

SKRIPSI

**POTENSI PENGGUNAAN FTIR (*FOURIER TRANSFORM INFRARED*) DALAM PENDUGAAN SIFAT FISIK DAN KIMIA
CUKO PEMPEK BERBASIS BELIMBING WULUH
(*Averrhoa bilimbi*)**

***THE POTENTIAL OF USE OF FTIR (FOURIER TRANSFORM INFRARED) IN EXPECTING THE PHYSICAL AND CHEMICAL
PROPERTIES OF CUKA PEMPEK BASED ON BELIMBING
WULUH (Averrhoa bilimbi)***



**Nismaladewi
05021281722055**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2021**

SUMMARY

NISMALADEWI. The Potential Of Use Of Ftir (Fourier Transform Infrared) In Expecting The Physical And Chemical Properties Of Cuka Pempek Based On Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*). (Supervised by **DANIEL SAPUTRA** and **GATOT PRIYANTO**).

Cuko pempek is a brownish black liquid that has a blend of flavors, namely sour, sweet, savory, spicy. Cuko is made from various of ingredients such as palm sugar, chili, tamarind, garlic and salt with a certain composition, so that the type of sugar, sugar concentration. The purpose of this research is to identify and predict the physical and chemical properties of cuko pempek based on bilimbi using FTIR spectroscopy and chemometrics. This research was conducted at the Laboratory of Agricultural Product Processing and at the Laboratory of Pharmaceutical Instruments, Sriwijaya University. This research was conducted from March to May 2021. This research used a factorial randomized design with two treatment factors, factor A sugar concentration consisting of Lubuk linggau shell sugar and granulated sugar (A1 = 100% : 0%, A2 = 85 % : 15% and A3 = 75% : 25%) and the acid concentration factor B consisted of bilimbi juice, tamarind, and acetic acid (B1 = 100% : 0% : 0%, B2 = 75% : 15% : 0% and B3 = 50% : 35% : 15%). Parameters observed physical properties (color and viscosity), chemical (total acid, total dissolved solids and pH). Cuko pempek test with FTIR-ATR instrument type Termo iS 10. Variable analysis of the infrared spectrum using chemometric methods such as principal component analysis and discriminant analysis. The results showed that the spectral patterns of the nine cuko pempek treatments had almost the same shape and functional groups but the only difference was the concentration or intensity of the transmittance. Principal component analysis has a cumulative value of 96.90% while discriminant analysis has a variance value of 100%, so discriminant analysis is more effective to classify cuko pempek data based on bilimbi.

Key word: principal component analysis, discriminant analysis, cuko pempek, ftir

RINGKASAN

NISMALADEWI. Potensi Penggunaan FTIR (*Fourier Transform Infrared*) dalam Pendugaan Sifat Fisik dan Kimia Cuko Pempek Berbasis Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*). (Dibimbing oleh **DANIEL SAPUTRA** dan **GATOT PRIYANTO**).

Cuko pempek merupakan cairan berwarna hitam kecoklatan yang memiliki perpaduan rasa yaitu rasa asam, manis, gurih, pedas. Cuko dibuat dari berbagai komposisi bahan seperti gula aren, cabai, asam jawa, bawang putih dan garam dengan komposisi tertentu, sehingga jenis gula, konsentrasi gula, jenis cuko dan cita rasa cuko akan mempengaruhi kualitas dan cita rasa pempek yang dikonsumsi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan menduga sifat fisik dan kimia cuko pempek berbasis belimbing wuluh menggunakan spektroskopi FTIR dan kemometrik. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium pengolahan hasil pertanian dan di Laboratorium instrumen Farmasi Universitas Sriwijaya. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai Mei 2021. Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok faktorial (RAKF) dengan dua faktor perlakuan yaitu faktor A konsentrasi gula terdiri dari gula batok Lubuk linggau dan gula pasir ($A_1 = 100\% : 0\%$, $A_2 = 85\% : 15\%$ dan $A_3 = 75\% : 25\%$) dan faktor B konsentrasi asam terdiri dari sari belimbing wulu, asam jawa, dan asam cuka ($B_1 = 100\% : 0\% : 0\%$, $B_2 = 75\% : 15\% : 0\%$ dan $B_3 = 50\% : 35\% : 15\%$). Parameter yang diamati meliputi sifat fisik (warna dan viskositas), kimia (total asam, total padatan terlarut dan pH). Pengujian cuko pempek dengan instrumen FTIR-ATR tipe Termo iS 10. Analisis variabel dari spektrum inframerah dengan menggunakan metode kemometri seperti analisis komponen utama dan analisis diskriminan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pola spektrum dari sembilan perlakuan cuko pempek memiliki bentuk dan gugus fungsi yang hampir sama tetapi yang membedakan hanya konsentrasi atau intensitas transmitan. Analisis komponen utama memiliki nilai kumulatif 96,90% sedangkan analisis diskriminan memiliki nilai varian sebesar 100%, sehingga analisis diskriminan yang lebih efektif untuk mengklasifikasikan data cuko pempek berbasis belimbing wuluh.

