



PENGARUH MALTODEKSTRIN DAN WAKTU PENGERINGAN TERHADAP SIFAT SAMBAL PECEL BUBUK DAN PENDUGAAN UMUR SIMPANNYA

[The Effect of Maltodextrin and Drying Time on Sambal Pecel Powder Characteristics and Its Prediction of Shelf-Life]

Muhammad Naufal Zhorif¹, Rosida^{1*}, Ulya Sarofa¹

¹ Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

*Email: rosidaupnjatim@gmail.com (Telp: +6281231316871)

Diterima tanggal 09 Februari 2023

Disetujui tanggal 10 Februari 2023

ABSTRACT

Sambal pecel is a chili sauce made from a mixture of roasted or fried peanuts which is mashed and added with spices such as chili, brown sugar, garlic, salt, tamarind, and lime leaves. In making sambal pecel powder, it is necessary to add filler to facilitate the dissolving process and the drying process. The filler chosen in this study was maltodextrin. The drying process requires the right time to produce a good product. The purpose of this study was to determine the concentration of maltodextrin and the best drying time for the characteristics of sambal pecel powder. This study used a completely randomized design (CRD) with a factorial pattern consisting of three levels with two factors. The first factor was maltodextrin concentration (M) which consisted of three levels (5%, 10%, and 15%). Meanwhile, the second factor was the drying time (W) which consisted of three levels (8, 10, and 12 hours). The observed variables were water content, ash content, fat content, yield, solubility, rehydration power, viscosity, scoring test, and shelf-life estimation. The best treatment was found in the sample treated with the addition of 10% maltodextrin concentration and drying time of 10 hours, which had 3.24% moisture content, 3.86% ash content, 31.81% fat content, 73.96% yield, 57.46% solubility, 90.44% rehydration power, 202.6 MPas viscosity, 3.95 (chocolate) color scoring test, 4.15 (pecel taste) taste scoring test, 4.0 (pecel flavor) aroma scoring test, and shelf life at temperatures of 15, 30, and 45°C reaching 74, 53, and 39 days, respectively.

Keywords: Sambal pecel, Powder, Maltodextrin, Drying time.

ABSTRAK

Sambal pecel adalah sambal yang terbuat dari campuran kacang tanah sangrai atau goreng yang dihaluskan ditambahkan bumbu seperti cabai, gula merah, bawang putih, garam, asam jawa, dan daun jeruk. Dalam pembuatan sambal pecel bubuk, perlu ditambahkan filler yang berfungsi untuk mempermudah proses penyeduhan dan juga dapat memudahkan proses pengeringan. Pengisi yang dipilih dalam penelitian ini adalah maltodekstrin. Proses pengeringan membutuhkan waktu yang tepat untuk menghasilkan produk yang baik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui konsentrasi maltodekstrin dan waktu pengeringan terbaik terhadap karakteristik sambal pecel bubuk. Penelitian ini menggunakan desain rancangan acak lengkap (RAL) dengan pola faktorial yang terdiri dari 3 level dengan 2 faktor. Faktor pertama adalah maltodekstrin (M) yang terdiri dari 3 level (5%, 10% dan 15%). Sedangkan faktor kedua adalah waktu pengeringan (W) yang terdiri dari 3 level (8, 10 dan 12 jam). Metode analisis yang digunakan terdiri dari uji kadar air, kadar abu, kadar lemak, rendemen, kelarutan, daya rehidrasi, kekentalan, uji skoring dan pendugaan umur simpan. Penambahan konsentrasi maltodekstrin 10% dan waktu pengeringan 10 jam merupakan perlakuan terbaik dalam penelitian ini dengan hasil kadar air 3,24%, kadar abu 3,86%, kadar lemak 31,81%, rendemen 73,96%, kelarutan 57,46%, daya rehidrasi 90,44%, kekentalan 202,6 MPas, uji skoring warna 3,95 (coklat), uji skoring rasa 4,15 (terasa pecel), uji skoring aroma 4,0 (beraroma pecel), serta umur simpan berturut-turut pada suhu 15, 30, dan 45°C yaitu 74, 53, dan 39 hari.

Kata kunci: Sambal pecel, Bubuk, Maltodekstrin, Waktu pengeringan.



