



EFEKTIVITAS ZERUMBONE LEMPUYANG WANGI (*Zingiber aromaticum* Val.) DENGAN XYLITOL AMPAS TEBU DALAM PEMBUATAN PERMEN ANTIHIPERGLIKEMIK

Herlina Diah Ayu Rosita), Rina Ayu Wilasari), Agnes Vivi Novembrianti), Rizki Tri Muhaimin), Muhammad Khoirul Fatikhin), *Rista Anggriani, Damat

Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian Peternakan, Universitas Muhammadiyah Malang

DOI : [10.26623/jtphp.v19i1.8836](https://doi.org/10.26623/jtphp.v19i1.8836)

Info Artikel

Sejarah Artikel:
Disubmit 18 Februari 2024
Direvisi 1 Februari 2024
Disetujui 30 September 2023

Keywords:
Diabetes; Child;
Zerumbone; Xylitol;
Candy

Abstrak

Kasus diabetes pada anak meningkat 70 kali lipat dibandingkan dengan Tahun 2010. Salah satu penyebabnya adalah pola konsumsi permen. Senyawa zerumbon pada lempuyang wangi (*Zingiber aromaticum*) diketahui dapat menurunkan gula darah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas lempuyang wangi untuk mengontrol kadar gula darah pada penderita diabetes. Ekstrak zerumbon dihasilkan dengan metode destilasi pada suhu 90°C dengan pelarut aquades. Xylitol dihasilkan dari hidrolisis ampas tebu dengan larutan Buffer phosphate pH6,00 dan Buffer asetat pH3 dengan memanfaatkan enzim. Pembuatan permen dengan perbandingan F1= 14%:21%, F2= 21%:20%, F3=28%:18% dan F4=35%:17% dan mencampur semua bahan yaitu corn syrup, gelatin, dan sedikit perasan lemon. Hasil permen dilanjutkan dengan uji karakteristik fisik seperti intensitas warna, tekstur dilanjutkan uji organoleptik dengan metode hedonic dan dilanjutkan uji keefektifan dalam penurunan gula darah pada mencit. Hasil pengujian KLT mendapatkan nilai Rf 0,57. pada hasil tekstur hardness dan gummines menghasilkan nilai tertinggi ada pada f1 dengan hardness dengan angka 3,23 dan gummines 1,11. Pada hasil intensitas warna tidak memberikan pengaruh yang nyata namun f1 memberikan hasil warna yang diinginkan L* 42, a*2 dan b*17. Dari hasil uji gula darah pada mencit yang telah di beri perlakuan selama 7 hari hasil penurunan terbaik ada pada F3 sebesar 128mg/dl. Untuk hasil uji organoleptik dilakukan pada 60 anak berusia 8-12 thn permen dengan perlakuan F1 paling banyak digemari oleh anak-anak.

Abstract

According to a statement by the Indonesian Pediatrician Association (IDAI) in January 2023, cases of diabetes in children increased 70 times compared to 2010. One of the causes is the pattern of candy consumption. The zerumbon compound in lempuyang fragrant (*Zingiber aromaticum*) is known to lower blood sugar which will be combined with xylitol from sugarcane bagasse. This study aims to determine the effectiveness of lempuyang wangi to control blood sugar levels in diabetes sufferers. The process of making zerumbon extract uses the distillation method at a temperature of 90°C with distilled water as a solvent. Making xylitol begins with drying and grinding the bagasse, then hydrolyzing it with phosphate buffer solution pH 6.00 and acetate buffer pH 3 and adding the enzyme xylanase. Hydrolyzate from enzyme fermentation is centrifuged. Making candy with a ratio of F1= 14%:21%, F2= 21% ;20%, F3=28%:18% and F4=35%:17% and mix all the ingredients, namely corn syrup, gelatin and a little lemon juice. The candy results were continued

with physical characteristic tests such as color intensity and texture, followed by organoleptic tests using the hedonic method and continued with effectiveness tests in reducing blood sugar in mice. The results of the TLC test obtained an Rf value of 0.57. the hardness and gummines texture results produced the highest value in f1 with hardness at 3.23 and gummines at 1.11. The color intensity results do not have a real influence, but f1 gives the desired color results L 42, a*2 and b*17. From the results of blood sugar tests on mice that had been treated for 7 days, the best reduction was in F3 of 128 mg/dl. For the results of organoleptic tests carried out on 60 children aged 8-12 years, candy with F1 treatment was the most popular among children.*