Kata kunci: analisis komponen utama, analisis diskriminan, cuko pempek, FTIR

SKRIPSI

POTENSI PENERAPAN FTIR (*FOURIER TRANSFORM INFRARED*) DALAM PENDUGAAN SIFAT FISIK DAN KIMIA CUKO PEMPEK BERBASIS BELIMBING WULUH (*Averrhoa bilimbi*)

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



Nismaladewi
05021281722055

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

POTENSI PENERAPAN FTIR (*FOURIER TRANSFORM INFRARED*) DALAM PENDUGAAN SIFAT FISIK DAN KIMIA CUKO PEMPEK BERBASIS BELIMBING WULUH (*Averrhoa bilimbi*)

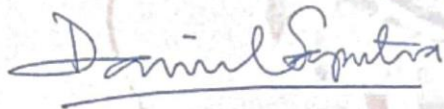
SKRIPSI

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

Oleh:

Nismaladewi
05021281722055

Pembimbing 1



Prof. Dr. Ir. Daniel Saputra, M. S. A.Eng.
NIP. 195808091985031003

Indralaya, Juli 2021
Pembimbing 2



Dr. Ir. Gatot Priyanto, M. S.
NIP. 196005291984031004

Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian

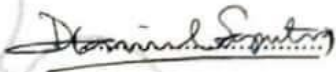


Dr. Ir. A. Muslim, M. Agr.
NIP 196412291990011001


Skripsi dengan Judul "Potensi Penggunaan FTIR (*Fourier Transform Infrared*) dalam Menduga Sifat Fisik dan Kimia Cuko Pempek Berbasis Belimbing Wuluh" oleh Nismaladewi telah dipertahankan di hadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 19 Juli 2021 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

Komisi Penguji

1. Prof. Dr. Ir. Daniel. Saputra, M.S.A.Eng. Ketua
NIP. 195808091985031003



2. Dr. Ir. Gatot Priyanto, M.S. Sekretaris
NIP. 196005291984031004


(.....)

3. Ir. Haisen Hower, M.P. Penguji
NIP. 196612091994031003

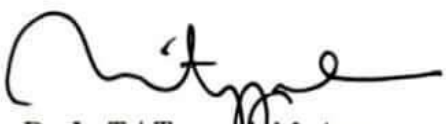

(.....)

Ketua Jurusan
Teknologi Pertanian



Dr. Ir. Edward Saleh, M.S.
NIP. 196208011988031002

Indralaya, Juli 2021
Koordinator Program Studi
Teknik Pertanian


Dr. Ir. Tri Tunggal, M. Agr.
NIP 196210291988031003

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nismaladewi

NIM : 05021281722055

Judul : Potensi Penggunaan FTIR (*Fourier Transform Infrared*) dalam Pendugaan Sifat Fisik dan Kimia Cuko Pempek Berbasis Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*)

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa seluruh data dan informasi yang dimuat dalam proposal penelitian ini dibuat sesuai sumbernya.

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



Indralaya, Juli 2021



Nismaladewi

RIWAYAT HIDUP

Nama lengkap penulis adalah Nismaladewi, Penulis lahir di Palembang pada tanggal 24 November 1999. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Orang tua penulis bernama Sunoto dan Maryam. Awal pendidikan penulis pada tahun 2004 di TK Mawar Palembang. Pada tahun 2005 penulis melanjutkan pendidikan yang berlokasi di SDN 249 Palembang. Setelah lulus penulis melanjutkan jenjang pendidikan di SMP Negeri 20 Palembang pada tahun 2011 sampai 2014. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di SMA Unggul Negeri 4 Palembang pada tahun 2014 sampai 2017.

Sejak bulan Agustus 2017 penulis tercatat sebagai mahasiswa Fakultas Pertanian, Program Studi Teknik Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Prestasi yang pernah diraih oleh penulis antara lain penerima dana Program Mahasiswa Wirausaha (PMW) Universitas Sriwijaya pada tahun 2020, Sepuluh besar pada event menulis artikel tingkat nasional IAIN Purwokerto pada tahun 2020 dan mengikuti lomba karya tulis ilmiah tingkat Nasional pada tahun 2019-2020. Penulis juga aktif dalam organisasi Ikatan Mahasiswa Teknik Pertanian Indonesia (IMATETANI), Kader PPSDM dan Kestari Badan Wakaf Pengkajian Islam (BWPI), Kader HAKI Komunitas Riset Mahasiswa (KURMA), aktif di Komunitas Aktivistis Rangkul Desa (ARD) dan sebagai Wakil Ketua divisi Humas Internal Himpunan Mahasiswa Teknologi Pertanian Universitas Sriwijaya (HIMATETA UNSRI) periode 2018/2019. Penulis pernah mendapat tugas sebagai sekretaris dalam kegiatan penerimaan mahasiswa baru jurusan teknologi pertanian dan sebagai sekretaris kegiatan bina desa dalam organisasi Ikatan Mahasiswa Teknologi Pertanian Indonesia. Penulis juga selama masa perkuliahan menjadi Asisten Dosen mata kuliah Pengantar Teknologi Pertanian, Asisten Dosen mata kuliah Rancangan Percobaan dan Kerekayasaan serta Asisten Dosen mata kuliah pengetahuan bahan. Penulis melakukan kegiatan magang berlokasi di PT. Perkebunan Nusantara VII Unit Tebenan komoditas karet. Penulis juga mengikuti agenda KKN Tematik Universitas Sriwijaya yang berlokasi di Desa Pulau Semambu Indralaya Utara Kabupaten Ogan Ilir Sumatera Selatan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita haturkan kepada Allah SWT atas segala nikmat rahmat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi penelitian ini yang berjudul “Potensi Penggunaan FTIR (*Fourier Transform Infrared*) dalam Pendugaan Sifat Fisik dan Kimia Cuko Pempek Berbasis Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*)”. Skripsi penelitian ini merupakan syarat untuk menyelesaikan pendidikan tingkat sarjana sesuai dengan kurikulum yang ditetapkan oleh Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya. Skripsi ini disusun berdasarkan orientasi dan studi pustaka. Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Daniel Saputra, M. S. A.Eng. dan Bapak Dr. Ir. Gatot Priyanto, M. S. yang telah memberikan pengarahan serta masukan dalam penulisan skripsi ini. Kepada kedua orang tua yang selalu setia memberikan doa, nasihat serta dukungannya selama menempuh jenjang pendidikan. Terimakasih juga ditujukan kepada teman-teman Jurusan Teknologi Pertanian dan teman-teman seperjuangan yang telah sepenuh hati membantu penyelesaian skripsi ini. Kepada para pembaca, dengan senang hati penulis menerima kritik dan saran yang dapat membuat skripsi ini menjadi lebih baik lagi kedepannya. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk kita semua.