PENDAHULUAN

Salah satu makanan tradisional yang cukup terkenal dan digemari oleh masyarakat Indonesia adalah pecel. Pecel adalah hidangan yang paling sering ditemui di berbagai tempat dan disantap berbagai kalangan masyarakat. Pecel dihidangkan menggunakan dressing atau bumbu yaitu sambal pecel yang berbahan dasar kacang tanah. (Azizah *et al*, 2018). Selama ini sambal pecel yang diproduksi di pasaran biasanya berbentuk pasta padat yang memerlukan waktu lama untuk dilarutkan dalam air dingin bahkan perlu ditekan-tekan sehingga biasanya diperlukan bantuan air panas untuk mempermudah proses pelarutan, disamping itu kandungan minyak yang tinggi menyebabkan pada proses distribusi hingga sampai kepada konsumen produk menghasilkan minyak pada kemasannya dan dapat mengotori tangan maupun wadah ketika dibawa.

Sambal pecel bubuk merupakan pengembangan dari pasta sambal pecel yang dikeringkan dan diolah menjadi bentuk bubuk. Dalam pembuatan sambal pecel bubuk, perlu ditambahkan bahan pengisi yang berfungsi untuk mempermudah proses penyeduhan dan mempercepat proses pengeringan. Maltodekstrin merupakan salah satu bahan pengisi yang mempunyai daya larut tinggi, mampu membentuk film, dan memiliki daya ikat yang kuat (Srihari, 2010) serta sering digunakan dalam pembuatan serbuk (Sutardi, 2010).

Waktu pengeringan sangat berpengaruh terhadap kualitas produk yang dihasilkan, serta umur simpan produk. Proses pengeringan akan berpengaruh pada organoleptik, nilai fisiko-kimia produk serta umur simpan pada produk. Lama proses pengeringan tergantung pada bahan yang dikeringkan dan cara pemanasan yang digunakan. Makin tinggi suhu dan kecepatan aliran udara pengeringan makin cepat pula proses pengeringan berlangsung. Makin tinggi suhu udara pengering, makin besar energi panas yang di bawa udara sehingga makin banyak jumlah massa cairan yang di uapkan dari permukaan bahan yang dikeringkan. (Rahmawan, 2011).

Menurut Ayu (2016) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa penambahan maltodekstrin 15% pada suhu pengeringan 70 °C berpengaruh nyata terhadap rendamen, kadar air, kadar abu, indeks penyerapan air, indeks kelarutan air, vitamin C, total fenol dan warna. Sedangkan dalam penelitian Theresia (2018) mengenai mutu bubuk sambal andaliman menunjukkan bahwa persentase maltodekstrin 15% memberikan pengaruh berbeda sangat nyata terhadap kadar air, kadar abu, kadar vitamin C, tingkat kegetiran, dan nilai organoleptik. Kemudian berdasarkan Sarofa (2020) dalam penelitiannya mengenai pengeringan bumbu rujak cingur menunjukkan bahwa perbedaan suhu 70 °C dengan waktu pengeringan 14 jam berpengaruh terhadap nilai rendemen, kadar air, kadar abu, kadar lemak, kelarutan dan daya rehidrasi.

Setiap jenis kerusakan lemak dan minyak pada pokoknya disebabkan oleh suatu perubahan kimia tertentu oleh faktor-faktor lain seperti: suhu, kadar air, dan waktu penyimpanan. Perubahan-perubahan kimia lemak dan minyak dapat mempengaruhi bau dan rasa suatu bahan makanan, baik menguntungkan ataupun tidak. Asam



lemak bebas terbentuk karena proses oksidasi, proses oksidasi pada lemak dapat berlangsung bila terjadi kontak antara sejumlah oksigen dengan minyak atau lemak. Terjadinya reaksi oksidasi ini akan menyebabkan bau tengik pada produk yang mengandung minyak. Gejala timbulnya ketengikan oleh proses oksidasi lemak pada tahap permulaan ditandai dengan timbulnya flavor, flatness atau oiliness, yang disusul dengan perubahan rasa dan aroma yang terdapat secara alamiah (Nurhasnawati, 2015). Dengan demikian perlu dilakukan analisis terhadap masa simpan produk sambal pecel bubuk berdasarkan parameter peningkatan kadar asam lemak bebas dan kadar air dengan metode Accelerated Shelf Life Test (ASLT) Model Arrhenius. Metode ini merupakan metode pendugaan umur simpan produk dengan menggunakan suhu akselerasi sehingga dapat mempercepat reaksi yang menyebabkan kerusakan pada produk (Hasany *et al.*, 2017).