PENDAHULUAN

Menurut pernyataan Ikatan Dokter Anak Indonesia (IDAI) pada Januari 2023, kasus diabetes pada anak meningkat 70 kali lipat dibandingkan dengan Tahun 2010. Hal ini dapat dikarenakan karena pola konsumsi dan gaya hidup dari sang anak. Hal ini diperinci oleh penelitian Edith, (2013) yang menyatakan bahwa pola konsumsi anak rentang usia 0-12 Tahun 54,9% anak mengonsumsi makanan permen 30 kali dalam sebulan. Pandangan masyarakat terhadap permen yang masih buruk diakibatkan kandungan gula (glukosa) sebagai bahan dasar pembuatan permen yang cukup tinggi. Hal inilah yang dijadikan patokan oleh masyarakat untuk mencegah anaknya membeli permen agar tidak terjangkit penyakit diabetes. Namun, beberapa penelitian ingin merubah perspektif buruk permen menjadi salah satu bahan pencegah diabetes. Hal ini dilakukan oleh Nur, (2023) menggunakan campuran jahe dan bunga rosella dengan menjadikannya gummy candy. Namun, hal tersebut masih memiliki beberapa kekurangan dibagian organoleptik yang kurang disukai oleh anak-anak. Dari kedua penelitian tersebut, kami membuat produk gummy candy yang berpotensi lebih unggul dibandingkan dengan penelitian diatas menggunakan bahan seperti lempuyang wangi dan bahan by product seperti ampas tebu.

Zerumbone merupakan senyawa yang terdapat dari bahan alam. Senyawa yang terkandung pada zerumbone sendiri yaitu sesquiterpenoid monosiklik. Senyawa tersebut dapat ditemui pada family zingiberaceae salah satunya yaitu lempuyang wangi (*Zingiber aromaticum*). Senyawa zerumbone diketahui dapat menurunkan gula darah pada penderita diabetes. Hal ini juga diperkuat melalui percobaan Tzeng et al., (2013) yang melakukan penelitian pada tikus pengidap diabetes. Hasil yang diperoleh, tikus tersebut menunjukkan penurunan klirens kreatinin dengan adanya difusi ginjal.

Ampas tebu biasanya digunakan sebagai bahan bakar pada proses pengolahan gula. Dengan proses pembakaran yang tidak terkontrol, abu sisa pembakarannya sangat mencemari udara (Andaka & Wijayanto, 2019). 35-40% ampas tebu yang dihasilkan dalam setiap proses penggilingan menyimpan banyak lignoselulosa yang terdiri dari selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Hemiselulosa sendiri adalah sumber dalam produksi D-mannose, D-arbinose, D-xylose, D-galaktosa, D-glukosa, D-glucuronic acid, dan D-xylitol dengan asetil sebagai rantai samping (Thancharoen et al., 2016). Xylitol memiliki banyak manfaat diantaranya meningkatkan aliran air liur pada penyembuhan lapisan email gigi, mengurangi pembentukan plak gigi, dan gula bagi penderita diabetes melitus. Senyawa ini aman dikonsumsi oleh penderita diabetes melitus karena kadar indeks glikemik yang rendah pada kisaran 7. Indeks glikemik adalah ukuran yang digunakan untuk menunjukkan kecepatan makanan dalam menaikkan kadar gula darah. Xylitol memiliki tingkat kemanisan yang setara dengan sukrosa namun kalorinya lebih rendah 40% dari karbohidrat lain (Susilowati dkk, 2014). Tujuan dari penelitian ini ada membuat produk dengan campuran ekstrak lempuyang wangi dengan gula xylitol ampas tebu sebagai permen dalam upaya pencegahan diabetes.

METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu lempuyang wangi pasar bear malang, ampas tebu limbah sisa penjualan es tebu, gelatin sapi, air, aquades, corn syrup, mencit. Bahan-bahan kimia yang digunakan seperti HCl dan enzim xylanase, DNS, asam sitrat, asam fospat, Na-sitrat, CMC, Ethanol 96%, H₂SO₄,

Alat yang dipakai adalah timbangan analitik, blender, saringan, gelas ukur, termometer, cetakan, satu set alat destilasi, texture profil analyzer, color reader, glucometer, dan gluco strip.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok sederhana dengan perbandingan formulasi Variabel bebas antara xylitol ampas tebu : ekstrak lempuyang wangi F₁= 14%:21%, F₂= 21%;20%, F₃=28%;18% dan F₄=35%;17%. Variabel terikat dalam penelitian ini intensitas warna, tekstur, uji in vivo mencit, organoleptik Analisis Statistik menggunakan uji one-way anova (ANOVA). Apabila perlakuan memberi pengaruh pada parameter pengamatan, maka akan dilanjutkan menggunakan uji lanjut DMRT $\alpha = 5\%$.

1.Pembuatan Ekstrak Lempuyang Wangi (Subehan dkk, 2018)

Ekstraksi Sampel Secara Destilasi Sebanyak 100 gram simplisia dimasukkan ke dalam labu, dan ditambahkan penyari aquadest sebanyak 500 ml. Alat dipasang dan pemanas dinyalakan diatur suhunya.

Tetesannya ditampung di dalam corong pisah. Dipisahkan antara minyak dan air kemudian diambil bagian minyak.

2. Pembuatan xylitol (Fairus dkk, 2013)

Ampas tebu yang telah dilakukan treatment seperti sterilisasi pada autoclave pada suhu 120°C selama 20 menit. Setelah itu sampel yang telah diautoclave dihidrolisis menggunakan larutan buffer phosphate pH 6,00 dan buffer asetat pH 3 dan ditambahkan enzim xylanase. Sampel diinkubasi selama 4 jam pada suhu 35°C. Hidrolisat dari fermentasi enzim disentrifugasi dengan kecepatan 10.000 rpm dalam suhu 4°C untuk pemisahan lignin selama 10 menit. Hasil sentrifugasi didapatkan xylosa yang akan dilanjutkan tahap pengujian gula pereduksi.

3. Proses Pembuatan Gummy Candy (Retno, 2019)

Proses pembuatan gummy candies ini diawali dengan mencampurkan basis gummy, yaitu xylitol ampas tebu dan corn syrup dengan masing-masing konsentrasi yang berbeda untuk tiap formula, kemudian dipanaskan di atas waterbath yang telah diisi aquades dengan suhu 60°C. Gom arab ditambahkan dalam keadaan panas supaya mengembang. Larutan gelatin dibuat dengan cara melarutkan gelatin dengan aquades panas. Larutan gelatin yang sudah terbentuk dimasukkan ke dalam basis gummy di atas waterbath kemudian ditambahkan gula dan laktosa, aduk hingga homogen. Ekstrak lempuyang dimasukkan ke dalam campuran basis tersebut, kemudian ditambahkan perasa dan diaduk hingga homogen. Campuran tersebut dituang ke dalam cetakan dan didinginkan. Sediaan yang diperoleh dari masing-masing formula diuji sifat fisiknya.

4. Uji Karakteristik Fisik (Sunaryo dkk 2020) & (Sachlan dkk 2019)

Uji fisik permen yang dilakukan seperti analisis tekstur dan warna pada masing-masing formulasi. Untuk analisis tekstur menggunakan texture analyzer parameter yang diukur meliputi kekerasan dan kekenyalan setiap sampel. Untuk analisis warna menggunakan colour reader parameter diukur dari sampel yang diambil acak dari masing-masing formula sesuai dengan standar yang diinginkan.