Indralaya, Juli 2021

Nismaladewi

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis haturkan atas kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat melakukan penyusunan skripsi yang berjudul “Potensi Penerapan Ftir (*Fourier Transform Infrared*) Dalam Pendugaan Sifat Fisik Dan Kimia Cuko Pempek Berbasis Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi*)” dapat diselesaikan sesuai dengan harapan. tidak lupa sholawat serta salam penulis sampaikan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat dan para pengikutnya.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak dan rekan yang telah membantu dalam menyelesaikan serangkaian penyusunan skripsi, khususnya kepada:

1. Kedua orang tua saya yaitu Bapak Sunoto dan Ibu Maryam yang selalu memberikan doa dan ridho, dukungan motivasi, nasihat serta semangat dalam menyelesaikan studi dan mendapatkan gelar Sarjana Teknologi Pertanian.
2. Yth. Bapak Dr. Ir. A. Muslim, M. Agr. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya yang meluangkan waktu dan memberikan bantuan kepada penulis sebagai mahasiswa Fakultas Pertanian.
3. Yth. Bapak Dr. Ir Edward Saleh, M. S. selaku Ketua Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya yang meluangkan waktu dan memberikan bantuan kepada penulis sebagai mahasiswa Fakultas Pertanian.
4. Yth. Bapak Hermanto, S.TP., M. Si. selaku Sekretaris Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya yang meluangkan waktu dan memberikan bantuan kepada penulis sebagai mahasiswa Fakultas Pertanian.
5. Yth. Bapak Dr. Ir. Tri Tunggal, M. Agr. selaku Koordinator Program Studi Teknik Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya yang meluangkan waktu dan memberikan bantuan kepada penulis sebagai mahasiswa Fakultas Pertanian.
6. Yth. Bapak Prof. Dr. Ir. Daniel Saputra, M. S. A.Eng selaku dosen pembimbing skripsi pertama sekaligus dosen pembimbing akademik yang

telah meluangkan banyak waktu, memberikan masukan, saran, bimbingan, bantuan serta nasihat kepada penulis selama menjalani studi S1.

7. Yth. Bapak Dr. Ir. Gatot Priyanto, M.S. selaku dosen pembimbing skripsi kedua yang telah meluangkan banyak waktu, memberikan masukan, saran, bimbingan, bantuan serta nasihat kepada penulis selama menjalani studi S1.
8. Yth. Bapak Ir. Haisen Hower, M.P. selaku dosen penguji skripsi yang telah meluangkan waktu dan memberikan arahan, penilaian, bimbingan, bantuan serta nasihat kepada penulis dari awal ujian komprehensif hingga selesai.
9. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknologi Pertanian yang telah mendidik dan membagi ilmunya kepada penulis dengan penuh kesabaran.
10. Staff Administrasi Akademik serta Analis Jurusan Teknologi Pertanian atas semua bantuan dan kemudahan yang diberikan.
11. Sahabat-sahabat seperjuangan timbangan squad (Sela Nur Hadaina, Nidya Dwi Cahyawati, Surya Ningsin, Dessy Wulandari Safitri dan Novita Sari) yang telah memberikan rasa kekeluargaan, kebersamaan, semangat dan motivasi. Semoga sukses selalu buat kita semua.
12. Teman satu bimbingan akademik (Surya Ningsih dan Agung Sadewo) yang telah berjuang bersama khususnya kegiatan praktik lapangan, dan teman satu topik penelitian (Yayuk Eka Mardini, Lutfi Gusti Yandha dan Vicky Padholi) yang telah berjuang bersama untuk melakukan penelitian serta telah memberikan semangat dan motivasi. Semoga sukses selalu buat kita semua.
13. Teman-teman seperjuangan program studi Teknik Pertanian 2017, kakak tingkat (2014, 2015, 2016), adik tingkat (2018, 2019) yang telah membantu dan memberikan semangat selama perkuliahan.
14. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Indralaya, Juli 2021

Nismaladewi

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	ix
UCAPAN TERIMA KASIH	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Maksud dan Tujuan	3
1.4 Hipotesis	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Belimbing Wuluh (<i>Averrhoa bilimbi</i> L)	4
2.2 Cuko Penyek	7
2.2.1 Gula Aren Batok	8
2.2.2 Asam Jawa	9
2.2.3 Bawang Putih	10
2.2.4 Cabai Rawit	11
2.2.5 Garam	12
2.2.6 Gula Pasir	14
2.3 FTIR (<i>Fourier Transform Infrared</i>) Tipe IS Termo 10	15
2.4 Spektrum FTIR	17
2.5 Komponen Utama FTIR (<i>Fourier Transform Infra Red</i>)	19
2.6 Prinsip Kerja FTIR (<i>Fourier Transform Infra Red</i>)	20
2.7 Analisis Kemometrik	21
2.7.1 Analisis Komponen Utama (AKU) atau <i>Principal Component Analysis</i>	22
2.8 AD (<i>Analisis Diskriminan</i>)	22
BAB 3 PELAKSANAAN PENELITIAN	24

