 3 menit dengan suhu 100°C menghilangkan mikroba, kemudian ditiriskan. Cangkang telur kemudian dikeringkan dalam oven temperature 60°C selama 3 jam, kemudian diletakkan pada suhu ruang. Cangkang telur yang sudah dingin kemudian diblender dengan kecepatan ± 18.000 rpm selama 3 menit hingga halus. Cangkang telur yang telah dihaluskan diayak dengan ayakan 100 mesh. Bubuk cangkang telur dimasukkan dalam plastik PP (*Polypropilene*) dan disimpan pada suhu 4°C untuk dianalisis

Pembuatan Serbuk Nanokalsium Cangkang Telur (Khoerunnisa, 2011)

Bubuk mikro cangkang telur dilakukan perendaman dengan pelarut HCl 1N (1:5) selama 48 jam. Selanjutnya diekstraksi dengan suhu 90°C dengan selama 1 jam. Hasil ekstraksi selanjutnya dilakukan penyaringan dengan kertas saring sehingga diperoleh filtrat dan endapan. Filtrat yang diperoleh dilakukan presipitasi dengan penambahan NaOH 3N dan dilakukan pengadukan serta didiamkan sampai endapan terbentuk. Endapan tersebut selanjutnya dilakukan proses netralisasi menggunakan aquabidest sampai pH netral.

Larutan dipisahkan dari endapan dengan cara dituang dengan perlahan sehingga endapan tidak ikut terbuang. Endapan dilakukan pengovenan selama 3 jam suhu 105°C, kemudian pembakaran dengan *muffle furnace* pada suhu 600°C selama 5 jam, selanjutnya dilakukan penghalusan dengan mortar maka didapatkan serbuk nanokalsium. Serbuk nanokalsium dikemas secara vacum dan disimpan pada suhu 4°C.

Pembuatan Sari Buah Nanas (Astuti & Pade, 2020)

Buah nanas yang dipilih berwarna kuning, tidak busuk dan tidak rusak secara mekanis. Buah nanas dan bengkuang dikupas, dibersihkan dari matanya kemudian dicuci menggunakan air. Potongan nanas dan bengkuang (dilakukan terpisah) dihaluskan menggunakan juicer sampai didapatkan sari buah nanas bengkuang.

Pembuatan Minuman Sari Nanas bengkuang (Ridwan *et al.*, 2016)

Sari buah nanas 75% dan bengkuang 25%. ditambahkan pektin 1,5%, gula pasir 10 %, dan nanokalsium cangkang telur 50%, 75% dan 100%. Kemudian dipanaskan pada suhu 95°C selama 5 menit. Minuman tersebut kemudian disaring menggunakan saringan 100 *mesh* dan dimasukkan ke dalam botol kaca bening yang telah disterilkan. Minuman sari buah nanas dikemas dalam botol kaca dan siap dianalisa

Analisis Data

Data yang diperoleh akan diolah menggunakan analisis keragaman (ANOVA). Perlakuan yang berpengaruh nyata akan diuji lanjut menggunakan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%.

Parameter

Parameter yang diamati dalam penelitian ini meliputi karakteristik fisik yaitu warna (AOAC, 2005), viskositas ((Yuwono dan Susanto, 1998), stabilitas (Wibowo *et al.*, 2014) dan karakteristik kimia yaitu pH (Sudarmadji *et al.*, 2014), kadar kalsium (AOAC, 2005), dan kadar vitamin C (Sudarmadji *et al.*, 2007).

HASIL

Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi antara jenis nanokalsium cangkang telur dan konsentrasi nanokalsium tidak berpengaruh nyata terhadap semua parameter (Tabel 1).