5. Uji Organoleptik Menggunakan Metode Hedonik (Sachlan et al. 2019)

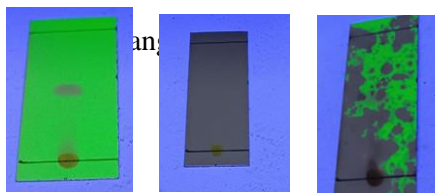
Uji kesukaan disebut dengan uji hedonik. Dalam pengujian ini panelis diminta untuk menyampaikan tanggapan pribadinya tentang kesukaan atau ketidaksukaan terhadap produk yang disajikan dengan menggunakan skala 1 (satu) sampai 5 (lima). Uji organoleptik dilakukan oleh 25 orang panelis dengan parameter uji rasa, warna, aroma, dan tekstur. Uji ini bertujuan untuk mengetahui respon panelis terhadap sifat-sifat produk yang disajikan dengan skala kuisioner yaitu (1) sangat tidak suka, (2) tidak suka, (3) netral, (4) suka dan (5) sangat tidak suka.

6. Uji Kadar Glukosa Darah Mencit (laelatonisa dkk 2019)

Semua mencit (kecuali kontrol negatif) diinduksi aloxan dosis 4,2 mg/20 grBB didapat dari dosis 210 mg/kgBB, diinjeksikan secara interperitoneal dan ditunggu selama 72 jam. Sebelum dilakukan pengukuran level glukosa darah, mencit dipuasakan dari makanan selama 8-12 jam (hanya disediakan air). Dilakukan pengecekan dengan strip test glucometer. Kadar glukosa darah mencit >175 mg/dl, mencit positif diabetes. Mencit diabetes diberi 4 perlakuan formulasi xyone.candy pada masing-masing kelompok secara sondasi. Dilakukan pengecekan kadar glukosa darah pada hari ke 3 dan ke 7 dari cardiac puncture.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Hasil pengujian KLT rimpang lempuyang wangi.

Sampel	Panjang Gelombang		Pereaksi H2SO4 10%		Nilai Rf Standar	Nilai Rf Sampel
	λ254 nm	λ365nm	λ365nm	λ365nm		
					0,58	0,57

Pengujian dilakukan menggunakan metode KLT dengan pereaksi H₂SO₄ 10% untuk mengetahui reaksi senyawa zerumbone pada lempuyang wangi. Pengujian menggunakan KLT ini digunakan untuk mengetahui kandungan dan golongan senyawa zerumbone yang terdapat pada rimpang lempuyang wangi. Pada (tabel 1) dapat diketahui bahwa setelah dilakukan penyemprotan menggunakan H₂SO₄ terdapat bercak berwarna coklat pada gelombang 254 nm dan 365 nm dengan jarak eluen yaitu sebesar 2,5 cm. Harga nilai R_f setelah dilakukan percobaan sebesar 0,57 untuk sampel rimpang lempuyang yang diuji coba dengan harga R_f standar yaitu 0,58. Jika dibandingkan dengan jurnal menurut penelitian Dwyana, dkk (2017) melalui percobaannya pada rimpang lempuyang wangi didapatkan harga nilai R_f yaitu sebesar 0,56 pada percobaan keduanya dengan bercak noda berwarna jingga dan coklat. Hal ini menandakan bahwa rimpang lempuyang wangi memiliki senyawa zerumbone yang masuk dalam golongan senyawa alkaloid.

Tabel 2. Hasil pengujian tekstur

Perlakuan	Tekstur (N)	
	Hardness	Gummines
F0	2,7150±0,64	1,1075±0,79
F1	3,2350±0,1,73	1,1175±1,45
F2	2,2000±0,48	1,1150±0,23
F3	2,6050±1,28	0,9150±1,12
F4	2,2250±0,45	0,9050±0,43

Sementara pada pengujian kekenyalan (*Gumminess*) pada permen jelly lempuyang wangi didapatkan hasil analitik yaitu F tabel > 0,1 yang memiliki arti bahwa setiap formulasi memiliki tingkat kekenyalan yang berbeda. Hal ini dipengaruhi oleh penambahan xylitol ampas tebu dan ekstrak lempuyang wangi. Reaksi dari keduanya dengan gelatin akan memberikan efek kekentalan (*Gumminess*) yang lebih tinggi dibandingkan formulasi lain. Hal yang sama dinyatakan pada penelitian Handayani dkk., (2021) pada percobaan analisis tekstur permen jelly bahwa penambahan zat atau bahan ke dalam permen jelly dapat berpengaruh terhadap tekstur yang dihasilkan.