	Halaman
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	24
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	24
3.3 Metode Penelitian.....	24
3.4.1 Pembuatan Sari Belimbing Wuluh.....	25
3.4.2 Pembuatan Sari Asam Jawa.....	26
3.4.3 Cara Pembuatan Cuko Pempek.....	26
3.5 Pengujian dengan Spektroskopi FTIR.....	27
3.6 Pengolahan Data.....	27
3.6.1 Tahap Awal Prapemrosesan.....	27
3.6.2 Tahap Kedua Analisis Data.....	28
3.7 Parameter.....	29
3.7.1 Parameter Fisik.....	29
3.7.1.1 Warna.....	29
3.7.1.2 Viskositas.....	30
3.7.2 Parameter Kimia.....	31
3.7.2.1 Total Asam.....	31
3.7.2.2 Total Padatan Terlarut.....	31
3.7.2.3 pH.....	32
3.8 Uji Organoleptik.....	32
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1 Tahap Awal Prapemrosesan.....	35
4.1.1 Perbandingan Konsentrasi Asam Terhadap Faktor A_1	36
4.1.2 Perbandingan Konsentrasi Asam Terhadap Faktor A_2	38
4.1.3 Perbandingan Konsentrasi Asam Terhadap Faktor A_3	40
4.1.4 Perbandingan Konsentrasi Gula Terhadap Faktor B_1	42
4.1.5 Perbandingan Konsentrasi Gula Terhadap Faktor B_2	44
4.1.6 Perbandingan Konsentrasi Gula Terhadap Faktor B_3	46
4.2 Analisis Kemometrik.....	48
4.2.1 Analisis Komponen Utama (<i>Principal Componen Analysis</i>).....	49
4.2.2 Analisis Diskriminan (<i>Linear Discriminant Analysis</i>).....	51
4.3 Pengaruh Sifat Fisik dan Kimia Cuko Pempek.....	55

	Halaman
4.3.1 Pengaruh Sifat Fisik Cuko Pempek	55
4.3.1.1 Warna	55
4.3.1.2 Viskositas	60
4.3.2 Memprediksi Sifat Kimia Cuko Pempek	62
4.3.2.1 Total Asam	62
4.3.2.2 Total Padatan Terlarut	63
4.3.2.3 pH	65
4.4 Uji Organoleptik	66
4.4.1 Rasa	67
4.4.2 Warna	69
4.4.3 Aroma	70
4.4.4 Tekstur	71
BAB 5 PENUTUP	74
5.1 Kesimpulan	74
5.2 Saran	74
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN	80

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Tanaman belimbing wuluh	4
Gambar 2.2. Buah belimbing wuluh	5
Gambar 2.3. Cuko pempek	7
Gambar 2.4 Gula aren Lubuk Linggau	8
Gambar 2.4 Gula aren Lubuk Linggau	8
Gambar 2.5 Asam jawa	9
Gambar 2.6 Bawang putih	10
Gambar 2.7 Cabai rawit	12
Gambar 2.8 Garam dapur	13
Gambar 2.9 Gula pasir	14
Gambar 2.10 FTIR tipe nicolet thermo iS 10	16
Gambar 2.11 Wilayah spektrum inframerah pertengahan	17
Gambar 2.12 Contoh spektrum FTIR	17
Gambar 2.13 Proses perubahan sinyal pada sistem spektroskopi FTIR	20
Gambar 4.1 Sampel cuko pempek berbasis belimbing wuluh	35
Gambar 4.2. Spektrum konsentrasi asam terhadap faktor A_1	36
Gambar 4.3. Spektrum konsentrasi asam te terhadap faktor A_2	38
Gambar 4.4. Spektrum konsentrasi asam terhadap faktor A_3	40
Gambar 4.5. Spektrum konsentrasi gula terhadap faktor B_1	42
Gambar 4.6. Spektrum konsentrasi gula terhadap faktor B_2	44
Gambar 4.7. Spektrum konsentrasi gula terhadap faktor B_3	46
Gambar 4.8. Gabungan spektrum dari sampel yang digunakan	48
Gambar 4.9. Score plot PCA dari cuko pempek berbasis belimbing wuluh	49
Gambar 4.10. Loading plot PCA cuko pempek berbasis belimbing wuluh	50
Gambar 4.11. Bi-plot PCA cuko pempek berbasis belimbing wuluh	51
Gambar 4.12. Score plot analisis diskriminan cuko pempek	54
Gambar 4.13 Grafik regresi terhadap nilai lightness	56

	Halaman
Gambar 4.14. Grafik analisis regresi terhadap nilai a^*	57
Gambar 4.15. Grafik analisis regresi terhadap nilai b^*	59
Gambar 4.16. Grafik analisis regresi terhadap nilai viskositas	60
Gambar 4.17. Grafik analisis regresi terhadap nilai total asam	62
Gambar 4.18. Grafik analisis regresi terhadap nilai total padatan terlarut	63
Gambar 4.19. Grafik analisis regresi terhadap nilai pH	65
Gambar 4.20. Skor kesukaan rasa rata-rata cuko pempek	67
Gambar 4.21. Skor kesukaan warna rata-rata cuko pempek	69
Gambar 4.22. Skor kesukaan aroma rata-rata cuko pempek	71
Gambar 4.23. Skor kesukaan tekstur rata-rata cuko pempek	72

