

SKRIPSI

**PENGARUH FORTIFIKASI NANOKALSIUM
CANGKANG TELUR TERHADAP KARAKTERISTIK
MINUMAN SARI BUAH NANAS (*Ananas Comosus* L.)
BENGGUANG (*Pachyrhizus Erosus*)**

***EFFECT OF EGGSHELLS NANOCALCIUM
FORTIFICATION ON CHARACTERISTICS OF
PINEAPPLE-JICAMA JUICE***



**Sultan Ramadhan Lambalano
05031381924064**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023**

SUMMARY

SULTAN RAMADHAN LAMBALANO. Effect of Eggshells Nanocalcium Fortification on Characteristics of Pineapple-Jicama Juice (Supervised by **NURA MALAHAYATI**)

This study aimed to determine the effect of eggshells nanocalcium fortification on characteristics of pineapple-jicama juice. This study used a factorial completely randomized design (CRD) with two treatment factors. The first treatment (factor A) was pineapple-jicama juice concentration which consisted of three treatment levels (100%:0%, 75%:25%, 50%:50%), the second treatment (factor B) was the type of eggshell which consisted of two treatment levels (chicken eggshell and duck eggshell). Each experiment was repeated three times. Observed parameters in this study were physical parameters (color, viscosity, and stability), and chemical parameters (vitamin C, pH and calcium) of Pineapple-Jicama juice.

The results showed that the pineapple-jicama juice concentration treatment significantly affected the levels of *lightness* (L^*), *redness* (a^*), *yellowness* (b^*), viscosity, vitamin C, and pH value of the Pineapple-Jicama juice. The type of eggshell treatment significantly affected the levels of pH value of the Pineapple-Jicama juice. The best treatment of pineapple-jicama juice with nanocalcium fortification based on viscosity, vitamin C, and pH was found in A1B1 (100% pineapple : 0% jicama juice concentration with fortification of chicken eggshell nanocalcium powder) with a viscosity of 40.57 mPa.s, vitamin C of 176.49 mg/100g, and pH value of 4.08. The results of the analysis of calcium content in the best treatment, A1B1 (100% pineapple: 0% jicama fortified with chicken nanocalcium) was 589.48 (ppm).

Keywords : pineapple, jicama, fruit juice, nanocalcium, fortification

RINGKASAN

SULTAN RAMADHAN LAMBALANO. Pengaruh Fortifikasi Nanokalsium Cangkang Telur terhadap Karakteristik Minuman Sari Buah Nanas (*Ananas Comosus* L.) Bengkuang (*Pachyrhizus Erorus*) (Dibimbing oleh **NURA MALAHAYATI**).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh fortifikasi nanokalsium cangkang telur terhadap karakteristik minuman sari buah nanas bengkuang. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF) dengan dua faktor perlakuan. Faktor perlakuan pertama (faktor A) adalah konsentrasi sari buah nanas bengkuang yang terdiri dari tiga taraf (100% : 0%, 75% : 25%, 50% : 50%), faktor perlakuan kedua adalah jenis cangkang telur (faktor B) yang terdiri dari dua taraf (cangkang telur ayam dan cangkang telur bebek). Setiap percobaan diulang sebanyak tiga kali. Parameter yang diamati dalam penelitian ini yaitu parameter fisik (warna, viskositas, dan stabilitas), dan parameter kimia (kadar vitamin C, pH, dan kadar kalsium).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi sari buah nanas bengkuang berpengaruh nyata terhadap nilai *lightness* (L*), *redness* (a*), *yellowness* (b*), viskositas, vitamin C, dan pH dari minuman sari nanas bengkuang. Perlakuan jenis cangkang telur berpengaruh nyata terhadap nilai pH dari minuman sari nanas bengkuang. Perlakuan terbaik pada minuman sari buah nanas bengkuang berfortifikasi nanokalsium berdasarkan viskositas, vitamin C, dan pH terdapat pada sampel A1B1 (100% nanas : 0% bengkuang berfortifikasi nanokalsium ayam), dengan nilai viskositas 40.57 mPa.s, kadar vitamin C 176.49 mg/100g, dan nilai pH 4,08. Hasil analisa kadar kalsium pada perlakuan terbaik yaitu sampel A1B1 (100% nanas : 0% bengkuang berfortifikasi nanokalsium ayam) sebesar 589.48 (ppm).

Kata kunci : nanas, bengkuang, sari buah, nanokalsium, fortifikasi

SKRIPSI

PENGARUH FORTIFIKASI NANOKALSIUM CANGKANG TELUR TERHADAP KARAKTERISTIK MINUMAN SARI BUAH NANAS (*Ananas Comosus* L.) BENGKUANG (*Pachyrhizus Erosus*)

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknologi Pertanian pada Fakultas Pertanian
Universitas Sriwijaya



Sultan Ramadhan Lambalano
05031381924064

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH FORTIFIKASI NANOKALSIMUM CANGKANG TELUR
TERHADAP KARAKTERISTIK MINUMAN SARI BUAH NANAS (*Ananas
Comosus L.*) BENGKUANG (*Pachyrhizus Erosus*)

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknologi Pertanian
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh :

Sultan Ramadhan Lambalano
05031381924064

Indralaya, September 2023

Menyetujui


Pembimbing Akademik


Ir. Nura Malahayati, M.Sc., Ph.D.
NIP. 196201081987032008

Mengetahui

Dekan Fakultas Pertanian




Prof. Dr. Ir. A. Muslim, M. Agr.
NIP. 196412291990011001

Tanggal Seminar Hasil : 9 September 2023

Skripsi dengan judul “Pengaruh Fortifikasi Nanokalsium Cangkang Telur terhadap Karakteristik Minuman Sari Buah Nanas (*Ananas Comosus* L.) Bengkuang (*Pachyrhizus Erosus*)” oleh Sultan Ramadhan Lambalano telah dipertahankan dihadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 14 September 2023 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

Komisi Penguji

1. Ir. Nura Malahayati, M.Sc, Ph. D. Pembimbing
NIP. 196201081987032008
2. Dr. rer. nat. Ir. Agus Wijaya, M.Si Penguji
NIP. 196808121993021006

Indralaya, September 2023
Koordinator Program Studi
Teknologi Hasil Pertanian

Ketua Jurusan
Teknologi Pertanian

22 SEP 2023

Prof. Dr. Budi Santoso, S.TP., M.Si
NIP. 197506102002121002

Prof. Dr. Budi Santoso, S.TP., M.Si
NIP. 197506102002121002

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Sultan Ramadhan Lambalano
NIM : 05031381924064
Judul : Pengaruh Fortifikasi Nanokalsium Cangkang Telur terhadap
Karakteristik Minuman Sari Buah Nanas (*Ananas Comosus L.*)
Bengkuang (*Pachyrhizus Erosus*)

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri di bawah supervisi pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya. Apabila dikemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapat paksaan dari pihak manapun.



Indralaya September 2023



Sultan Ramadhan Lambalano

05031381924064

RIWAYAT HIDUP

SULTAN RAMADHAN LAMBALANO. Lahir pada tanggal 16 November 2001 di Lahat, Kecamatan Lahat, Kabupaten Lahat. Penulis merupakan anak ke dua dari tiga bersaudara. Penulis memiliki Ayah bernama Samran Sardin Lambalano dan Ibu bernama Siswa Nova Ardhy.