Tabel 1. Nilai rata-rata karakteristik fisik dan kimia minuman sari nanas bengkuang berfortifikasi nanokalsium

Perlakuan	Parameter						
	<i>Lightness</i> (L*)	<i>Redness</i> (b*)	<i>Yellowness</i> (a*)	Viskositas (mPa.s)	pH	Vitamin C (mg)	Kalsium (ppm)
A ₁ B ₁	35.76±3.3 ^a	2.50±0.1 ^a	3.76±0.5 ^a	47.17±0.7 ^a	4.1±0.0 ^a	127.52±12.6 ^a	342.07
A ₁ B ₂	35.65±3.0 ^a	2.82±0.3 ^a	3.95±0.5 ^a	41.24±1.1 ^a	4.22±0.0 ^a	107.31±25.1 ^a	431.66
A ₁ B ₃	42.82±1.4 ^a	3.52±0.3 ^a	4.09±0.5 ^a	37.53±1.5 ^a	4.44±0.0 ^a	86.06±7.9 ^a	404.38
A ₂ B ₁	37.01±0.6 ^a	2.69±0.0 ^a	3.46±0.6 ^a	46.20±1.6 ^a	4.22±0.0 ^a	125.36±16.0 ^a	483.60
A ₂ B ₂	38.57±1.0 ^a	3.10±0.8 ^a	4.20±0.5 ^a	42.96±4.4 ^a	4.63±0.0 ^a	85.92±11.4 ^a	325.31
A ₂ B ₃	41.52±0.3 ^a	3.89±0.4 ^a	4.96±0.6 ^a	38.89±2.6 ^a	5.58±0.0 ^a	64.05±12.0 ^a	496.83

Keterangan: Angka-angka yang ditandai dengan notasi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata (5%), Data = rerata = standar deviasi, A₁ = Nanokalsium cangkang ayam, A₂ = Nanokalsium cangkang bebek, B₁ = konsentrasi nanokalsium 50%, B₂ = Konsentrasi nanokalsium 75%, B₃ = konsentrasi nanokalsium 100%

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis nanokalsium berpengaruh nyata terhadap nilai pH (Tabel 2). Nilai pH menunjukkan bahwa perlakuan A1 (nanokalsium cangkang telur ayam) berbeda nyata terhadap perlakuan A2 (nanokalsium cangkang telur bebek).

Tabel 2. Pengaruh jenis nanokalsium terhadap karakteristik fisik dan kimia minuman sari nanas bengkuang

Perlakuan	Parameter					
	<i>Lightness</i> (L*)	<i>Redness</i> (b*)	<i>Yellowness</i> (a*)	Viskositas (mPa.s)	pH	Vitamin C (mg)
A ₁	38.08±12.3 ^a	2.95±1.6 ^a	3.93±0.5 ^a	41.98±14.6 ^a	4.25±0.5 ^a	106.96±62.2 ^a
A ₂	39.03±6.9 ^a	3.23±1.8 ^a	4.21±2.3 ^a	42.68±11.0 ^a	4.81±2.1 ^b	91.78±93.2 ^a

Keterangan: Angka-angka yang ditandai dengan notasi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata (5%), Data = rerata = standar deviasi, A1 = Nanokalsium cangkang ayam, A2 = Nanokalsium cangkang bebek

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi nanokalsiumm berpengaruh nyata terhadap nilai *lightness* (L*), viskositas, pH dan vitamin C (Tabel 3). Nilai *lightness* (L*) pada perlakuan B1 (konsentrasi nanokalsium 50%) berbeda nyata dengan perlakuan B3 (konsentrasi nanokalsium 100%) tetapi berbeda tidak nyata dengan perlakuan B2 (konsentrasi nanokalsium 75%). Nilai viskositas pada perlakuan B3 (konsentrasi nanokalsium 100%) berbeda nyata dengan perlakuan B2 (konsentrasi nanokalsium 75%) dan B1 (konsentrasi nanokalsium 50%). Nilai pH pada perlakuan B1 (konsentrasi nanokalsium 50%) berbeda nyata dengan perlakuan B2 (konsentrasi nanokalsium 75%) dan B3 (konsentrasi nanokalsium 100%). Nilai vitamin C perlakuan B3 (konsentrasi nanokalsium 100%) berbeda nyata dengan perlakuan B2 (konsentrasi nanokalsium 75%) dan B1 (konsentrasi nanokalsium 50%).