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Kandungan zat gizi belimbing wuluh tiap 100 gram	6
Tabel 2.2. Kandungan asam organik pada buah belimbing wuluh	6
Tabel 2.3. Syarat mutu gula aren	9
Tabel 2.4. Informasi kandungan gizi bawang putih per 100 gram	11
Tabel 2.5 Komposisi garam dapur	14
Tabel 2.6 Syarat mutu gula kristal putih	15
Tabel 2.7. Frekuensi regangan inframerah untuk beberapa jenis ikatan	18
Tabel 3.1. Kombinasi faktor perlakuan	25
Tabel 3.2 Penilaian terhadap uji organoptikl	33
Tabel 4.1 Gugus fungsi konsentrasi asam terhadap faktor A_1	37
Tabel 4.2 Gugus fungsi konsentrasi asam terhadap faktor A_2	39
Tabel 4.3 Gugus fungsi konsentrasi asam terhadap faktor A_3	41
Tabel 4.4 Gugus fungsi konsentrasi gula terhadap faktor B_1	43
Tabel 4.5 Gugus fungsi konsentrasi gula terhadap faktor B_2	45
Tabel 4.6 Gugus fungsi konsentrasi gula terhadap faktor B_3	47
Tabel 4.7. Test of equality of group means cuko pempek	52
Tabel 4.8. Eigenvalues atau nilai eigen	53
Tabel 4.9. Koefisien analisis regresi lightness	56
Tabel 4.10. Hubungan korelasi lightness	56
Tabel 4.11. Koefisien analisis regresi nilai a	58
Tabel 4.12. Hubungan korelasi nilai a*	58
Tabel 4.13. Koefisien analisis regresi nilai b*	59
Tabel 4.14. Hubungan korelasi nilai b*	60
Tabel 4.15. Koefisien analisis regresi viskositas	61
Tabel 4.16. Hubungan korelasi viskositas	61
Tabel 4.17. Koefisien analisis regresi total asam	62
Tabel 4.18. Hubungan korelasi total asam	63
Tabel 4.19. Koefisien analisis regresi total padatan terlarut	64

	Halaman
Tabel 4.20. Hubungan korelasi total padatan terlarut	64
Tabel 4.21. Koefisien analisis regresi pH	65
Tabel 4.22. Hubungan korelasi pH	66
Tabel 4.23. Uji Friedman-conover terhadap rasa cuko pempek	68
Tabel 4.24. Uji Friedman-conover terhadap warna cuko pempek	70
Tabel 4.25. Uji Friedman-conover terhadap tekstur cuko pempek	73

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Bagan alir penelitian	81
Lampiran 2. Data Puncak gelombang yang diolah pada analisis komponen utama	82
Lampiran 3. Persentase kumulatif analisis komponen utama	84
Lampiran 4. Data Puncak gelombang pada analisis diskriminan	85
Lampiran 5. Data Perhitungan nilai hedonik rasa cuko pempek berbasis belimbing wuluh	87
Lampiran 6. Uji Friedman conover terhadap skor hedonik rasa cuko pempek berbasis belimbing wuluh	88
Lampiran 7. Data Perhitungan nilai hedonik warna cuko pempek berbasis belimbing wuluh	89
Lampiran 8. Uji Friedman conover terhadap skor hedonik warna cuko pempek berbasis belimbing wuluh	90
Lampiran 9. Data Perhitungan nilai hedonik aroma cuko pempek berbasis belimbing wuluh	91
Lampiran 10. Uji Friedman conover terhadap skor hedonik aroma cuko pempek berbasis belimbing wuluh	92
Lampiran 11. Data Perhitungan nilai hedonik tekstur cuko pempek berbasis belimbing wuluh	93
Lampiran 12. Uji Friedman conover terhadap skor hedonik tekstur cuko pempek berbasis belimbing wuluh	94
Lampiran 13. Foto kegiatan penelitian	95
Lampiran 14. Spektrum dari sembilan perlakuan	97
Lampiran 15. Spektrum cuko pembanding	100

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pempek adalah salah satu produk olahan pangan tradisional khas dari Kota Palembang Sumatera Selatan. Pempek terdiri dari komposisi daging ikan, tepung tapioka, air, garam dan bumbu khusus penambah cita rasa. Proses pembuatan dalam cuko pempek pada umumnya terdiri dari beberapa tahapan yaitu penggilingan daging ikan, pencampuran semua bahan, pembentukan pempek dan pemasakan pempek (Karneta *et al.*, 2015). Pempek mempunyai cita rasa yang khas, nilai ekonomis yang terjangkau dan gizi yang baik bagi tubuh sehingga banyak disukai oleh masyarakat baik dari kalangan anak-anak hingga orang dewasa maupun turis mancanegara. Pempek terasa lebih enak bukan hanya komposisi bahan pembuatan pempek, tetapi ada saus menjadi pelengkap dalam mengonsumsi pempek yang memiliki peran dalam menentukan enak tidak rasa dari pempek (Lestari, 2019). Pempek akan semakin enak saat menikmati apabila dikonsumsi bersama dengan cuko pempek.

Di Indonesia kata cuko adalah kata terjemahan dari bahasa masyarakat Palembang sering disebut dengan cuko pempek. Cuko pempek adalah kuah atau saus sebagai pelengkap dalam mengonsumsi pempek. Cuko adalah cairan yang berwarna kecoklatan mempunyai perpaduan rasa yaitu asam, manis, gurih dan pedas. Cuko memiliki berbagai komposisi bahan seperti gula batok, cabai rawit, asam jawa, bawang putih, gula pasir dan garam dengan komposisi tertentu, sehingga jenis gula, konsentrasi gula, jenis cuko dan cita rasa cuko akan mempengaruhi kualitas dan cita rasa pempek yang dikonsumsi.