Riwayat pendidikan formal yang pernah ditempuh penulis diantaranya yaitu pendidikan Sekolah Dasar di Sekolah Dasar Negeri 47 Percontohan Lahat dan dinyatakan lulus tahun 2013. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama yaitu di Sekolah Menengah Pertama Negeri 5 Lahat dan dinyatakan lulus tahun 2016. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Atas di Sekolah Menengah Atas Negeri 2 Lahat dan dinyatakan lulus tahun 2019. Pada bulan Agustus tahun 2019, penulis melanjutkan pendidikan ke Perguruan Tinggi dan tercatat sebagai mahasiswa di Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya melalui jalur Seleksi Mandiri (USM). Selama perkuliahan penulis aktif dalam kegiatan organisasi diantaranya Himpunan Mahasiswa Peduli Pangan (HMPPI) sebagai anggota divisi Kajian Aksi dan Strategi dan Himpunan Mahasiswa Teknologi Pertanian (HIMATETA) sebagai anggota divisi PPSDM. Penulis mengikuti kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Tematik Universitas Sriwijaya angkatan ke-95 yang dilaksanakan di Desa Serimenang, Kecamatan Pampangan, Kabupaten Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan dengan tema Pendekatan Sosial dan Pengembangan Potensi Masyarakat Desa. Pada tahun 2022 penulis aktif menjadi asisten praktikum untuk mata kuliah Prinsip Pengolahan Hasil Pertanian di Laboratorium Kimia, Pengolahan, dan Sensoris Hasil Pertanian tahun ajaran 2021-2022. Selanjutnya, pada bulan September-Oktober 2022 penulis melaksanakan Praktik Lapangan di PT. Perkebunan Nusantara (PTPN) VII Unit Pagaram. Penulis aktif menjadi asisten praktikum untuk mata kuliah Ilmu Gizi di Laboratorium Kimia, Pengolahan, dan Sensoris Hasil Pertanian tahun ajaran 2022-2023.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Fortifikasi Nanokalsium Cangkang Telur terhadap Karakteristik Minuman Sari Buah Nanas (*Ananas Comosus L.*) Bengkuang (*Pachyrhizus Erosus*)”** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknologi Pertanian di Universitas Sriwijaya.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak atas dukungan yang telah diberikan kepada penulis baik secara moral dan spiritual untuk menyelesaikan skripsi ini, khususnya kepada :

1. Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
2. Ketua dan Sekretaris Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.
3. Ketua program studi Teknologi Hasil Pertanian dan Program Studi Teknik Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Ir. Nura Malahayati, M.Sc., Ph.D. selaku pembimbing akademik dan pembimbing skripsi penulis yang telah meluangkan tenaga dan waktu untuk memberikan bimbingan, saran, bantuan berupa moril dan materil, nasihat serta dukungan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini
5. Bapak Dr. rer. nat. Ir. Agus Wijaya, M.Si. selaku dosen pembahas makalah dan penguji skripsi yang telah memberikan masukan, saran serta bimbingan kepada penulis.
6. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Teknologi Pertanian yang telah mendidik dan mengajarkan ilmu pengetahuan di bidang Teknologi Pertanian.
7. Staf Laboratorium Jurusan Teknologi Pertanian yaitu Mbak Hafsah, S.T., M.T., Mbak Elsa Juniar, A.Md, Mbak Lisma, dan Mbak Tika yang telah membimbing serta memberikan arahan kepada penulis selama melaksanakan penelitian di Laboratorium.

8. Staf Administrasi Jurusan Teknologi Pertanian Universitas Sriwijaya yaitu Kak John, Mbak Desi, Mbak Siska, Mbak Nike dan Pak Budi atas bantuan dan kemudahan yang diberikan kepada penulis.
9. Kedua orang tua (Bapak Samran Sardin Lambalano dan Ibu Siswa Nova Ardhy), serta kedua saudari (Samantha Lambalano dan Salwa Ravani Lambalano) yang penulis hormati dan sayangi yang telah memberikan semangat, motivasi, do'a dan pengorbanan tak terhingga kepada penulis.
10. Rolisa Nofenti, Muhammad Yusuf, Giovane, Nurannisa, Siti Nurohmah, Salsabila, Febiola Atika Sari, Ravhika Handayani, Raniah Devista, Berliana Noprianti, Khairin Rahmadyah, Gilang Daffa Wardana, dan Masyto yang telah banyak membantu selama penelitian.
11. Teman satu angkatan Teknologi Hasil Pertanian 2019 Palembang dan Indralaya beserta kakak tingkat angkatan 2016, 2017 dan 2018 Palembang dan Indralaya atas semua bantuan yang diberikan kepada penulis selama perkuliahan dan penelitian.
12. Semua pihak yang telah membantu yang namanya tidak dapat dituliskan satu persatu, terima kasih atas bantuannya.
13. Terimakasih juga penulis sampaikan kepada diri sendiri yang telah dan selalu berusaha untuk bertahan dan bersabar untuk melewati semua jalan terjal dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca. Penulis menyadari terdapat banyak ketidaksempurnaan dalam penyusunan skripsi ini. Untuk itu kritik dan saran dari para pembaca sangat penulis harapkan. Terima kasih.

Indralaya, September 2023

Penulis

Universitas Sriwijaya

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan	4
1.3. Hipotesis	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Nanas.....	5
2.2. Bengkuang	6
2.3. Minuman Sari Buah	7
2.4. Cangkang Telur.....	7
2.5. Fortifikasi Kalsium	8
2.6. Kalsium	10
2.7. Nanokalsium	12
BAB 3 PELAKSANAAN PENELITIAN	14
3.1. Waktu dan Tempat.....	14
3.2. Alat dan Bahan.....	14
3.3. Metode Penelitian	14
3.4. Analisa Statistik	15
3.4.1. Analisa Statistik Parametrik.....	15
3.5. Cara Kerja	18
3.5.1. Pembuatan Bubuk Cangkang Telur	18
3.5.2. Pembuatan Serbuk Nanokalsium Cangkang Telur	18
3.5.3. Pembuatan Sari Buah Nanas	19
3.5.4. Pembuatan Sari Buah Bengkuang.....	19

3.5.5. Pembuatan Minuman Sari Buah Nanas Bengkuang berfortifikasi nanokalsium cangkang telur	20
3.6. Parameter	20
3.6.1. Warna.....	20
3.6.2. Viskositas.....	21
3.6.3. Stabilitas.....	21
3.6.4. Kadar Vitamin C.....	22
3.6.5. pH.....	22
3.6.6. Kadar Kalsium	22
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
4.1. Warna.....	24
4.1.1. <i>Lightness</i> (L^*)	24
4.1.2. <i>Redness</i> (a^*).....	26
4.1.3. <i>Yellowness</i> (b^*)	28
4.2. Viskositas.....	31
4.3. Stabilitas.....	35
4.4. Kadar Vitamin C.....	37
4.5. pH.....	41
4.6. Kadar Kalsium	46
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	49
5.1. Kesimpulan	49
5.2. Saran	49
DAFTAR PUSTAKA.....	50
LAMPIRAN.....	61