Tabel 3. Pengaruh konsentrasi nanokalsium terhadap karakteristik fisik dan kimia minuman sari nanas bengkuang

Perlakuan	Parameter					
	<i>Lightness</i> (L*)	<i>Redness</i> (b*)	<i>Yellowness</i> (a*)	Viskositas (mPa.s)	pH	Vitamin C (mg)
B ₁	36.39±2.8 ^a	2.59±0.4 ^a	3.61±0.7 ^a	46.68±2.1 ^c	4.16±0.2 ^a	126.44±4.6 ^c
B ₂	37.11±6.2 ^a	2.96±0.6 ^a	4.08±0.5 ^a	42.10±3.6 ^b	4.42±0.9 ^b	96.62±45.4 ^b
B ₃	42.17±2.7 ^b	3.70±0.8 ^a	4.52±1.8 ^a	38.21±2.9 ^a	5.10±2.4 ^c	75.05±46.7 ^a

Keterangan :Angka-angka yang ditandai dengan notasi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata(5%), Data = rerata = standar deviasi

PEMBAHASAN

Lightness (L*)

Lightness (L*) atau kecerahan memiliki nilai 0 (hitam) sampai dengan 100 (putih). Sampel produk yang berwarna cenderung gelap ditunjukkan pada angka 0 sampai dengan 50, sedangkan sampel yang berwarna terang berada pada angka 51 sampai dengan 100 (Dewantoro *et al.*, 2019). Interaksi jenis nanokalsium dengan konsentrasi nanokalsium (Tabel 1) dan jenis nanokalsium (Tabel 2) berpengaruh tidak nyata terhadap nilai *lightness* (L*). Hal tersebut dikarenakan pigmen warna cangkang telur ayam dan bebek mengalami degradasi sehingga menghasilkan bubuk dengan warna putih. Lebih lanjut Malahayati *et al.* (2021) bahwa proses perendaman dengan HCL dan ekstraksi menyebabkan perubahan warna nanokalsium cangkang telur bebek dan cangkang telur ayam berwarna putih. Proses tersebut menyebabkan warna kehijauan pada cangkang telur bebek terdegradasi sehingga menghasilkan warna putih, sedangkan warna kecoklatan pada cangkang telur ayam menghasilkan warna putih cenderung lebih gelap dari pada nanokalsium cangkang telur

bebek. Cangkang telur bebek memiliki warna biru kehijauan yang disebabkan oleh pigmen biliverdin, sedangkan cangkang telur ayam memiliki warna kecoklatan yang disebabkan oleh pigmen porfirin (Mushawwir dan Latipudin, 2013; Yonata *et al.*, 2017). Dari pernyataan tersebut diketahui bahwa pigmen warna cangkang telur ayam dan bebek memiliki hasil akhir berwarna putih dan akan larut secara optimal kedalam minuman sari nanas bengkuang sehingga tidak memberikan pengaruh yang signifikan, namun berpengaruh nyata terhadap konsentrasi nanokalsium yang diberikan. Konsentrasi nanokalsium (Tabel 3) berpengaruh nyata terhadap nilai *lightness* (L^*). Hal ini dikarenakan nanokalsium cangkang telur ayam dan nanokalsium cangkang telur bebek berwarna putih memiliki nilai *lightness* (L^*) yang tinggi. Menurut Malahayati *et al.* (2021) bubuk nanokalsium memiliki nilai *lightness* (L^*) berkisar antara 92.00% sampai dengan 94.03%. Sehingga semakin tinggi konsentrasi nanokalsium yang ditambahkan maka semakin tinggi nilai *lightness* (L^*) sehingga warna yang dihasilkan semakin cerah. Sari bengkuang juga berpengaruh terhadap *lightness* (L^*) minuman sari dikarenakan bengkuang mengandung pati. Pati dan kalsium yang berwarna putih memiliki sifat opaque sehingga apabila ditambahkan kedalam minuman sari nanas berfortifikasi nanokalsium dapat memantulkan cahaya (Lingga, 2010). Berdasarkan pernyataan tersebut semakin tinggi konsentrasi nanokalsium yang ditambahkan maka semakin banyak jumlah kalsium yang tersuspensi dalam minuman sari nanas bengkuang sehingga dapat menyebabkan efek *whitening* (kecerahan) pada minuman sari meningkat.