Sebagian besar masyarakat Palembang sepenuhnya menggunakan asam jawa untuk menghasilkan rasa asam dan aroma yang enak pada cuko pempek. Saya berinovasi untuk menambahkan konsentrasi sari buah yang memiliki rasa asam pada cuko pempek. Di Indonesia terdapat buah yang memiliki rasa asam seperti belimbing wuluh, jeruk kunci, jeruk nipis, lemon dan lain-lainnya. Oleh karena itu, Saya memanfaatkan belimbing wuluh dalam penelitian ini karena

memiliki potensi untuk menghasilkan rasa asam pada cuko pempek dengan mengurangi konsentrasi asam jawa. belimbing wuluh merupakan salah satu jenis spesies yang termasuk dalam marga belimbing (*Averrhoa*). Belimbing wuluh ditanam dan tumbuh liar di pekarangan rumah, lahan maupun di hutan. Belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L) mempunyai kandungan gizi seperti vitamin A, vitamin C, zat besi, fosfor, kalsium, air dan protein. Buah belimbing wuluh memiliki rasa asam dan kadar air yang tinggi, sehingga menyebabkan belimbing wuluh jarang dikonsumsi dalam bentuk buah segar dan juga daya simpan relatif singkat, sehingga buah ini sering sekali tidak termanfaatkan dan mengakibatkan rendahnya nilai ekonomi dari buah belimbing wuluh (Wijayanti *et al.*, 2018). Belimbing wuluh juga mengandung asam organik seperti asam asetat, asam format, asam sitrat dan asam askorbat (vitamin C). Rasa asam pada buah belimbing wuluh salah satunya berasal dari asam sitrat. Kadar kandungan pada buah belimbing wuluh seperti asam askorbat sebanyak 18%, gula 2% dan senyawa oksalat 1% (Maghfursyah, 2019).

Di Indonesia Pemanfaatan dan penggunaan buah belimbing wuluh belum dilakukan secara meluas menyebabkan nilai ekonomi dari buah belimbing wuluh bisa dikatakan masih rendah. Upaya untuk meningkatkan nilai tambah dari belimbing wuluh yaitu dengan memanfaatkan sari buah dalam campuran cuko pempek sebagai penghasil rasa asam. Dalam rangka mengetahui molekul dari cuko pempek berbasis belimbing wuluh perlu dilakukan identifikasi dan pendugaan terhadap sifat fisik dan kimia seperti konsentrasi gula dan asam cuko pempek dengan menggunakan spektroskopi FTIR (*Fourier Transform Infrared*) dan kemometrik. FTIR merupakan instrumen dengan teknik spektroskopi inframerah yang digunakan untuk mengidentifikasi kandungan gugus fungsi pada suatu produk atau material. FTIR merupakan instrumen yang masuk dalam jenis radiasi inframerah pertengahan (bilangan gelombang $4000-400\text{ cm}^{-1}$) (Sonip *et al.*, 2015). Spektroskopi FTIR adalah teknik analisis kimia yang relatif cepat, murah, akurat dan tidak banyak melibatkan penyiapan sampel (Rohman dan Man, 2012). Keuntungan dari teknik spektroskopi FTIR yaitu berpotensi sebagai metode analisis yang cepat dikarenakan dapat dilakukan secara langsung pada sampel tanpa adanya tahapan pemisahan terlebih dahulu (Rafi *et al.*, 2016).

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Apakah FTIR dan Kemometrik dapat digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsi pada spektrum cuko pempek berbasis belimbing wuluh terhadap konsentrasi asam dan gula ?.
2. Apakah analisis kemometrik mampu mengklasifikasi dan mendiskriminasi terhadap sembilan perlakuan cuko pempek yang digunakan ?.
3. Apakah FTIR dan kemometrik mampu menduga pengaruh sifat fisik dan kimia dari cuko pempek berbasis belimbing wuluh ?.

1.3. Maksud dan Tujuan

Maksud dan tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menganalisis asam dan gula dalam pembuatan cuko pempek menggunakan FTIR dan kemometrik. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk :

1. Mengidentifikasi gugus fungsi pada spektrum cuko pempek berbasis belimbing wuluh terhadap konsentrasi asam dan gula menggunakan FTIR dan kemometrik.
2. Membandingkan metode kemometrik yaitu analisis komponen utama dan analisis diskriminan dalam mendiskriminasi atau mengelompokkan setiap perlakuan cuko pempek yang digunakan.
3. Menduga sifat fisik dan kimia cuko pempek berbasis belimbing wuluh menggunakan FTIR dan kemometrik.

1.4. Hipotesis

Instrumen FTIR dapat digunakan untuk mengidentifikasi pola spektrum cuko pempek yang khas dan gugus fungsi terhadap konsentrasi gula dan asam pada komposisi cuko pempek berbasis belimbing wuluh. Metode kemometrik pada analisis diskriminan lebih efektif dalam mengklasifikasikan dan mengelompokkan faktor perlakuan dari pada analisis komponen utama. Menduga Sifat fisik dan kimia cuko pempek berbasis belimbing wuluh dengan analisis regresi dan berpengaruh nyata terhadap spektrum FTIR.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC., 1995. *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemistry (Washington DC).
- Buana, D. L., dan Fajriati, I., 2019. Karakteristik Lemak Sapid dan Lemak Babi dalam Bakso Menggunakan FTIR Spektrofotometer. *Indonesian Journal of Halal*, 2(1), 15-22.
- Dewi, E., Fadliyani., dan Ismiranda., 2018. *Pengaruh Ekstrak Etanol Buah Asam Jawa (Tamarindus indica L.) terhadap Nekrosa Sel Hati Mencit (Mus musculus) Akibat Diet Atrogenik*. Aceh, Universitas Jabal Ghafur, 655-663.
- Firmansyah, A., Sundalian, M., Suprijana, O., Fauziah, R. P., 2018. Studi Spektrum Derivatif FTIR Daging Sapid dan Daging Babi Setelah Melalui Reaksi Enzimatis. *Jurnal Sains dan Teknologi Farmasi Indonesia*, 7(2), 24-33.
- Fitriansyah, I., Muchsiri, M., dan Alhanannasir., 2017. Pengaruh Formulasi Tepung Batang, Daun dan Bunga Kecombrang (*Nicolaia speciose Horan*) terhadap Karakteristik dan Daya Simpan Cuko Pempek. *Jurnal Penelitian Ilmu Ilmu Teknologi Pangan*, 6(1), 6-12.
- Gomez, K. A., dan Gomez, A. A., 1984. *Statistical Procedure for Agricultural Research*. An International Rice Research Institute Book. A Wiley Intersci. Publ., John Wiley and Sons.
- Guntarti, A., dan Abidin, M. A. Z., 2018. Analisis Lemak Anjing dalam Bakpao Ayam Menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infrared*) Dikombinasikan Kemometrika. *Jurnal Media Farmasi*, 15(1), 34-42.
- Hendra., 2017. Pengaruh Pemberian Ekstrak Bawang Putih (*Allium sativum L.*) dan Lama Penyimpanan terhadap Daya Awet Tahu Putih. *Jurnal Biota*, 3(2), 54-59.
- Herman., dan Joetra, W., 2015. Pengaruh Garam Dapur (NaCl) Terhadap Kembang Susut Tanah Lempung. *Jurnal Momentum*, 17(1), 13-20.
- Iman, N., Dasir., dan Alhanannasir., 2016. Penambahan Carboxy Methyl Cellulose (CMC) terhadap Karakteristik Kimia, Fisika dan Sensoris Saus Cuko Pempek. *Edible*, 5(1), 28-33.
- Jamilah, M., K., dan Fadilah, R., 2019. Uji Kualitas Bubuk Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*) Berdasarkan Berat Tumpukan dan Lama Pengeringan Menggunakan Cabinet Dryer. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 5(1), pp. 98-107.