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
4. 1. Nilai rerata <i>lightness</i> (L^*) sari buah nanas bengkuang berfortifikasi nanokalsium	25
4. 2. Nilai rerata <i>redness</i> (a^*) sari buah nanas bengkuang berfortifikasi nanokalsium	27
4. 3. Nilai rerata <i>yellowness</i> (b^*) sari buah nanas bengkuang berfortifikasi nanokalsium	29
4. 4. Nilai rerata viskositas sari buah nanas bengkuang berfortifikasi nanokalsium	32
4. 5. Nilai rerata vitamin C sari buah nanas bengkuang berfortifikasi nanokalsium	38
4. 6. Nilai rerata pH minuman sari buah nanas bengkuang berfortifikasi nanokalsium	42

DAFTAR TABEL

	Halaman
2. 1. Syarat Mutu Minuman Sari Buah	7
3. 1. Faktor Perlakuan dalam Fortifikasi Nanokalsium Cangkang Telur Pada Minuman Sari Buah Nanas Bengkuang	15
3. 2. Daftar Analisis Keragaman Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial	16
4. 1. Uji BNJ taraf 5% konsentrasi sari buah terhadap nilai <i>lightness</i> (L*) minuman sari buah nanas bengkuang berfortifikasi nanokalsium	25
4. 2. Uji BNJ taraf 5% konsentrasi sari buah terhadap nilai <i>redness</i> (a*) minuman sari buah nanas bengkuang berfortifikasi nanokalsium	27
4. 3. Uji BNJ taraf 5% konsentrasi sari buah terhadap nilai <i>yellowness</i> (b*) minuman sari buah nanas bengkuang berfortifikasi nanokalsium	30
4. 4. Uji BNJ taraf 5% konsentrasi sari buah terhadap nilai viskositas minuman sari buah nanas bengkuang berfortifikasi nanokalsium.	32
4. 5. Uji BNJ taraf 5% konsentrasi sari buah terhadap kadar vitamin C minuman sari buah nanas bengkuang berfortifikasi nanokalsium	39
4. 6. Uji BNJ taraf 5% konsentrasi sari buah terhadap nilai pH minuman sari buah nanas bengkuang berfortifikasi nanokalsium	42
4. 7. Uji BNJ taraf 5% jenis cangkang telur terhadap nilai pH minuman sari buah nanas bengkuang berfortifikasi nanokalsium	44

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Diagram Alir Pembuatan Bubuk Cangkang Telur.....	62
2. Diagram Alir Pembuatan Nanokalsium Cangkang Telur	63
3. Diagram Alir Pembuatan Sari Buah Nanas	64
4. Diagram Alir Pembuatan Sari Buah Bengkuang	65
5. Diagram Alir Pembuatan Minuman Sari Buah Nanas bengkuang Berfortifikasi Nanokalsium Cangkang Telur.....	66
6. Dokumentasi Penelitian	67
7. Hasil analisis nilai <i>Lightness</i> (L^*) minuman sari buah nanas bengkuang berfortifikasi nanokalsium cangkang telur.....	74
8. Hasil analisis nilai <i>Redness</i> (a^*) minuman sari buah nanas bengkuang berfortifikasi nanokalsium cangkang telur.....	77
9. Hasil analisis nilai <i>Yellowness</i> (b^*) minuman sari buah nanas bengkuang berfortifikasi nanokalsium cangkang telur.....	80
10. Hasil analisis nilai viskositas minuman sari buah nanas bengkuang berfortifikasi nanokalsium cangkang telur.....	83
11. Tabel tabulasi nilai Stabilitas minuman sari buah nanas bengkuang berfortifikasi nanokalsium cangkang telur.....	86
12. Hasil analisis kadar Vitamin C minuman sari buah nanas bengkuang berfortifikasi nanokalsium cangkang telur.....	87
13. Hasil analisis pH minuman sari buah nanas bengkuang berfortifikasi nanokalsium cangkang telur	90

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kebutuhan gizi pada remaja sangat tinggi apabila dibandingkan dengan fase usia lainnya karena pada fase remaja terdapat pertumbuhan massa tulang (*peak bone mass*) yang harus dicapai dengan baik agar dapat mengurangi resiko terkena osteoporosis (Maspaitella dan Dieny, 2012). Namun, sebelum mengalami osteoporosis, seseorang akan mengalami osteopenia terlebih dahulu. Osteopenia merupakan kondisi dimana *bone mineral density* lebih rendah apabila dibandingkan dengan angka normal *bone mineral density* (BMD) tapi masih belum terlalu rendah untuk dikelompokkan sebagai osteoporosis. Apabila osteopenia tidak ditangani dan dicegah dalam waktu lama maka sebelum memasuki usia tua dapat mengalami osteoporosis (Purwanti *et al.*, 2015). Hasil penelitian menunjukkan bahwa prevalensi osteopenia pada kaum muda mencapai 37,1% (Rachmawati, 2006). Salah satu cara untuk mencegah resiko terkena osteopenia adalah dengan meningkatkan konsumsi sumber kalsium. Kalsium yang dapat diserap pada masa pertumbuhan saat remaja mencapai 75-80%. Apabila asupan kalsium tidak dapat memenuhi kebutuhan harian kalsium maka puncak massa tulang tidak dapat dicapai secara optimal (Rahmawati *et al.*, 2012). Asupan kalsium yang rendah selama bertahun-tahun dapat berpengaruh dalam pengembangan tulang dan osteoporosis (Malahayati *et al.*, 2021). Berdasarkan AKG (2019) kebutuhan kalsium harian remaja yang dianjurkan per orang per hari adalah 1200 mg, jumlah ini jauh lebih besar dibandingkan dengan asupan kalsium masyarakat Indonesia. Karena itu, dibutuhkan solusi untuk pencegahan risiko terjadinya osteopenia pada remaja.

Produk pangan yang biasanya dikonsumsi sebagai sumber kalsium adalah susu dan produk turunannya. Namun, tidak semua orang dapat mengonsumsi susu dikarenakan beberapa orang menderita intoleransi laktosa atau defisiensi laktase (Lidiasari *et al.*, 2017). Selain itu gaya hidup remaja saat ini cenderung malas untuk mengonsumsi susu maupun suplemen sumber kalsium. Umumnya remaja lebih senang mengonsumsi minuman manis, salah satunya minuman sari

buah. Namun minuman sari buah yang kerap dikonsumsi remaja tidak mampu memenuhi kebutuhan kalsium harian yang dibutuhkan. Sehingga berdasarkan dari permasalahan tersebut diperlukan suatu cara untuk dapat memenuhi kebutuhan kalsium pada minuman sari buah yaitu dengan cara menambahkan kalsium ke dalam produk minuman sari buah melalui fortifikasi. Fortifikasi diketahui sebagai proses memperkaya suatu bahan pangan dengan kandungan zat gizi tertentu (Edam, 2016). Salah satu minuman sari buah yang dapat difortifikasi dengan kalsium adalah minuman sari buah nanas bengkuang.