Redness (a*)

Redness (a^*) adalah warna kromatik campuran merah dan hijau, warna merah memiliki nilai $+a^*$ dengan kisaran angka 0 sampai dengan $+80$ sedangkan warna hijau memiliki nilai $-a^*$ dengan kisaran angka 0 sampai dengan -80 (Souripet, 2015). Interaksi antara jenis nanokalsium dengan konsentrasi nanokalsium (Tabel 1) dan jenis nanokalsium (Tabel 2) serta konsentrasi nanokalsium (Tabel 3) berpengaruh tidak nyata terhadap nilai *redness* (a^*). Penambahan nanokalsium tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan *redness* pada minuman sari nanas bengkuang. Hal ini disebabkan oleh kandungan pigmen warna minuman sari nanas bengkuang lebih dominan dibandingkan dengan pigmen warna nanokalsium yang berwarna putih. Minuman sari buah nanas bengkuang berfortifikasi nanokalsium cangkang telur memiliki nilai rata-rata *redness* (a^*) berkisar antara 2.36 sampai dengan 3.89 artinya minuman sari nanas bengkuang menunjukkan nilai positif mendekati warna merah. Warna kemerahan pada minuman sari buah ini diperoleh dari betakaroten yang merupakan pigmen warna merah orange dan xantofil yang merupakan pigmen kuning sampai oranye yang ada pada buah nanas (Siregar, 2016). Namun dikarenakan pigmen warna minuman sari nanas bengkuang lebih dominan sehingga penambahan nanokalsium yang sedikit kedalam minuman sari nanas bengkuang akan larut dan tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap nilai *redness* (a^*).

Yellowness (b*)

Yellowness (b^*) adalah warna kromatik campuran kuning dan biru, nilai warna kuning ($+b^*$) memiliki kisaran angka 0 sampai dengan $70+$ sedangkan warna biru memiliki kisaran angka 0 sampai dengan -70 (Souripet, 2015). Interaksi antara jenis nanokalsium dengan konsentrasi nanokalsium (Tabel 1) dan jenis nanokalsium (Tabel 2) serta konsentrasi nanokalsium (Tabel 3) berpengaruh tidak nyata terhadap nilai *yellowness* (b^*). Penambahan nanokalsium cangkang telur tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan nilai *yellowness* (b^*) pada minuman sari nanas bengkuang. Hal tersebut diduga minuman sari nanas bengkuang memiliki pigmen yang dominan berwarna kuning sehingga nanokalsium cangkang telur berwarna putih akan larut sempurna didalam

minuman sari buah nanas bengkuang yang bersifat asam. Warna kuning pada buah nanas disebabkan oleh pigmen karotenoid dan xantofil yang tinggi (Siregar, 2016). Sehingga penambahan nanokalsium yang sedikit dalam minuman sari nanas bengkuang akan larut dan tidak mempengaruhi nilai *yellowness* (b*).

Viskositas

Viskositas merupakan salah satu parameter untuk mengukur kekentalan suatu produk yang dinyatakan dalam bentuk satuan (Tissos *et al.*, 2014). Interaksi antara jenis nanokalsium dengan konsentrasi nanokalsium (Tabel 1) dan jenis nanokalsium (Tabel 2) berpengaruh tidak nyata, namun konsentrasi nanokalsium (Tabel 3) berpengaruh nyata terhadap viskositas. Konsentrasi nanokalsium memberikan pengaruh yang nyata terhadap penurunan nilai viskositas larutan. Oleh karena itu semakin tinggi konsentrasi nanokalsium maka semakin basa larutan sehingga viskositas menurun. Kekentalan larutan juga dipengaruhi oleh kandungan pektin pada buah nanas. Daging buah nanas memiliki kandungan pektin tinggi sebesar 29% (Puspitasari, 2008). Pembentukan gel pektin sari buah nanas bengkuang dipengaruhi oleh pH, apabila minuman sari buah dalam kondisi pH rendah (asam) maka akan meningkatkan nilai kekentalan minuman, jika minuman mengalami peningkatan pH (basa) maka akan menurunkan tingkat kekentalan minuman. Hal tersebut disebabkan oleh pemecahan pektin oleh enzim metil esterase sehingga kekentalan dan konsistensi sari buah menurun (Pollard dan Timberlake, 1971). Selaras dengan pernyataan Lidiasari *et al.*, (2017) pektin merupakan larutan yang stabil dalam kondisi asam pada pH 2 sampai dengan 4, sedangkan pH di atas 4 kekuatan gel (viskositas) pektin sari buah nanas menurun akibat adanya dipolimerisasi pektin. Berdasarkan pernyataan tersebut diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi nanokalsium maka semakin tinggi nilai pH yang dihasilkan sehingga nilai viskositas menurun.