Berdasarkan hal tersebut, tujuan penelitian ini untuk mengetahui adanya pengaruh konsentrasi maltodekstrin dan waktu pengeringan terhadap karakteristik fisikokimia dan organoleptik sambal pecel bubuk dan pendugaan umur simpannya, sehingga diharapkan produk makanan bubuk ini dapat menjadi suatu produk potensial dan dapat diterima di masyarakat.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam pembuatan sambal pecel bubuk adalah kacang tanah (merk jago), gula merah, asam jawa, cabai rawit, cabai keriting, daun jeruk, kencur, garam, maltodekstrin. Bahan yang digunakan untuk analisis yaitu aquades (Bratachem), n-Heksan (Merck), alkohol 96% (teknis), indikator phenolphthalein (Arkitos), NaOH 0,1 N (teknis).

Tahapan Penelitian

Pembuatan Sambal Pecel (Koswara *et al.*, 2017) yang modifikasi

Penelitian ini meliputi proses pembuatan sambal pecel bubuk, yaitu kacang tanah dan rempah-rempah (cabai rawit, cabai keriting, bawang putih, kencur, dan daun jeruk) disangrai kemudian dilakukan penggilingan. Selanjutnya dilakukan pencampuran dengan air asam dan maltodekstrin, pengeringan dalam suhu 70°C, pengalusan, kemudian pengayakan untuk mendapatkan ukuran bubuk yang seragam menggunakan ayakan ukuran 40 mesh.

Analisa Produk Jadi

Analisa produk meliputi Analisis fisik meliputi uji rendemen (AOAC, 2005), kelarutan (Lee & Yoo, 2011), daya rehidrasi (Yoanasari, 2003), dan viskositas (Yuwono *et al.*, 2001). Analisis proksimat yaitu kadar air menggunakan metode thermogravimetri (AOAC, 2005), kadar abu menggunakan metode thermogravimetri (AOAC, 2005), kadar lemak menggunakan metode ekstraksi soxhlet (AOAC, 2005), dan Analisa organoleptik



(Kartika et al., 1988) meliputi pengujian terhadap warna, rasa, dan aroma produk seduhan sambal pecel bubuk. Pengujian menggunakan 20 orang panelis tidak terlatih. Skor penilaian yang diberikan berdasarkan kriteria uji skoring. Dalam uji ini panelis diminta tanggapannya terhadap warna dengan skala yang digunakan adalah 1= sangat tidak coklat, 2= tidak coklat, 3= agak coklat, 4= coklat, 5= sangat coklat. Sedangkan rasa dan aroma skala yang digunakan adalah 1= sangat tidak berasa/beraroma pecel, 2= tidak berasa/beraroma pecel, 3= agak berasa/beraroma pecel, 4= berasa/beraroma pecel, 5= sangat berasa/beraroma pecel.

Pendugaan Umur Simpan

Sambal pecel bubuk perlakuan terbaik disimpan dalam 3 suhu yang berbeda yaitu 15°C, 30°C, dan 45°C, selama 6 hari. Semua suhu dilakukan pengamatan setiap 2 hari dengan pengamatan yang dilakukan terhadap parameter yang mempengaruhi yaitu kadar asam lemak bebas (Sudarmadji, 2010). Berdasarkan hasil pengamatan sambal pecel bubuk terhadap waktu akan diplotkan dan didapatkan 3 persamaan regresi yang didapat dari 3 suhu penyimpanan yang berbeda. Dari tiap-tiap persamaan akan didapatkan nilai slope (b) dan nilai konstanta (k), kemudian dilakukan penentuan orde reaksi yang akan digunakan menggunakan grafik orde nol yang merupakan hubungan antara nilai k dengan lama penyimpanan dan orde satu yang merupakan hubungan antara ln k dengan lama penyimpanan. Berdasarkan hasil dari dua persamaan tersebut akan didapat R² terbesar yang dipilih sebagai orde reaksi. Untuk pendekatan Arrhenius nilai k diplotkan dengan 1/T (K⁻¹) dan ln K yang merupakan intersep dan slope dari persamaan regresi linier $\ln k = \ln k_0 - (E/R) (1/T)$ dengan ln k₀ adalah intersep, E/R adalah slope, E_a adalah energi aktivasi dan R adalah konstanta gas ideal yaitu 1.986 kal/mol^oK. Setelah didapatkan nilai k₀ yang merupakan faktor preeksponensial dan nilai energi aktivasi reaksi perubahan karakteristik sambal pecel bubuk dimana E_A = E, maka akan didapatkan persamaan Arrhenius yang merupakan persamaan laju reaksi perubahan karakteristik sambal pecel bubuk dengan persamaan $k = k_0 \cdot e^{-E/RT}$ dengan T adalah suhu penyimpanan. Dengan persamaan Arrhenius yang didapat, maka dapat dihitung nilai konstanta Arrhenius dengan masing-masing suhu penyimpanan. Parameter yang memiliki nilai energi aktivasi yang terendah merupakan parameter kunci. Umur simpan dihitung menggunakan persamaan reaksi berdasarkan orde reaksinya. Untuk penentuan umur simpan sambal pecel bubuk adalah dengan memasukkan nilai suhu ke dalam persamaan $\ln k = \ln k_0 - (E/R) (1/T)$. Nilai k yang didapat dimasukkan dalam persamaan orde reaksi untuk mendapatkan umur simpan produk sambal pecel bubuk.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial, dengan 9 perlakuan dan 3 ulangan. Formulasi perlakuan dalam penelitian ini adalah proporsi maltodekstrin sebanyak 3 taraf yaitu (5%, 10%, dan 15%), dan waktu pengeringan (8, 10 dan 12 jam), sehingga diperoleh 27 Unit percobaan.