Nanas (*Ananas comosus* L. Merr) merupakan salah satu komoditas unggulan di Indonesia. Rasa nanas yang khas serta kandungan gula dan asam yang seimbang menjadikan nanas sebagai salah satu buah tropis dan subtropis yang terkenal (Bartolomé *et al.*, 1995). Selain mengandung zat gizi tinggi, buah nanas juga mengandung asam organik dan enzim bromelin yang bermanfaat bagi tubuh. Bengkuang (*Pachyrhizus erosus*) merupakan komoditi yang banyak dimanfaatkan baik dalam industri makanan maupun kosmetika. Nurrochmad *et al.* (2010), menyatakan bahwa fitoestrogen dalam bengkuang dapat meningkatkan kepadatan tulang belakang, kandungan kalsium serta fosfat pada tulang belakang, femur, dan fibiya. Diketahui bahwa minuman sari buah nanas dapat dipadukan dengan sari buah bengkuang karena rasa dan aroma yang dimiliki oleh umbi bengkuang cenderung tidak khas (netral) sehingga cocok untuk ditambahkan dengan sari nanas yang memiliki rasa, warna, dan aroma yang menarik sehingga rasanya menjadi *balance*. Selain itu kandungan fitoestrogen, kalsium dan fosfor yang terdapat pada bengkuang juga dapat meningkatkan kandungan gizi pada minuman sari buah nanas bengkuang sehingga dapat bermanfaat dalam pencegahan osteopenia.

Fortifikasi kalsium pada minuman sari buah nanas bengkuang berpotensi dapat memecahkan permasalahan mengenai kekurangan kebutuhan kalsium harian remaja. Salah satu jenis kalsium yang ditambahkan saat fortifikasi kalsium pada produk pangan adalah kalsium karbonat. Kondisi pH dalam larutan sangat mempengaruhi kelarutan kalsium karbonat dalam air. Semakin menurunnya pH larutan diketahui akan semakin meningkatkan kelarutan kalsium karbonat. Minuman sari nanas memiliki nilai pH pada kisaran 3,2 hingga 4,0 (Lidiasari *et*

al., 2017). Sedangkan penelitian Zakiy *et al.* (2017), menyatakan minuman sinbiotik bengkuang (minuman kombinasi antara prebiotik berupa inulin dan probiotik berupa *Isolat Lactobacillus Plantarum*) memiliki pH berkisar yaitu 3,44 hingga 4,92. Sehingga fortifikasi kalsium cocok untuk dilakukan pada produk minuman sari buah nanas bengkuang karena kondisi pH nya yang rendah.

Fortifikasi kalsium pada produk minuman sari buah nanas bengkuang dapat dilakukan dengan memanfaatkan limbah rumah tangga yaitu cangkang telur. Limbah cangkang telur di Indonesia cukup besar namun tidak dimanfaatkan secara optimal (Malahayati *et al.*, 2021). Padahal cangkang telur mengandung 4% zat organik, 94% kalsium karbonat, 1% kalsium fosfat, dan 1% magnesium karbonat (Murakami *et al.*, 2007). Kalsium pada cangkang telur bermanfaat untuk mencegah osteoporosis karena dapat meningkatkan densitas mineral dalam tulang. Agar kalsium yang digunakan sebagai fortifikan lebih mudah diserap maka bubuk cangkang telur yang digunakan perlu diubah menjadi bentuk yang lebih kecil menjadi nanokalsium. Pengcilan ukuran kalsium menjadi nanokalsium dapat meningkatkan *bioavailabilitas* dan penyerapan dari kalsium (Park *et al.*, 2007). Nanokalsium adalah kalsium dengan bentuk partikel kecil yang dapat digunakan pada produk pangan untuk meningkatkan kandungan kalsium pada bahan pangan tersebut (Anggraeni *et al.*, 2019).

Nanoteknologi diketahui sebagai partikel berukuran 100 nm yang berfungsi untuk membangun sifat serta perilaku yang baru dari struktur nano. Metode yang digunakan dalam nanoteknologi adalah metode *top down* dan *bottom up*. Metode *top down* merupakan metode yang menggunakan high energy milling (HEM) dalam pembuatan struktur nano dengan cara memperkecil material yang besar, sedangkan *bottom up* yaitu pembuatan partikel nano yang dilakukan dengan menyusun atom-atom atau molekul hingga terbentuk partikel yang berukuran nanometer dengan menggunakan metode presipitasi (Farhari, 2014). Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode *bottom up* dengan presipitasi. Mekanisme metode presipitasi adalah dengan mengendalikan kelarutan bahan pada larutan dengan melalui perubahan pH (Suptijah *et al.*, 2012). Purwasmita dan Gultom (2008) menyatakan bahwa penggunaan nanoteknologi pada proses fraksinasi dengan metode presipitasi mengubah kalsium karbonat

(CaCO₃) menjadi kalsium oksida (CaO) sehingga dapat menghasilkan bubuk nanokalsium cangkang telur dengan karakteristik fisik dan kimia yang baik. Penelitian mengenai bubuk nanokalsium dari cangkang telur ayam dan bebek telah dilakukan oleh (Malahayati *et al.*, 2021) dengan hasil yaitu komposisi kimia dari CaCO₃ menjadi CaO tercapai setelah proses kalsinasi dan presipitasi berlangsung dengan ukuran kristal nanokalsium oksida yang didapatkan dari cangkang telur ayam dan bebek adalah 41,54 nm dan 24,90 nm. Berdasarkan uraian tersebut, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh fortifikasi nanokalsium cangkang telur pada produk minuman sari buah nanas bengkuang sebagai alternatif sumber kalsium.

1.2. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh fortifikasi nanokalsium cangkang telur terhadap karakteristik minuman sari buah nanas bengkuang.

1.3. Hipotesis

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

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, S., Stephen, J., dan Radhakrishnan, M. 2021. Utilization of eggshell waste in calcium-fortified foods and other industrial applications: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 115 : 422–432.
- Afrianti LH, Taufik Y, dan Gutianova H. 2014. Karakteristik fisiko-kimia dan sensorik jus ekstrak buah salah varietas Bangkok. *Chimica et Natura Acta*, 2(2): 126-130.
- AKG. 2019. *Angka Kecukupan Gizi Yang Dianjurkan Untuk Masyarakat Indonesia*. Peraturan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2019.
- Almatsier, S. 2001. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Al-awwal, N.Y. and Ali, U. L., 2015. Proximate analyses of different samples of egg shells obtained from sokoto market in Nigeria. *International Journal of Science and Research*, 4(3) : 564–566.
- Al Mijan, M., Choi, K. H., dan Kwak, H. S. 2014. Physicochemical, microbial, and sensory properties of nanopowdered eggshell-supplemented yogurt during storage. *Journal of Dairy Science*, 97(6) : 3273-3280.
- Amin, F., Zulys, A., dan Bakri, R. 2017. Fortifikasi dan ketersediaan zat besi pada bahan pangan berbasis kedelai menggunakan besi edta, glisinat, fumarat, dan suksinat. *Jurnal ITEKIMA (Jurnal Ilmiah Ilmu Dan Teknologi Kimia)*, 1(1) : 95-106.
- Anggraeni, P. D., Darmanto, Y. S., dan Fahmi, A. S. 2019. Pengaruh penambahan nanokalsium tulang ikan yang berbeda terhadap karakteristik beras analog umbi gembili (*Dioscorea esculenta*) dan rumput laut *Eucheuma spinosum*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*, 1(1) : 55-64.
- AOAC. 2005. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. Published by the Association of Official Analytical Chemist. Marlyand.
- Arieska, L., Desmelati, D., dan Sumarto, S. The Effect Of Nanocalcium Addition From Sembilang Fish (*Paraplotosus Albilabris*) Bone On Making Biscuits. *Berkala Perikanan Terubuk*, 47(1) : 102-111.
- Arthey, D. 1993. *Fruit and vegetable products*. In *Food industries manual* (pp.132-164). Springer, Boston, MA.
- Asminah, S. dan Meikawati, W., 2016. Calcium Content and Flour Yield of Poultry Eggshell With Acetic Acid Extraction. *The 4th Universty Research Coloquium*, 1(1) : 49-53.