Stabilitas

Stabilitas merupakan parameter untuk mengetahui tingkat kelarutan suatu produk. Analisa stabilitas minuman sari nanas bengkuang berfortifikasi nanokalsium didiamkan didalam refrigerator selama 24 jam. Nanokalsium cangkang telur ayam dan bebek yang ditambahkan kedalam minuman sari buah nanas bengkuang memiliki nilai stabilitas yang baik dengan nilai 100%. Faktor yang mempengaruhi nilai stabilitas adalah pH dan ukuran partikel kalsium oksida. Diketahui bahwa sari nanas bengkuang memiliki pH rendah (asam) sehingga kelarutan nanokalsium memiliki nilai 100% terlarut. Hal ini dikarenakan kalsium oksida memiliki nilai kelarutan yang tinggi dalam kondisi asam, menurut BPOM. (2010) kalsium oksida larut dalam kondisi asam seperti asam asetat, asam sitrat, asam hidroklorik dan asam lainnya.

Menurut Lidiasari *et al.* (2017) nilai pH sangat mempengaruhi kelarutan dari kalsium. Semakin asam suatu larutan maka semakin tinggi kelarutan dari kalsium tersebut. Diketahui bahwa kelarutan mineral kalsium oksida (CaO) erat kaitannya dengan ukuran partikelnya, lebih lanjut menurut Malahayati *et al.* (2021) partikel CaO cangkang telur ayam dan bebek memiliki ukuran masing-masing 41.54 nm dan 94.90 nm. Oleh karena itu kalsium oksida (CaO) yang berukuran nano memiliki keunggulan mudah larut dan terurai. Nanopartikel dengan ukuran sangat kecil memiliki kelarutan dan bioavailabilitas yang baik. Semakin kecil ukuran partikel nanokalsium maka penyerapan kalsium dalam tubuh lebih maksimal (Suptijah *et al.*, 2012). Produk yang memiliki stabilitas yang baik akan mempermudah pengaplikasiannya dalam pembuatan produk pangan serta kelarutan yang baik mudah dicerna oleh tubuh. Minuman sari nanas bengkuang berfortifikasi nanokalsium memiliki stabilitas yang baik sehingga cocok dikonsumsi untuk memenuhi asupan kalsium harian.

Nilai pH

Pengukuran nilai pH atau derajat keasaman merupakan analisa untuk mengetahui tingkat keasaman suatu produk pangan (Widowati *et al.*, 2020). Menurut Rahadian *et al.*, (2017) rerata pH dalam suatu produk erat kaitanya dengan kandungan asam pada produk tersebut. Semakin tinggi rerata pH yang didapatkan maka kandungan asam dalam produk tersebut semakin rendah. Interaksi antara jenis nanokalsium dengan konsentrasi nanokalsium (Tabel 1) berpengaruh tidak nyata. Hal tersebut dikarenakan nanokalsium yang digunakan dari serbuk nanokalsium cangkang telur bebek dan serbuk nanokalsium cangkang telur ayam sama-sama mempunyai ukuran partikel nano dan larut dalam kondisi asam. Namun jenis nanokalsium (Tabel 2) berpengaruh nyata terhadap nilai pH minuman sari buah nanas bengkuang, hal tersebut dikarenakan kandungan kalsium cangkang telur bebek lebih tinggi dari pada kandungan cangkang telur ayam. Lebih lanjut menurut Malahayati *et al.* (2021) bahwa kandungan kalsium cangkang telur bebek lebih tinggi sebesar 45.50% dan kalsium cangkang telur ayam 35.50%. Sehingga konsentrasi nanokalsium (Tabel 3) juga berpengaruh nyata terhadap nilai pH, semakin tinggi konsentrasi yang ditambahkan maka semakin banyak kalsium yang larut dalam minuman sari buah nanas bengkuang sehingga nilai pH meningkat. Menurut Tiandho *et al.* (2018) peningkatan pH larutan oleh kalsium oksida (CaO) disebabkan oleh terbentuknya gugus hidroksida dalam air yang dapat meningkatkan pH larutan.