- Jamili, M. A., Hidayat, M. N., dan Hifizah, A., 2014. Uji Daya Hambat Ramuan Herbal terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Salmonella thypi*. *Jurnal Ilmu dan Industri Peternakan*, 1(3), 227-239.
- Karneta, R., Rejo, A., Priyanto, G., dan Pambayun, R., 2015. Penentuan Difusivitas Panas Pempek Lenjer Selama Perebusan Menggunakan Metode Numerik. *AGRITECH*, 35(1), 18-26.
- Lestari, E., 2019. Pengaruh Konsentrasi Tepung Tapioka dan Gliserol terhadap Karakteristik Cuko Pempek Lembaran. *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
- Lubis, R., 2017. Analisis Strategi Pemasaran Usaha Gula Aren. *Skripsi*. Universitas Medan Area.
- Maghfursyah, D., 2019. Pengaruh Penambahan Gelatin dan Gum Arab terhadap Karakteristik Fisik, Kimia dan Sensoris Selai Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) Lembaran. *Skripsi*. Jurusan Teknologi Pertanian Universitas Sriwijaya.
- Manurung, I. N. S., Karo-karo, T., Ridwansyah., 2016. Pengaruh Konsentrasi Zat Penstabil dan Konsentrasi Yoghurt terhadap Mutu Permen Jelly Belimbing Wuluh. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*, 4(4), 483-491.
- Maryam, S., Effendi, N., dan Kasmah., 2019. Produksi dan Karakterisasi Gelatin dari Limbah Tulang ayam dengan Menggunakan Spektrofotometer FTIR (Fourier Transform Infrared). *Majalah Farmaseutik*, 15(2), 96-104.
- Mataliuk, B., 2016. Pengaruh Penambahan Sumber Makanan Bioaktivator Yang Berbeda Terhadap Kualitas Kompos Feses Sapi. *Skripsi*. Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Maulana, K. D., Jamil M. M., Putra, P. E. M., Rohmawati, B., Rahmawati., 2017. Peningkatan Kualitas Garam Bledug Kuwu Melalui Proses Rekrystalisasi dengan Pengikat Pengotor CaO, Ba(OH)₂ dan (NH₄)₂CO₃. *Journal of Creativity Student*, 2(1), 42-46.
- Moulia, M. N., Syarief, R., Iriani, E. S., Kusumaningrum, H. D., Suyatama, N. E., 2018. Antimikroba Ekstrak Bawang Putih. *Jurnal Pangan*, 27(1), 55-66.
- Muchsiri, M., Alhanannasir, Verayani, A., Kusuma, I. A. J., 2020. Pelatihan Pembuatan Cuko Pempek Palembang dengan Bahan Asam Sari Jeruk Kunci. *Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(1), 1-6.
- Musfiroh, I., Hasanah, A. N., Faradiba, G. A., Ayumiati, I., Mutakin, M., Muchtaridi, M., 2019. Modification of Extraction Methods on Determining Simeticone Suspension Using FTIR Method. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 6(3), 125-133.