Tabel 3. Intenitas Warna

Perlakuan	Intenitas Warna		
	L*	a*	b*
F0	43,78 ^{ab} ±1,50	1,94±0,24	8,06±1,67
F1	42,49 ^a ±3,80	2,01±0,38	17,9±20,81
F2	42,79 ^{ab} ±2,80	1,99±0,46	8,56±2,84
F3	45,50 ^b ±5,08	4,25±4,65	9,89±4,50
F4	42,85 ^{ab} ±3,68	4,21±5,85	7,76±2,63

Percobaan intensitas warna pada permen jelly lempuyang wangi dilakukan dengan *Colour reader*. Didapatkan hasil bahwa kecerahan (*Lightness*) pada permen jelly berada pada kisaran angka 43,2. Hasil tertinggi kecerahan pada sampel uji coba adalah F3 dengan nilai 45,5. Kecerahan pada permen jelly disebabkan karena penambahan ekstrak lempuyang wangi. Ekstrak ini memiliki warna sedikit kekuning saat setelah di destilasi. Hasil ini dibandingkan dengan penelitian Nianti dkk, (2018) menggunakan ekstrak buah jeruk didapatkan hasil bahwa kecerahan rata-rata berada pada angka 60. Untuk a* atau *redness* pada permen jelly lempuyang wangi didapatkan hasil yang cukup kecil yaitu 1,9. Hal ini dikarenakan permen lempuyang wangi ini cenderung memiliki warna yang kuning sehingga pada pengujian colour reader menghasilkan angka yang kecil. Untuk b* (*blueness*) permen jelly ekstrak lempuyang wangi memiliki angka rata-rata 8,64 yang artinya warna permen jelly tidak mengarah pada kebiruan atau kehijauan.

Tabel 4 . Hasil glukosa darah pada mencit

Perlakuan	Kadar Glukosa darah mencit (mg/dl)				Total Penurunan Gula Darah
	H0	H3	H5	H7	
Kontrol +	296 ^b ±0,3	253±1,31	211 ^b ±	234 ^{ab} ±0,2	62
Kontrol -	88 ^a ±0,24	85±0,27	86 ^a ±0,43	87 ^a ±0,33	

F1	244 ^b ±0,4 6	219±0,38	209 ^b ±0,2 4	192 ^{bc} ±0,4 7	52
F2	296 ^b ±1,5 0	248±0,21	204 ^b ±1,2 2	172 ^{bc} ±0,3 8	124
F3	267 ^b ±0,2 9	273±0,49	201 ^b ±0,6 9	139 ^{ab} ±0,5 1	128
F4	252 ^b ±1,1 2	213±0,26	133 ^a ±0,3 8	135 ^{ab} ±0,18	117

Dari hasil yang didapat, rata-rata berat mencit yang telah diadaptasi yaitu 20-30 gram dengan berat badan tersebut mencit yang ada layak untuk induksi aloksan. Menurut Pertiwi (2021) standar berat badan mencit yang dapat diinduksi oleh aloksan yaitu+ 20g Uji yang dilakukan pada mencit secara in-vivo, yaitu mencit yang telah diinduksi aloksan mengalami kenaikan kadar glukosa darah. Selanjutnya mencit diberi perlakuan dengan kontrol positif yaitu mencit yang diberi obat metformin, kontrol negatif yaitu mencit sehat dan kontrol perlakuan yaitu mencit yang diberi empat formulasi permen dengan perbandingan ekstrak lempuyang wangi dan xylitol ampas tebu. Selama perlakuan, penurunan kadar glukosa darah mencit juga di cek dan diperoleh data yaitu Kontrol negatif tidak ada penurunan kadar glukosa darah karena mencit tidak diinduksi aloksan. kontrol perlakuan menunjukkan perbedaan penurunan kadar glukosa darah mencit pada setiap formulasinya, F1 75 mg/dl, F2 175 mg/dl, F3 156 mg/dl dan F4 172 mg/dl, dengan formulasi yang menunjukkan penurunan kadar glukosa darah yang signifikan yaitu F3.