- Astuti, A., & Pade, S. W. 2020. Karakteristik Vitamin C, Viskositas dan Nilai pH Minuman Fungsional Kombinasi Sari Buah Nanas (*Ananas Comosus*) dan Jahe (*Zingiber Officinale Roscoe.*). *Journal Of Agritech Science (JASc)*, 4(1) : 13-18.
- Atviolani, R. 2016. *Pengaruh Konsentrasi Sukrosa dan Pektin terhadap Karakteristik Marmalade Buah Naga Merah (Hylocereus polyrhizus)*. Skripsi. Universitas Pasundan Bandung.
- Azizah, H., E. Sujana and A. Mushawwir. 2015. Pengaruh perbedaan temperature humidity index (THI) terhadap kualitas eksterior dan tebal kerabang telur ayam ras. *Jurnal Peternakan*. 1: 1-10.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. 2019. Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 22 Tahun 2019 tentang Informasi Nilai Gizi Pada Label Pangan Olahan. Jakarta: BPOM.
- Bartolomé, A. P., Rupérez, P., dan Fúster, C. 1995. Pineapple fruit: morphological characteristics, chemical composition and sensory analysis of Red Spanish and Smooth Cayenne cultivars. *Food Chemistry*, 53(1) : 75-79.
- Bastanta D, Karo-Karo T, dan Rusmarilin H. 2017. Pengaruh perbandingan sari sirsak dengan saribit dan konsentrasi gula terhadap sirup sabit. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*, 5(1): 102-108.
- Bintoro, V. P., B. Dwiloka dan A. Sofyan. 2006. Perbandingan Daging Ayam Segar dan Daging Ayam Bangka Memakai Uji Fisiko Kimia dan Mikrobiologi. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Biro Pusat Statistik. 2012. *Statistik Produksi Nanas Indonesia 2006-2011*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Buckle. 1985. *Jenis-Jenis Alat Pengering*. Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Buckle, K.A., R.A. Edward, G.H. Fleet, dan M. Wooten. 2007. *Ilmu Pangan*. Penerjemah Hari Purnomo dan Adiono. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Chauliyah AIN dan Murbawani EA. 2015. Analisis kandungan gizi dan aktivitas antioksidan es krim nanas madu. *Journal of Nutrition College*, 4(2) : 628-635.
- Choi, J., Horne, D. S., Johnson, M. E., & Lucey, J. A. 2008. Effects of the concentration of insoluble calcium phosphate associated with casein micelles on the functionality of directly acidified cheese. *Journal of dairy science*, 91(2) : 513-522.
- Codex Alimentarius Commission. 1996. *Codex Standard for Pineapple Juices Preserved Exclusively by Physical Means*. Codex Stan 86-1981, Joint FAO/WHO Food Standards. FAO/WHO. Roma.

- Couto, D. S., Cabral, L. M. C., Matta, V. M. D., Deliza, R., & Freitas, D. D. G. C. 2011. Concentration of pineapple juice by reverse osmosis: physicochemical characteristics and consumer acceptance. *Food Science and Technology*, 31 : 905-910.
- Daniela, C., Lubis, L. M., & Nainggolan, R. J. (2015). Pengaruh perbandingan sari buah nanas dengan melon serta konsentrasi gula terhadap mutu permen jahe (*hard candy*). *Ilmu dan Teknologi Pangan*, 3(3) : 295 -301.
- Desrosier, N. W., 1988. *Teknologi Pengawetan Pangan*. Penerjemah M. Muljohardjo. UI-Press, Jakarta.
- Devianti, V. A., & Wardhani, R. K. 2018. Degradasi Vitamin C dalam Jus Buah Dengan penambahan sukrosa dan lama waktu konsumsi. *Journal of Research and Technology*, 4(1) : 41-46.
- Diza, Y. H., Wahyuningsih, T., & Hermianti, W. 2016. Penentuan jumlah bakteri asam laktat (BAL) dan cemaran mikroba patogen pada yoghurt bengkuang selama penyimpanan. *Jurnal Litbang Industri*, 6(1) : 1-11.
- Edam, M. 2016. Fortifikasi tepung tulang ikan terhadap karakteristik fisiko-kimia bakso ikan. *Jurnal Penelitian Teknologi Industri*, 8(2) : 83-90.
- El-Shibiny, S., Abd, M. A. E. K. M., 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).
- Estrela. C., & Holland R. 2003. Calcium hydroxide: study based on scientific evidences. *Journal Appl Oral Sci*, 11(4) : 269-82.
- Eveline, S. 2010. Pengaruh Konsentrasi Kappa Karagenan Terhadap Karakteristik Minuman Serbuk Jelly Belimbing Manis. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan*. 8(1) : 31 – 44.
- Fadhilah, R.; Rizmahardian, A.K. dan Margarita, M.I., 2015, Sintesis Hidroksiapatit dari Cangkang Kerang Ale-Ale (*Meretrix Spp*) Sebagai Material Graft Tulang, *Jurnal Majalah Ilmiah Al Ribaath*, 12(1): 44-60. ISSN: 1412-7156
- Fahrizal, F., & Fadhil, R. 2014. Kajian Fisiko Kimia dan Daya Terima Organoleptik Selai Nenas yang Menggunakan Pektin dari Limbah Kulit Kakao. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*, 6(3) : 65-68.
- Farhari, A. N., 2014. *Kombinasi teknik top down dan bottom up dalam pembuatan nanokristalin hidoksiapatit dari batu gamping*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Farikha, I. N., Anam, C., & Widowati, E. 2013. Pengaruh jenis dan konsentrasi bahan penstabil alami terhadap karakteristik fisikokimia sari buah naga