Analisis Data

Data dianalisis dengan menggunakan sidik ragam (*Analysis of Variance*), analisis data yang berpengaruh nyata terhadap variabel pengamatan, dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha=0,05$). Selanjutnya dilakukan penentuan perlakuan terbaik dengan menggunakan metode indeks efektifitas *De Garmo*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Sambal pecel bubuk

Hasil analisis fisik-kimia sambal pecel bubuk dengan perlakuan penambahan maltodekstrin dan waktu pengeringan terhadap parameter fisik-kimia meliputi kadar air, kadar abu, kadar lemak, rendemen, kelarutan, daya rehidrasi, dan viskositas sambal pecel bubuk disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik fisik-kimia sambal pecel bubuk

Perlakuan		KA (%)	KAB (%)	KL (%)	R (%)	KEL (%)	DR (%)	VIS (Mpas)
M	W							
5	8	4,08±0,08 ^g	3,96±0,03 ^{de}	29,4±0,06 ^a	72,7±0,02 ^d	52,0±0,03 ^a	89,8±0,08 ^a	183,0±0,00 ^a
5	10	3,34±0,00 ^d	3,96±0,01 ^{de}	31,3±0,01 ^d	71,3±0,04 ^b	52,9±0,03 ^b	90,2±0,01 ^b	183,5±0,81 ^a
5	12	3,25±0,05 ^c	3,99±0,02 ^e	31,4±0,01 ^e	71,2±0,05 ^a	55,4±0,03 ^d	91,1±0,03 ^d	184,7±0,58 ^b
10	8	3,81±0,05 ^f	3,88±0,02 ^{bc}	30,3±0,01 ^b	74,1±0,07 ^f	53,9±0,04 ^c	89,8±0,02 ^a	202,2±0,00 ^c
10	10	3,24±0,01 ^c	3,86±0,01 ^{ab}	31,8±0,02 ^f	74,0±0,01 ^e	57,5±0,05 ^e	90,4±0,04 ^c	202,6±0,35 ^c
10	12	2,94±0,04 ^b	3,92±0,02 ^{cd}	32,5±0,02 ^g	72,3±0,02 ^c	58,0±0,06 ^f	91,4±0,05 ^e	202,7±0,46 ^c
15	8	3,68±0,05 ^e	3,83±0,04 ^a	30,5±0,01 ^c	79,2±0,05 ^h	59,4±0,07 ^g	89,8±0,03 ^a	234,1±0,12 ^d
15	10	2,88±0,01 ^b	3,87±0,03 ^{abc}	32,9±0,02 ^h	76,7±0,02 ^g	60,1±0,03 ^h	90,5±0,02 ^c	234,5±0,12 ^d
15	12	2,39±0,05 ^a	3,88±0,04 ^{bc}	33,9±0,02 ⁱ	74,1±0,02 ^f	62,3±0,03 ⁱ	91,5±0,29 ^f	234,9±1,15 ^d

Keterangan: M: Maltodekstrin, W: Waktu Pengeringan, KA: Kadar Air, KAB: Kadar Abu, KL: Kadar Lemak, R: Rendemen, KEL: Kelarutan, DR: Daya Rehidrasi, VIS: Viskositas, angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95%.

Kadar air

Tabel 1 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin dan semakin lama waktu pengeringan, mengakibatkan nilai rata-rata kadar air mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena sifat dari maltodekstrin yakni memiliki gugus hidrofilik yang memiliki kemampuan mengikat air, namun air yang diikat mudah diuapkan pada saat pengeringan. Serta semakin lama waktu pengeringan kadar air produk juga akan semakin rendah, sehingga terjadi penurunan kadar air sambal pecel bubuk.