Hasil menunjukkan perbedaan yang bermakna terjadi antara kelompok kontrol negatif dengan kelompok perlakuan yang lain dimana pada semua formulasi penurunan glukosa darah pada mencit di hari pertama hingga ke 7. sehingga dapat disimpulkan bahwa ekstrak etanol rimpang lempuyang wangi dan xylitol dapat menurunkan kadar glukosa darah tikus secara signifikan. Perbedaantingkatan dosis ekstrak yang digunakan tidak menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan secara kualitatif. Hal yang sama juga ditunjukkan antara kelompok tingkatan dosis ekstrak dengan kelompok kontrol positif sehingga dapat dikatakan bahwa ekstrak etanol rimpang lempuyang wangi memiliki sifat hipoglikemik yang poten sama seperti glibenklamid .Hal ini sesuai dengan penelitian Sakika (2018) dimana terjadi penurunan pada setiap formulasi ekstrak etanol rimpang lempuyang emprit. Kekerbatan yang tinggi antara lempuyang gajah,lempuyang emprit dan lempuyang wangi kandungan kimia dan aktivitas farmakologis dalam ketiga jenis tanaman ini memiliki kemiripan.

Tabel 5. Hasil uji organoleptik dengan metode hedonik

Perlakuan	Parameter			
	Warna	Tekstur	Rasa	Kesukaan
FO	2,05 ^a ±0,70	2,60 ^b ±0,59	2,00 ^b ±0,74	2,14 ^{bc} ±0,67
F1	2,67 ^c ±0,51	2,27 ^a ±0,59	2,20 ^b ±0,77	2,38 ^c ±0,65
F2	2,69 ^c ±0,53	2,40 ^{ab} ±0,65	2,29 ^b ±0,76	2,40 ^c ±0,78
F3	2,40 ^b ±0,68	2,25 ^a ±0,69	2,03 ^b ±0,76	2,05 ^b ±0,59
F4	2,16 ^{ab} ±0,81	2,36 ^{ab} ±0,67	1,65 ^a ±0,72	1,72 ^a ±0,87

Dari hasil warna,tekstur, rasa dan kesukaan nilai tertinggi yang di dapat permen jelly dengan perbandingan ekstrak 20% dan xylitol 21 % hasil pada parameter warna mendapat skor 148, tekstur 132, rasa 126 dan kesukaan ada pada skor 132. Gula xylitol sendiri memiliki warna yang cenderung kuning kecoklatan sehingga Penambahan gula xylitol 20% menghasilkan warna yang sehingga hasil permen memiliki warna kuning. Selain itu, reaksi browning non enzimatis (reaksi mailard) dari gula pereduksi ederhana dan asam amino berupa lisin dengan suhu tinggi dapat memunculkan warna (Suliasih, 2018). Aroma permen jelly yang kuat berasal dari ekstrak lempuyang wangi sehingga mengalahkan aroma gula. Penelitian ini sesuai dengan Penelitian Ira (2023) Berbahan dasar daun suruhan pada perlakuan 37g daun suruhan dihasilka permen dengan aroma yang menyengat. Permen Jelly dengan penambahan ekstrak lempuyang 20% lebih disukai dalam segi rasa. Hal ini dikarenakan rasa yang dihasilkan manis dengan rasa ikutan yang terasa wangi di mulut. Perbedaan rasa pada permen jelly bergantung pada tingkat penambahan ekstrak lempuyang wangi. Pemilihan produk terbaik dilakukan dengan cara pembobotan yang berdasarkan pada nilai organoleptik parameter kesukaan dengan total nilai 132.