- merah (*Hylocereus polyrhizus*) selama penyimpanan. *Jurnal Teknosains Pangan*, 2(1) : 30-38.
- Fauziah, R. 2019. *Pengaruh Konsentrasi Karagenan Dan Sukrosa Terhadap Karakteristik Minuman Jelly Campuran Bengkuang (Pachyrhizus Erosus Nenas (Ananasa Comusus)*. Doctoral Dissertation. Universitas Pasundan.
- Gomez, K. A. dan Gomez, A., 1995. *Prosedur Statistik untuk penelitian Pertanian*. Edisi Kedua ed. Jakarta: UI Press
- Gulsun, T., Gursoy, R. N., Oner, L. 2009. Nanocrystal technology for oral delivery of poorly water soluble drug. *Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 3(4) : 55-65.
- Haryadi. 2006. *Teknologi Pengolahan Beras*. Penerbit UGM Press. Yogyakarta.
- Heveni, E., Suseno, T. I. P., & Setijawati, E. 2018. Pengaruh proporsi ubi jalar oranye dan tapioka terhadap sifat fisikokimia dan organoleptik keripik ubi jalar oranye. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi (Journal of Food Technology and Nutrition)*, 17(1) : 36-42.
- Hidayat P., 2008. Teknologi Pemanfaatan Serat Daun Nanas sebagai Alternatif Bahan Baku Tekstil., *Teknoin*, Vol 13 : 31-35.
- Hijriah, H. 2017. *Pengaruh Konsentrasi Penambahan Gelatin Kulit Ikan Hiu (Prionace Glauca) Sebagai Penstabil Pada Proses Pembuatan Sari Buah Nanas*. Doctoral Dissertation. Universitas Mataram.
- Irfandi, 2005. *Karakterisasi Morfologi Lima Populasi Nanas (Ananas comosus (L.) Merr.)*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Joshita, 2008. *Kestabilan Obat*. <http://staff.ui.ac.id/internal/130674809/material/kestabilanobatkuliah2.pdf>. [Diakses 23 Juli 2023]
- Juansah, J., Dahlan, K., dan Huriati, F. 2009. Peningkatan mutu sari buah nanas dengan memanfaatkan sistem filtrasi aliran dead-end dari membran selulosa asetat. *Makara Saiins*, 13(1) : 94–100.
- Julianti, S.R., 2017. *Karakterisasi Fisikokimia Dan Bioavailabilitas Nanokalsium Hasil Ekstraksi Tulang Ikan Bandeng (Chanos Chanos) Menggunakan Larutan Basa* < <http://repository.ub.ac.id/8034/>> [diakses 10 Agustus 2023].
- Kamsina, K. 2014. Pengaruh Konsentrasi Sari Buah dan Jenis Gula Terhadap Mutu Minuman Fungsional dari Bengkuang (*Pachyrhizus erosus*). *Jurnal Litbang Industri*, 4(1) : 19-27.
- Kenth, S., 2009. *Investigation of Femtosecond Laser Technology for the Fabrication of Drug Nanocrystals in Suspension*. Sciences Pharmaceutiques, Université de Montréal.

- Kesuma, N. K. Y., Widarta, I. W. R., & Permana, I. D. G. M. 2018. Pengaruh Jenis Asam Dan Ph Pelarut Terhadap Karakteristik Pektin Dari Kulit Lemon (Citrus limon). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 7(4) : 192.
- Khaira, K, 2011, Pengaruh Temperatur dan Waktu Kalsinasi Batu Kapur Terhadap Karakteristik Precipitated Calcium Carbonate (PCC), *Jurnal Saintek*, 3 (1): 33-43. ISSN: 2085-8019
- Khalid N, Ahmed I, dan Suleria HA. 2016. *Pineapple Juice*. <https://www.researchgate.net/publication/298815490>. [Diakses 20 Juli 2023].
- Khoerunnisa., 2011. *Isolasi dan Karakterisasi Nano Kalsium dari Cangkang Kijing Lokal (Pilsbryconcha exilis) dengan Metode Presipitasi*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Kiayi GS. 2018. Konsentrasi asam sitrat terhadap mutu sari buah mangga Indramayu. *Gorontalo Agriculture Technology Journal*, 1(1): 29-36.
- Kumalasari, R., Ekafitri, R., & Desnilasari, D. 2015. Pengaruh Bahan Penstabil dan Perbandingan Bubur Buah Terhadap Mutu Sari Buah Campuran Pepaya-Nanas (Effect of Stabilizer Type and Ratio of Fruit Puree on the Quality of Papaya-Pineapple Mixed Juice). *Jurnal Hortikultura*, 25(3) : 266–276.
- Laca, A., dan Díaz, M. (2017). Limbah cangkang telur sebagai katalis : Review. *Jurnal dari Pengelolaan Lingkungan*, 197 : 351–359
- Lesmana, S. N., Putut, T.I., Kusumawati, N. 2008. Pengaruh Penambahan Kalsium Karbonat Sebagai Fortifikan Kalsium Terhadap Sifat Fisikokimia dan Organopletik Permen Jelly Susu. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*. 7(1)
- Lidiasari, E., Priyanto, G., Malahayati, N., dan Pembayun, R. 2017. Optimation of Calcium Fortification On Pineapple Juice Using Response Surface Method. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 6(6) : 1299-1304.
- Lingga, L. 2010. *Cerdas Memilih Sayuran*. Jakarta : PT Agromedia Pustaka.
- Malahayati, N., Widowati, T. W., dan Alsoyuna, N. S. 2021. The Effect Of Extraction Time On The Physicochemical Characteristics Of Nanocalcium Powder From Chicken And Duck Eggshells. *Slovak Journal of Food Sciences*, 15.
- Marson, J., dan Wijayanti, R. 2015. Perbedaan Kadar Kalsium, Karbohidrat, Protein, Lemak, Air Dan Abu Pada Pempek Ditambahkan Tepung Tulang Ikan Gabus Dan Daya Terimanya. *JPP (Jurnal Kesehatan Poltekkes Palembang)*, 10(1) : 1-12.
- Maspaitella, M. L., dan Dieny, F. F. 2012. *Hubungan asupan kalsium dan fosfor, indeks massa tubuh, persen lemak tubuh, kebiasaan olahraga, usia awal menstruasi dengan kepadatan tulang pada remaja putri*. Doctoral dissertation. Diponegoro University.

- Milbradt, B. G., Muller, A. L. H., Silva, J. S., da, Julianna Rodrigues Lunardi, L. I. G. M., dan Flores, E. M. de M. 2015. Eggshell as calcium source for humans: Mineral composition and microbiological analysis. *Ciência Rural*, 45(3) : 560–567.
- Muchtadi,, D. 2010. *Memilih Bentuk Kalsium Untuk Fortifikasi* (Online). <https://foodreview.co.id/blog-56076-Memilih-Bentuk-Kalsium-Untuk-Fortifikasi.html>. [Diakses 22 November 2022]
- Muchtadi, T. R., 2008. *Teknologi Proses Pengolahan Pangan*. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor. Hal : 3-14.
- Munsell. 1997. *Colour Chart For Plant Tissue Mecbelt Division of Kallmorgem Instruments Corporation*. Bartimore. Maryland.
- Murakami, F. S., Rodrigues, P. O., De Campos, C. M. T., dan Silva, M. A. S. 2007. Physicochemical study of CaCO₃ from egg shells. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 27(3) : 658–662
- Murdianto, W., & Syahrumsyah, H. 2012. Effect of sodium bicarbonate on vitamin C levels, total dissolved solids and sensory values of carbonated pineapple juice. *J. Agricultural Technology*, 8(1) : 1-5.
- Mushawwir, A., dan D. Latipudin. 2013. *Biologi Sintesis Telur; Prespektif Fisiologis, Biokimia, dan Molekuler Produksi Telur*. Edisi ke-1. Graha Ilmu, Yogyakarta
- Nalle, R. P. I. 2013. *Pembuatan Minuman Sinbiotik Sari Bengkuang (Pachyrhizus erosus)(Kajian Lama Fermentasi dan Kecepatan Agitasi)*. Doctoral dissertation .Universitas Brawijaya.
- Nunggaryati, Y. D., Ambarwati, R., Mintarsih, S. N., Sunarto, S., & Setiadi, Y. 2019. Pemberian Sari Bengkuang Terhadap Kadar Glukosa Darah Pusa Pada Penderita Diabetes Mellitus Tipe 2. *Jurnal Riset Gizi*, 7(1) : 15-20.
- Nurrochmad, A., leviana, F., Wulancarsari, C. G. dan Lukitaningsih, E., 2010. Phytoestrogens of *Pachyrhizus erosus* prevent Bone loss in an Ovariectomized Rat Model of Osteoporosis. *International Journal of Phytomedicine*, 2 : 363-372
- Oliveira, D. A., Benelli, P., dan Amante, E. R. 2013. A literature review on adding value to solid residues : Egg shells. *Journal of Cleaner Production*, 46 : 42–47.
- Park, H.S., Ahn, J., dan Kwak, H.S. 2007. Effect of Nanocalcium Supplemented Milk on Calcium Metabolisme in Ovariectomized Rats. *Journal Animal Science* , 20 : 1266-1271
- Prasetyo, B., dan Prayitno, A. H. 2021. The sensory characteristics of fortified beef sausage with duck eggshell nano-calcium. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 672(1) : 012042. IOP Publishing.