Mengacu pada SNI 3719:2014 standar keasaman minuman sari nanas yaitu minimal 0,6. Minuman sari nanas bengkuang yang difortifikasi dengan nanokalsium memiliki pH 4,1 – 5,8. Dapat diartikan bahwa keasaman minuman sari nanas bengkuang berfortifikasi nanokalsium memenuhi syarat mutu menurut SNI.

Kadar Kalsium

Analisa kalsium dilakukan untuk mengetahui kadar nanokalsium didalam minuman sari nanas bengkuang berfortifikasi nanokalsium. Kalsium dianalisa menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS), prinsip metode AAS ialah penyerapan cahaya yang diinterpretasikan dengan panjang gelombang (Azis *et al.*, 2018). Analisa kadar kalsium memiliki nilai tertinggi 496.83 ppm. Perbedaan nilai kadar kalsium pada setiap perlakuan diduga disebabkan oleh jenis raw material atau bahan baku kalsium pada proses pembuatan serbuk nanokalsium yaitu dari tebal atau tipisnya cangkang telur yang digunakan. Proses perendaman bubuk mikro cangkang telur menggunakan larutan HCL 1N dapat meningkatkan kadar kalsium karena pada saat perendaman terbukanya ruang-ruang antar bubuk mikro untuk memisahkan antara mineral dan zat organik sehingga memudahkan pengekstrakan oleh HCL agar mineral mudah lepas dan terekstrak dengan optimum (Suptijah, 2009). Namun perendaman yang tidak merata dapat mempengaruhi kuantitas kalsium yang dihasilkan, Menurut Ebuehi *et al.*, (2007) perendaman dapat mempengaruhi kadar kalsium. perendaman yang tidak merata dapat menghambat pengekstrakan oleh larutan HCL sehingga nanokalsium yang dihasilkan kurang optimal. Perbedaan kandungan kalsium dalam bubuk nanokalsium yang dihasilkan diduga disebabkan juga oleh proses ekstraksi dan pencucian dengan aquades. Menurut Mulyani *et al.*, (2021) konsentrasi HCL yang digunakan saat proses ekstraksi mempengaruhi pH sehingga berpengaruh terhadap proses pencucian, semakin tinggi pH yang dihasilkan maka membuat proses pencucian semakin lama untuk mendapatkan pH yang netral, perlakuan tersebut membuat kalsium ikut terbuang selama proses pencucian berlangsung.

Vitamin C

Vitamin C (asam askorbat) merupakan senyawa yang larut air, tidak larut dalam kloroform, benzene dan eter, sedikit larut dalam alkohol (Devianti dan Wardani, 2018).

Editor: Siti Herlinda et. al.

ISSN: 2963-6051 (print); 2986-2302 (online)

Penerbit: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI)

Interaksi antara jenis nanokalsium dan konsentrasi nanokalsium (Tabel 1) dan jenis nanokalsium (Tabel 2) berpengaruh tidak nyata, namun konsentrasi nanokalsium (Tabel 3) berpengaruh nyata terhadap nilai Vitamin C. Peningkatan konsentrasi nanokalsium berpengaruh terhadap penurunan vitamin C minuman sari buah nenas bengkuang. Semakin tinggi konsentrasi kalsium yang ditambahkan maka nilai vitamin C semakin menurun. Diketahui bahwa vitamin C (asam askorbat) memiliki $\text{pH} < 4$ berada dalam kondisi asam, sehingga penurunan kandungan vitamin C diduga disebabkan oleh kenaikan pH larutan setelah penambahan nanokalsium. Selaras dengan pernyataan Farikha, *et al.*, (2013) vitamin C memiliki karakteristik kimia yang stabil dalam kondisi asam, sedangkan dalam kondisi netral atau basa vitamin C akan mudah terdegradasi. Laju degradasi vitamin C sebanding dengan kadar oksigen terlarut dalam pangan. Menurut Murdianto dan Syahrumsyah. (2012) Vitamin C memiliki struktur kimia $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$, jika vitamin C dan ion kalsium (Ca^{2+}) bertemu maka terjadi reaksi kimia yang dapat mengurangi atau mempengaruhi ketersediaan vitamin C. Berdasarkan pernyataan tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi nanokalsium yang ditambahkan maka akan menurunkan kadar vitamin C minuman sari nenas bengkuang berfortifikasi nanokalsium.