SIMPULAN

Melalui percobaan yang dilakukan pada permen gummy candy lempuyang wangi dapat disimpulkan bahwa lempuyang wangi memiliki senyawa zerumbone yang dapat dibuktikan dengan yang memiliki nilai Rf 0,57. Senyawa zerumbone ini yang akan digunakan untuk membuat gummy candies antihiperqlikemik bagi penderita diabetes. Setelah dilakukan pengujian tekstur dapat diketahui bahwa tekstur gummy candy lempuyang wangi memiliki rata-rata 2,20. Pada uji intensitas warna gummy candy, rata-rata kecerahan berada pada kisaran angka 43,2, a* (redness) 1,9 dan b* (blueness) 8.64, dengan warna kekuningan yang dihasilkan akibat penambahan ekstrak lempuyang wangi. Sedangkan Pada hasil uji organoleptik perlakuan yang paling disukai ada pada F2 dalam segi rasa tekstur dan warna. Penurunan gula darah terbaik yang dilakukan pada mencit ada pada perlakuan f3.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriansyah L, P., Wowor, P. M., & Wungouw, H. I. S. 2015. Gambaran Kadar Gula Darah Sewaktu Pada Mahasiswa Angkatan 2015 Fakultas Kedokteran Univrersitas SAM Ratulagi. *Jurnal E-Biomedik (EBm)*, 3(3), 834–838.
- Andaka, G., & Wijayanto, D. 2019. Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu untuk Memproduksi Pulp dengan Proses Soda. *Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri Dan Informasi XIV Tahun 2019 (ReTII)*, 2019(November), 427–434. <http://journal.itny.ac.id/index.php/ReTII>
- Dwyana, Z., & Sy Pakaya, M. 2017. Aktivitas Antimikroba Ekstrak Dietil Eter Rimpang Lempuyang Wangi (*Zingiber aromaticum* Vahl.) Terhadap Bakteri Patogen Secara Klt-Bioautografi. *Jurnal Ilmu Alam Dan Lingkungan*, 8(15), 62–66. <http://journal.unhas.ac.id>
- Elliya Fitri Andriani, S. L. D. S. A., 2021. Formulasi Sediaan Gummy Candies Ekstrak Herba Meniran (*Phyllanthus niruri* Linn). *Jurnal Kesehatan*, 3(2), pp. 33-40.
- Erningtyas Elok Nianti, B. D. B. E. S., 2018. Pengaruh Derajat Kecerahan, Kekenyalan, Vitamin C, dan Sifat Organoleptik pada Permen Jelly Kulit Jeruk Lemon (*Citrus medica* var Lemon). *Jurnal Teknologi Pangan*, 2(1), pp. 64-69.
- Ferys Ika Oktavia, B. D. A. M. L., 2014. Hidrolisis Enzimatik Ampas Tebu (Bagasse) Memanfaatkan Enzim Selulase dari Mikrofungi *Trichoderma reseei* dan *Aspergillus niger* Sebagai Katalisator dengan Pretreatment Microwave. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis Biosistem*, 2(3), pp. 256-262.
- Hestiana, D. W. 2018. Fakror-Faktor yang Berhubungan Denga Kepatuhan Dala Pengolahan Diet Pada Pasien Rwat Jalan Diabetes Millitus Tipe 2 di Kota Semarang. *Journal of Laboratory Medicine*, 42(3), 73–79.
- Idham, NP, Isamu KT, Suwarjoyowirayatno. 2018. Analisis Organoleptik dan Kandungan Kimia Permen Jelly Anggur Laut (*Caulerpa racemosa*). *Jurnal Fish Protech*. 1(2):95-101.
- Lallo, S., Kasim, S., Tayeb, R., Hasan, A. D., Sere, H., Ismail, I., & Arifin, T. 2018. Analisis Zerumbone Dalam Zingiber zerumbet Dan Aktivitas Penghambatannya Terhadap Bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. *Jurnal Farmasi Galenika (Galenika Journal of Pharmacy) (e-Journal)*, 4(2),126–132.
- <https://doi.org/10.22487/j24428744.2018.v4.i2.11138>
- Liu, W. Y., Tzeng, T., & Liu, I. 2016. *Ameliorates Diabetes-Induced Retinal Microvascular Mitogen-Activated Protein Kinase and Nuclear*. <https://doi.org/10.3390/molecules21121708>
- Mandei, J. H. 2014. Komposisi Beberapa Senyawa Gula Dalam Pembuatan Permen Keras Dari Buah Pala. *Jurnal Penelitian Teknologi Industri*. 6(1):1-10.
- Noer Abyor Handayani, E. K. ., S. K. K., 2021. Effect of iron fortification on gummy candies properties: basic nutrient, microstructure, and texture during the storage period. *International Conference on Chemical and Material Engineering (ICCME 2020)*, 1(1), pp. 3-11.
- Nursakinah, D. and Verawati, B. 2021. ‘Pembuatan Permen Jeli Ekstrak Jahe Merah dengan Substitusi Ekstrak Jambu Biji Merah sebagai Sumber Antioksidan bagi Penderita Diabetes Melitus’, *Jurnal Pangan dan Gizi*, 11(2), pp. 125–133.
- Prahastuti, S. 2011 (dalam Lamere, C. *et al.* 2021). Konsumsi fruktosa berlebihan dapat berdampak buruk bagi kesehatan manusia. *Maranatha Journal of Medicine and Health* 10(2): 151132.