- Pratama AW. 2019. Perbedaan Penurunan Nilai a^* , b^* dan L^* Pada Daging Ayam Broiler (*Gallus domesticus*) Akibat Ozonasi Dan Perebusan. *Pasundan Food Technology Journal*, 6(2): 86.
- Pujilestari, T. 2015. Sumber dan pemanfaatan zat warna alam untuk keperluan industri. *Dinamika Kerajinan dan Batik*, 32(2) : 93-106.
- Purwanti, L. E., Prasetyo, E., dan Nurhidayat, S. 2015. Faktor Risiko Osteopenia pada Remaja. *Jurnal Ners dan Kebidanan (Journal of Ners and Midwifery)*, 2(1) : 038-042.
- Purwasasmita, B. S., dan Gultom, R. S. 2008. Synthesis and characterization of sub micron scale hydroxyapatite powder using the precipitation method. *Journal of Life and Physical Sciences*, 10(2) : 155-167.
- Puspitasari D, Datti N dan Edahwati L. 2008. Ekstraksi pektin dari ampas nanas. *Makalah Seminar Nasional Soeardjo Brotohardjono*. Surabaya.
- Putri, R. K. W., Rusmarilin, H., & Suhaidi, I. 2017. Pengaruh perbandingan sari nanas dengan sari daun sirsak dan persentase gum arab terhadap mutu puding. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*, 5(3) : 502-510.
- Raharjanti, Z., Pramono, Y. B., & Al-Baarri, A. N. M. 2019. Nilai pH dan Kekentalan Cocogurt dengan Penambahan Ekstrak Daun Stevia. *Jurnal Teknologi Pangan*, 3(2) : 305-308.
- Rahayu, P. 2013. *Modifikasi Kasein Dengan $CaCl_2$ dan pH Yang Berbeda Ditinjau Dari Kelarutan Protein, Kelarutan Kalsium, Bobot Molekul dan Mikrostruktur*. Doctoral dissertation. Universitas Brawijaya.
- Rahayu, W. E., Purwasih, R., & Hidayat, D. 2020. Pengaruh penambahan sari nanas terhadap karakteristik kimia dan sensori minuman the cascara. *Teknologi Pangan: Media Informasi dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, 11(2) : 144-151.
- Rahmawati, F. R., dan Wirawanni, Y. 2012. *Pengetahuan Gizi, Sikap, Perilaku Makan dan Asupan Kalsium pada Siswi SMA*. Doctoral dissertation. Diponegoro University.
- Rahmawati, R., & Yuniarta, Y. 2015. Pengaruh Proporsi Buah: Air Dan Lama Pemanasan Terhadap Aktivitas Antioksidan Sari Buah Kedondong (*Spondias Dulcis*) [In Press September 2015]. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(4).
- Rahmawati, W.A. dan 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.
- Ratnasari, L., Ristiarini, S., & Widoeri, T. E. 2017. Pengaruh Jenis Garam Kalsium dan Lama Penyimpanan Terhadap Karakteristik Sukade Lapisan Endodermis Kulit Buah Melon (*Cucumis melo L*). *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*, 11(2) : 9-17.

- Ridwan, J., Emanauli. dan 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.
- Rodríguez, Ó., Gomes, W., Rodrigues, S., & Fernandes, F. A. 2017. Effect of acoustically assisted treatments on vitamins, antioxidant activity, organic acids and drying kinetics of pineapple. *Ultrasonics sonochemistry*, 35 : 92-102.
- Rodsamran P and Sothornvit R. 2019. Preparation and characterization of pectin fraction from pineapple peel as a natural plasticizer and material for biopolymer film. *Food and Bioproducts Processing*, 118 : 198-206.
- Sanggrami, K.S., 2017. Produksi Asam Sitrat oleh *Aspergillus Niger* Pada Kultivasi Media Cair. *Jurnal Integrasi Proses*, 6 (3) : 116 – 122.
- Saputra, A., Budiardi, T., & Supriyono, E. 2016. Production performance of eel *Anguilla bicolor bicolor* with the addition of calcium carbonate. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 15(1) : 56-62.
- Saputri, G. A. R., & Afrila, A. P. 2017. Penetapan Kadar Kalsium Pada Brokoli (*Brassica Oleracea, L.*) Segar, Kukus, Dan Rebus Secara spektrofotometri Serapan Atom (Ssa). *Jurnal Analis Farmasi*, 2(4) : 251-257.
- Scabra, A. R., Marzuki, M., Cokrowati, N., Setyono, B. D. H., & Mulyani, L. F. 2021. Peningkatan Kelarutan Kalsium Melalui Penambahan Daun Ketapang *Terminalia Catappa* Pada Media Air Tawar Budidaya Udang *Vannamei Litopennaeus Vannamei*. *Jurnal Perikanan Unram*, 11(1), 35-49.
- Schaafsma, A., dan Beelen, G. M. 1999. Eggshell powder, a comparable or better source of calcium than purified calcium carbonate: piglet studies. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79(12) : 1596–1600.
- Septiana, N., R. Riyanti and K. Nova. 2015. Pengaruh lama simpan dan warna kerabang telur itik Tegal terhadap indeks albumen, indeks yolk, dan pH telur. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*. 3: 81- 86.
- Setianingtias, P.A. 2005. *Sifat Fisik Dan Organoleptik Dendeng Giling Daging Domba Dengan Suhu Dan Waktu Pengeringan Yang Berbeda*. Program Studi Teknologi Hasil Ternak Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor
- Sheehan, J. J., and T. P. Guinee. 2003. Effect of pH and calcium level on the biochemical, textural and functional properties of reducedfat Mozzarella cheese. *Int. Dairy. J*, 14: 161-172.
- Shita, A. D. P., dan Sulistyani, S. 2015. Pengaruh Kalsium Terhadap Tumbuh Kembang Gigi Geligi Anak. *STOMATOGNATIC-Jurnal Kedokteran Gigi*, 7(3) : 40-44.