Perlakuan Terbaik

Perlakuan terbaik minuman sari nenas bengkuang berfortifikasi nanokalsium berdasarkan parameter kadar kalsium dan vitamin C adalah A2B3 (nanokalsium bebek dengan konsentrasi 100%) dengan nilai sebesar 496.83 ppm dan nilai vitamin C sebesar 64.02 mg/100g. Jumlah kalsium 496.83 ppm setara dengan 496.83 mg/L. Menurut Badan Pengawasan Obat dan Makanan (2019), jumlah konsumsi fortifikasi zat mikro pada bahan pangan minimal 10% ALG pertakaran saji. Jika kebutuhan kalsium harian 1100 mg, maka dengan mengkonsumsi 2 gelas minuman sari nenas bengkuang berfortifikasi nanokalsium dapat menyumbang 20% kebutuhan kalsium perhari dan kebutuhan vitamin C harian 60 mg per hari.

KESIMPULAN

Nanokalsium cangkang telur ayam dan nanokalsium cangkang telur bebek berpotensi sebagai fortifikan kalsium yang baik pada minuman sari nenas bengkuang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Ir. Nura Malahayati, M. Sc., Ph.D. selaku pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan, saran, motivasi, bantuan, dan nasihat kepada penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- Amran P. (2018). Analisis perbedaan kadar kalsium (Ca) terhadap karyawan teknis produktif dengan karyawan administratif pada Persero Terbatas Semen Tonasa. *Jurnal Media Analisis Kesehatan*, 1(1), 1-7.
- AOAC. (2005). *Official methods of analysis of the association of official analytical chemists*. Published By The Association Of Official Analytical Chemist. Marlyand.
- Astuti, A., & Pade, S. W. (2020). Karakteristik Vitamin C, Viskositas dan nilai PH minuman fungsional kombinasi sari buah nenas (*Ananas Comosus*) dan jahe (*Zingiber Officinale Roscoe.*). *Journal of Agritech Science (Jasc)*, 4(1), 13-18.

- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. (2019). Peraturan Badan Pengawasan Obat dan Makanan Nomor 22 Tahun 2019 tentang informasi Nilai Gizi pada Label Pangan Olahan. Jakarta : BPOM
- Devianti, V.A., & Wardani, R.K. (2018). Degradasi Vitamin C Dalam Jus Buah Dengan Penambahan Sukrosa dan Lama Waktu Konsumsi. *Jurnal Of Research and Technology*, 4(1), 41-46.
- Dewantoro, A. A., R. A. Kurniasih, & S. Suharto. (2019). Aplikasi gelatin sisik ikan nila (*Oreochromis Niloticus*) sebagai pengental sirup nanas. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*, 1(1), 37-46.
- Ebuehi OAT, & Oyewole AC. (2007). Effect of cooking and soaking on physical characteristics, nutrient composition and sensory evaluation of indigenous and foreign rice varieties in Nigeria. *African Journal of Biotechnology* 6(8):1016-1020.
- El-Shibiny, S., El-Gawad, M.A.E.M.A., Assem, F.M., & El-Sayed, S.M. (2018). The Use Of Nano-Sized Eggshell Powder For Calcium Fortification Of Cow’s And Buffalo’s Milk Yogurts. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 17 (1), 37–49.
- Fitria R. (2016). Hubungan indeks massa tubuh, paritas dan lama menopause dengan densitas mineral tulang pada wanita Pasca Menopause. *Jurnal Maternity And Neonatal*, 2(2), 68-73.
- Greiner R. (2009). Current and projected of nanotechnology in the food sector. *Journal Of Brazilian Society Of Food And Nutrition*, 34(1): 243-260.
- Khoerunnisa. (2011). Isolasi Dan Karakterisasi Nano Kalsium Dari Cangkang Kijing Lokal (*Pilsbryconcha Exilis*) Dengan Metode Presipitasi. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor.
- Lidiasari, E., Priyanto, G., Malahayati, N., & Pambayun. (2017). Optimization Of Calcium Fortification On Pineapple Juice Using Response Surface Method, *International Journal Of Science And Research (IJSR)*. 6 (6) : 1299 – 1304.
- Malahayati, N., Widowati, T. W., & Alsoyuna, N. S. (2021). The Effect Of Extraction Time On The Physicochemical Characteristics Of Nanocalcium Powder From Chicken And Duck Eggshells. *Potravinarstvo Slovak Journal Of Food Sciences*, 15, 712–72.
- Mushawwir, A., & Latipudin, D. (2013). Biologi sintesis telur, perspektif fisiologis, biokimia, dan molekuler produksi telur. Edisi ke-1. Yogyakarta, Indonesia : Graha Ilmu. ISBN: 978-979-756-954-9
- Puspitasari, D., Datti, N., & Endahwati, L. (2008). *Ekstrasi Pektin Dari Ampas Nanas*. In *Proceedings Seminar Nasional Soebardjo Brotohardjono*. Teknik Kimia Upn “Veteran”. Surabaya.
- Rahadian, R., Harun, N., & Efendi, R.. (2017). Pemanfaatan ekstrak kelopak bunga rosella (*Hibiscus sabdariffa L.*) dan rumput laut (*Eucheuma Cottonii*) 47. Universitas Sriwijaya.
- Rahmawati, W.A., & Nisa, F.C. (2015). Fortifikasi kalsium cangkang telur pada pembuatan cookies (kajian konsentrasi tepung cangkang telur dan *Baking Powder*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(3), 1050-1061.
- Ridwan, J., Emanauli, & Sahrial. (2016). Pengaruh penambahan ekstrak kunyit terhadap sifat fisik kimia dan organoleptik minuman fungsional sari buah perepat (*Sonneratia Alba*). *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*, 1(1), 1420-1428.
- Siregar. F. (2016). Pemanfaatan Buah Belimbing Manis (*Averrhoa Carambola L.*) dan Buah Nanas (*Ananas comusus L.*) dalam pembuatan permen jelly. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2(1), 86-96.
- Setiawan, Y. (2017). Perbedaan kekasaran permukaan basis resin akrilik polimerisasi panas menggunakan bahan pumis, cangkang telur dan pasta gigi sebagai bahan poles.
- Souripet, A. (2015). Komposisi, sifat fisik dan tingkat kesukaan nasi ungu. *AGRITEKNO: Jurnal Teknologi Pertanian*, 4(1), 25-32.