- Must, R. R. C., 2019. Analisis Keamanan Pangan Minuman Jajanan Es Campur di Pujasera Dempo Kota Malang (Analisis Total Cemaran Mikroba, *Escherichia coli* dan Pemanis Buatan Siklamat. *Karya Tulis Ilmiah*. Politeknik Kesehatan Kemenkes Malang.
- Nandiyanto, A. B. D., Oktiani, R., dan Ragadhita, R., 2019. How to Read and Interpret FTIR Spectroscopy of Organic Material. *Indonesian Journal of Science and Technology*, 4(1), 97-118.
- Natawijaya, D., Suhartono., dan Undang., 2018. Analisis Rendemen Nira dan Kualitas Gula Aren (*Arenga pinnata Merr.*) di Kabupaten Tasikmalaya. *Jurnal Agroforestri Indonesia*, 1(1), 57-64.
- Pambudi, A., Farid, M., dan Nurdiansah, H., 2017. Analisis Morfologi dan Spektroskopi Infra Merah Serat Bambu Betung (*Dendrocalamus asper*) Hasil Proses Alkalisasi Sebagai Penguat Komposit Absorpsi Suara. *Jurnal Teknik ITS*, 6(2), 2337-3539.
- Pratama, F., 2011. *Evaluasi Sensoris*. Palembang: Unsri Press.
- Purnomo, L., Surjoseputro, S., dan Setijawati, E., 2018. Pengaruh Konsentrasi Asam Jawa (*Tamarindus indica L.*) terhadap Sifat Fisikokimia dan Organoleptik Leather Pulp Kulit Pisang Kepok-Asam Jawa. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*, 17(1), 51-57.
- Putriana, A., 2018. Ekstrak Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) sebagai Ovisida Keong Mas (*Pomacea canaliculata L.*). *Skripsi*. Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
- Radam, R. R., dan Rezekiah, A. A., 2015. Pengolahan Gula Aren (*Arenga pinnata Merr*) di Desa Banua Hanyar Kabupaten Hulu Sungai Tengah. *Jurnal Hutan Tropis*, 3(3), 267-276.
- Rafi, M., Anggundari, W. C., dan Irawadil, T. T., 2016. Potensi Spektroskopi FT-IR-ATR dan Kemometrik Untuk Membedakan Rambut Babi, Kambing dan Sapi. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 5(3), 229-234.
- Rahmawati, D. M. P. D., 2018. Daya Hambat Ekstrak Buah Belimbing Wuluh terhadap PERTumbuhan Bakteri *Staphylococcus pyogenes* Secara In Vitro. *Diploma Thesis*. Jurusan Analisis Kesehatan, Politeknik Negeri Kesehatan Denpasar.
- Rismawati, S. N., 2018. Analisis Kemometrik Menggunakan PCA (*Principal Component Analysis*) dan LDA (*Linear Discriminant Analysis*) Pada Sampel Minyak Babi dan Minyak Zaitun Berbasis Data FTIR- Spektroskopi. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.

- Riyanto, C., 2018. Kualitas Mi Basah Dengan Kombinasi Edamame (*Glycine max* (L.) Merrill) dan Bekatul Beras Merah. *Skripsi*. Fakultas Teknobiologi, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Rohman, A., dan Man, Y. B. C., 2012. Pengembangan Metode Deteksi Minyak Kedelai dalam Campuran Minyak Kelapa Murni dengan Spektroskopi Infra Merah dan Kemometrika. *Jurnal Agritech*, 32(2), 111-116.
- Shafirany, M. Z., Susilawati, Y. dan Musfiroh, I., 2018. Aplikasi kemometrik dalam Penentuan Mutu Tumbuhan Obat. *Pharmauho*, 4(2), 6-13.
- Sembiring, E. R., 2019. Pengaruh Penambahan Sari Jeruk Nipis dan Lama Penyimpanan Terhadap Mutu Cuko Pempek. *Skripsi*. Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara.
- Septiani, N. W., 2017. Uji Kemampuan Larutan Buah Belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) dalam Menurunkan Jumlah Kuman paa Peralatan Makan di Cafeteria Perpustakaan UIN Alauddin Makassar. *Skripsi*. Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Siregar, Y. D. I., Heryanto, R., Riyadhi, A., Lestari, T. H., Nurlela., 2015. Karakterisasi Karbon Aktif Asal Tumbuhan dan Tulang Hewan Menggunakan FTIR dan Analisis Kemometrika. *Jurnal Kimia Valensi*, 1(2), 103-116.
- Sofiarani, F. N., dan Ambarwati, E., 2020. Pertumbuhan dan Hasil cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) pada Berbagai Komposisi Media Tanam dalam Skala Pot. *Vegetalika*, 9(1), 292-304.
- Sonip, A., Apriliana, E., Sagala, L. A. B., Risanti, M., Kurniati, M., Irzaman., 2015. *Analisis Ikatan Molekul Protein (Gugus Fungsi C-N) pada Miselium Jamur Tiram dengan Metode Fourier Transform Infra-Red (FTIR)*. Jakarta, Prosiding Seminar Nasional Fisika SNF2015 Universitas Negeri Jakarta, pp. 1-6.
- Suarsa, I. W., 2016. *Analisis Gugus Fungsi Pada Bensin Dengan Spektrofotometri Infra Merah*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana.
- Susanti, E. Y., 2016. Pengaruh Pemberian Sari Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) terhadap Kadar Glukosa darah Puasa Wanita Hiperglikemia. *Skripsi*. Program Studi Ilmu Gizi, Fakultas Kodokteran, Universitas Dipenogoro.
- Suseno, J. E, dan Firdausi, K. S., 2008. Rancang Bangun Spektroskopi FTIR (*Fourier Transform Infrared*) untuk Penentuan Kualitas Susu Sapi. *Berkala Fisika*, 11(1), 23-28.

- Umam, K., Yuhariati., dan Suhartati., 2018. Analisis Diskriminan terhadap Tingkat Ketertarikan Tempat Wisata di Indonesia Menggunakan Metode Fishers. *Jurnal Serambi Akademica*, 6(1), 28-37.
- Wijayanti, I., Rianingsih, L., dan Amalia, U., 2018. Karakteristik Fisikokimia Kalsium Dari Tulang Nila (*Oreocromis niloticus*) Dengan Perendaman Belimbing Wuluh. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(2), 336-344.
- Wongkar, N., Dumais, J. N. K., dan Katiandagho, T. M., 2017. Strategi Pengembangan Agroindustri Gula aren di Desa Tondei 1. *Agri-Sosio Ekonomi Unsrat*, 13(3A), 215-226.
- Yusuf, Y., 2019. *Belajar Mudah Kimia Analisis*. Jakarta: EduCenter Indonesia.