- Siregar, F. 2016. Pemanfaatan buah belimbing manis (*Averrhoa Carambola L.*) dan buah nanas (*Ananas Comosus L.*) dalam pembuatan permen jelly. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2(1) : 86-96.
- Simamora, D., & Rossi, E. 2017. Penambahan Pektin Dalam Pembuatan Selai Lembaran Buah Pedada (*Sonneratia Caseolaris*). *Jom Fakultas Pertanian*, 4(02) : 1–14.
- SNI 01-3719-2014. *Minuman Sari Buah*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta
- Soekarto, TS. 1985. *Penilaian Organoleptik untuk Industri Pangan dan Hasil Pertanian*. Bharata Karya Aksara, Jakarta
- Sudarmadji, S., B. Haryono, dan Suhardi. 2007. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Bandung. Penerbit : Angkasa
- Sugiono. 2013. *Metode Penelitian Bisnis*. Bandung. Alfabeta.
- Suharyono, A. S., & Kurniadi, M. 2010. Pengaruh Konsentrasi Starter *Streptococcus thermophilus* dan Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Minuman Laktat dari Bengkuang (*Pachyrrhizus erosus*). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 3(1), 51-58.
- Sunardi, S., Krismawati, E. D. dan Mahayana, A., 2020. Sintesis dan Karakterisasi Nanokalsium Oksida dari Cangkang Telur. *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, 16(2) : 250-259
- Suptijah, P., Jacob, A. M. dan Deviyanti, N., 2012. Karakterisasi Dan Bioavailabilitas Nanokalsium Cangkang Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Akuatika*, 3(1) : 63-73.
- Sarungallo, Z. L., Susanti, C. M. E., Sinaga, N. I., Irbayanti, D. N., & Latumahina, R. M. M. (2018). Kandungan Gizi Buah Pandan Laut (*Pandanus Tectorius Park.*) Pada Tiga Tingkat Kematangan. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 7(1), 21–26.
- Susanto, A. 2011. *Pemanfaatan Umbi Bengkuang untuk Minuman Sinbiotik*. Skripsi. Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”, Jawa Timur.
- Syahputra, W., Ulfah, M, Ngatirah. 2020. *Minuman Sari Buah Nanas dengan Penambahan Esktrak Kulit Jeruk Nipis*. Institut Pertanian Stiper. Yogyakarta
- Syahrul, Syarief R, Hermanianto J, Nurtama B. 2017. Optimasi proses penggorengan tumpitumpi dari ikan bandeng menggunakan response surface methodology. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(3): 432-445.
- Syaiful, F., Syafutri M.I., Lestari A.B.dan Sugito S., 2020. Pengaruh Penambahan Sari Kunyit terhadap Sifat Fisik dan Kimia Minuman Sari Buah Nanas.In: Herlinda, S et al., (Eds.), *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-8 Tahun 2020*, Palembang 20 Oktober 2020. Palembang: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI). 373-381

- 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*, (Vol. 1013, No. 1, p. 012181). IOP Publishing.
- Utami, F., Lubis, Z., & Lubis, L. M. 2016. *Pengaruh Perbandingan Sari Bengkoang dengan Sari Asam Jawa dan Jenis Zat Penstabil terhadap Mutu Sirup Asam Jawa*. Doctoral dissertation . Universitas Sumatera Utara.
- Valentina, V., Palupi, N. S. dan Andarwulan, N., 2014. Asupan Kalsium Dan Vitamin D Pada Anak Indonesia Usia 2 – 12 Tahun. *J. Teknol. dan Industri Pangan*, 25(1), pp. 83-89.
- Vernin, G., Chakib, S., Rogacheva, S. M., Obretenov, T. D., & Párkányi, C. 1997. Thermal decomposition of ascorbic acid. *Carbohydrate research*, 305(1) : 1-15.
- Wibowo, R. A., Fibra, N., dan 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.
- Widagdha, S., & Nisa, F. C. 2015. Pengaruh Penambahan Sari Anggur (*Vitis Vinifera L.*) Dan Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Fisiko Kimia Yoghurt [In Press Januari 2015]. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(1) : 248-258.
- Widjanarko, S. B., dan Suwasito, T. S., 2014. Pengaruh Lama Penggilingan dengan Metode Ball Mill terhadap Rendemen dan Kemampuan Hidrasi Tepung Porang (*Amorphophallus muelleri Blume*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2 (1) : 79-85.
- Widodo IF, Priyanto G, dan Hermanto. 2015. Karakteristik Bubuk Daun Jeruk Purut (*Citrus hystrix DC*) dengan Metode Foam Mat Drying. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal*. Palembang. 8-9 Oktober 2015
- Widowati, E., Parnanto, N. H. R. dan M., 2020. Pengaruh Enzim Poligalakturonase dan Gelatin dalam Klarifikasi Sari Buah Naga Super Merah (*Hylocereus Costaricensis*). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 13(1) : 56-69.
- Widyakarya Pangan dan Gizi LIPI. 2004. *Meningkatkan Produktivitas dan Daya Saing Bangsa. Pangan dan Gizi Masa Depan Serpong*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta.
- Widyastuti, S. dan Kusuma P, I. A., 2017. Synthesis and Characterization of CaCO₃ (Calcite) Nano Particles from Cockle Shells (*Anadara granosa Linn*) by Precipitation Method. *Article of Environmental Engineering*, 1(1) : 1-6.
- Winarno, F. G. 2008. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama

- Wiyono TS, Kartikawati D. 2017. Pengaruh metode ekstraksi sari nanas secara langsung dan osmosis dengan variasi perebusan terhadap kualitas sirup nanas (*Ananas comosus L.*). *Serat Acitya*, 6(2) : 108-118.
- Yonata, D., Aminah, S. dan Hersoelistyorini, W., 2017. Kadar Kalsium dan Karakteristik Fisik Tepung Cangkang Telur Unggas dengan Perendaman Berbagai Pelarut. *Jurnal Pangan dan Gizi*, 7(2) : 82-93.
- Yusmarini, Y., Emrinaldi, E., & Johan, V. S. 2015. Karakterisasi mutu kimiawi, mikrobiologi dan sensori sari buah campuran nanas dan semangka. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*, 7(1) : 18-23.
- Yusuf, D. M., Azwardi, A., & Amin, M. M. 2018. Alat pendeteksi kadar keasaman sari buah, soft drink, dan susu cair menggunakan sensor pH berbasis mikrokontroler arduino UNO ATMEGA328. *TEKNIKA*, 12(1) : 1-11.
- Yuwono, S.S. dan Susanto, T. 1998. *Pengujian Fisik Pangan*. Malang : Universitas Brawijaya
- Zakiy, J. M., Dwiloka, B., dan Rizqiati, H. 2017. Kualitas Minuman Sinbiotik Bengkuang (*Pachyrhizus erosus*) Menggunakan Inokulum *Lactobacillus fermentum* dengan Waktu Inkubasi yang Berbeda. *Jurnal Teknologi Pangan*, 1(1) : 21-24.
- Zhang, Q., Ames, J. M., Smith, R. D., Baynes, J. W., & Metz, T. O. 2009. A perspective on the Maillard reaction and the analysis of protein glycation by mass spectrometry: probing the pathogenesis of chronic disease. *Journal of proteome research*, 8(2) : 754-769.