Editor: Siti Herlinda et. al.

ISSN: 2963-6051 (print); 2986-2302 (online)

Penerbit: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI)

- Sudarmadji, S., B. Haryono, & Suhardi. (2007). *Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan Dan Pertanian*. Bandung. Penerbit : Angkasa.
- Suptijah P. 2009. *Nanokalsium Hewani dari Perairan*. Di dalam: Buklet 101 Inovation. Penerbit: BIC Kementrian Ristek.
- Suptijah, P., Agoes M., & Deviyanti, N. (2012). Karakterisasi dan bioavailabilitas nanokalsium cangkang udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Akuatika*, 3 (1), 63-73.
- Tiandho, Y., Aldila, H., & Afriani, F. (2018). Utilization of wasted cockle shell as a natural coagulant and a neutralizer of polluted water in Bangka Belitung islands, Indonesia. In *Journal of Physics: Conference Series*, 1013(1), 012-181.
- Tizo, M. S., Blanco, L. A. V., Cagas, A. C. Q., Cruz, B. R. B. D., Encoy, J. C., Gunting, J. V., Renato O. A., & Mabayo, V. I. F. (2018). Efficiency of calcium carbonate from eggshells as an adsorbent for cadmium removal in aqueous solution. *Sustainable Environment Research*, 28 (6), 326–32.
- Yin, Yongguang., He, & Guidan. (2007). A Fast High-Intensity Pulsed Electric Fields (Pef)-Assisted Extraction Of Dissoluble Calcium From Bone. *Separation And Purification Technology*, 61, 148-152.
- Yuwono, S.S., & Susanto, T. (1998). *Pengujian Fisik Pangan*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Wibowo, R. A., Fibra, N., & Ribut, S. (2014). Pengaruh penambahan sari buah tertentu terhadap karakteristik fisik, kimia, dan sensori sari tomat. *Jurnal Teknologi Industri Dan Hasil Pertanian*, 19 (1), 11-27.
- Widowati, E., Parnanto, N. H., & R.M. (2020). Pengaruh enzim poligalakturonase dan gelatin dalam klarifikasi sari buah nagasuper merah (*HylocereusCostaricensis*). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 13(1), 56-69.