- Pulungan, A. B., Annisa, D., & Imada, S. 2019. Diabetes Melitus Tipe-1 pada Anak: Situasi di Indonesia dan Tata Laksana. *Sari Pediatri*, 20(6), 392-400.
- Rismandari, M., Agustini, T.W. and Amalia, U. 2017. 'Karakteristik Permen Jelly Dengan Penambahan Iota Karagenan Dari Rumput Laut (Karakteristik Permen Jelly Dengan Penambahan Iota Karagenan Dari Rumput Laut)', *SAINTEK PERIKANAN : Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 12(2), p. 103. Available at: <https://doi.org/10.14710/ijfst.12.2.103-108>.
- Saputri, K.E. et al. 2016. 'Docking Molekular Potensi Anti Diabetes Melitus Tipe 2 Turunan Zerumbon Sebagai Inhibitor Aldosa Reduktase Dengan Autodock-Vina', *Chimica et Natura Acta*, 4(1), p. 16. doi:10.24198/cna.v4.n1.10443.
- Silalahi, M. 2018. Botani dan Bioaktivitas Lempuyang (Zingiber zerumbet (L.) Smith.). *Jurnal EduMatSains*, 2(2), 147–160.
- Susilowati, S., Tedjosongko, U. and Suhariadji, F. 2014. 'Penambahan xylitol dalam glukosa, sukrosa terhadap pertumbuhan Streptococcus mutans (in vitro) (The Additional xylitol in glucose and sucrose on growth of Mutans Streptococci (in vitro))', *Dental Journal (Majalah Kedokteran Gigi)*, 47(4), p. 181. Available at: <https://doi.org/10.20473/j.djmk.v47.i4.p181-185>.
- Thancharoen, K., Deeseenthum, S., & Vichitphan, K. 2016. Potential of xylose-fermented yeast isolated from sugarcane bagasse waste for xylitol production using hydrolysate as carbon source. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 38(5), 473–483.
- Tzeng, T. F., Liou, S. S., Chang, C. J., & Liu, I. M. 2013. Zerumbone, a tropical ginger sesquiterpene, ameliorates streptozotocin-induced diabetic nephropathy in rats by reducing the hyperglycemia-induced inflammatory response. *Nutrition and Metabolism*, 10(1), 1. <https://doi.org/10.1186/1743-7075-10-64>
- Wahyuni, S. R. I., Bermawie, N., & Kristina, N. 2013. Morphological Characteristic , Yield Potential , and Major Rhizome Constituent of Nine Accession. *Jurnal Littri*, 19(September), 99–107.