Hal tersebut didukung oleh pernyataan Mardawati *et al* (2018) menyatakan bahwa kecepatan evaporasi dipengaruhi oleh komposisi bahan kandungan total padatan. Semakin tinggi total padatan bahan, maka proses evaporasi berlangsung cepat. Kandungan air yang diserap oleh maltodekstrin lebih mudah menguap dari pada kandungan air dalam jaringan bahan sehingga proses penguapan air lebih mudah dan cepat. Menurut Yuliaty



et al (2015), adanya proporsi penambahan maltodekstrin yang tinggi maka jumlah gugus hidroksilnya pun semakin banyak sehingga dapat mengikat air dari lingkungan lebih banyak. Dengan demikian, banyaknya proporsi maltodekstrin maka readsorpsi uap air semakin bertambah. Hal ini disebabkan oleh gugus dari maltodekstrin yang bersifat hidrofilik pada permukaan produk sehingga kemampuan mengikat air dari udara akan cepat karena adanya lapisan dari maltodekstrin.

Kadar abu

Hasil analisis menunjukkan perlakuan konsentrasi maltodekstrin dan lama waktu pengeringan tidak berinteraksi nyata ($p \geq 0,05$), namun masing-masing perlakuan berpengaruh nyata ($p \leq 0,05$) terhadap kadar abu sambal pecel bubuk yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan maka semakin rendah kadar abu yang didapat. Hal ini dikarenakan maltodekstrin tidak memiliki kadar abu, sehingga penambahan maltodekstrin yang lebih sedikit justru membuat kadar abu dalam total padatan produk menjadi lebih banyak dibanding penambahan maltodekstrin dalam jumlah yang lebih besar. Hal ini sejalan dengan pernyataan Ekafitri *et al* (2016) adanya penambahan maltodekstrin pada produk pangan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar abu suatu produk. Pernyataan tersebut didukung pula oleh Widyasanti *et al.*, (2018) semakin meningkatnya konsentrasi maltodekstrin akan menurunkan kadar abu suatu produk, hal ini disebabkan karena maltodekstrin tidak memiliki kandungan mineral pada bahan sehingga ketika penambahan maltodekstrin meningkat maka mineral yang terkandung akan semakin menurun.

Selanjutnya semakin lama waktu pengeringan menyebabkan kadar abu pada produk meningkat. Hal ini disebabkan karena dengan semakin lamanya proses pengeringan, maka air yang terkandung dalam produk akan semakin berkurang. Dengan berkurangnya air dalam bahan tersebut mengakibatkan persentase dari kadar abu bahan meningkat. Menurut Asrawaty (2011), peningkatan kadar abu ini terjadi karena semakin lama waktu dan semakin tinggi suhu pengeringan maka akan semakin banyak air yang teruapkan dari bahan yang dikeringkan. Bahan yang diolah melalui proses pengeringan dengan lama waktu dan semakin tinggi suhu pengeringan maka akan meningkatkan kadar abu karena air yang keluar dari dalam bahan semakin besar (Riansyah *et al.*, 2013).

Kadar lemak

Tabel 1 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin dan semakin lama waktu pengeringan, mengakibatkan nilai rata-rata kadar lemak mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan karena peningkatan jumlah maltodekstrin dengan waktu pengeringan yang lebih lama mengakibatkan nilai rata-rata kadar air mengalami penurunan sehingga persentasi kandungan bahan lain akan naik, salah satunya yakni lemak, dengan demikian kadar lemak akan naik seiring dengan turunnya kadar air pada produk.

Hal ini didukung juga oleh pernyataan dari Widyasanti *et al* (2019) adanya konsentrasi maltodekstrin yang semakin tinggi akan mengikat air semakin besar sehingga dapat menurunkan kadar air produk. Serta pernyataan



Sarofa *et al* (2020) bahwa kemampuan bahan untuk melepaskan air dari permukaannya akan semakin besar dengan semakin lama waktu pengeringan yang digunakan, migrasi air dari bagian dalam produk ke permukaan sebagian besar melalui difusi molekuler. Jika penghilangan air cukup besar, produk biasanya mengalami penyusutan dan deformasi.

Rendemen

Tabel 1 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin, rendemen produk semakin meningkat, namun semakin lama waktu pengeringan, rendemen produknya turun. Hal ini disebabkan karena penggunaan maltodekstrin pada produk berfungsi untuk memperbesar volume dan meningkatkan total padatan bahan, sehingga rendemen yang diperoleh semakin tinggi. Namun semakin lama waktu pengeringan menurunkan kadar air produk, sehingga produk akan memiliki nilai rendemen yang lebih rendah.

Ramadhia *et al* (2012) menjelaskan bahwa peningkatan rendemen dipengaruhi oleh banyaknya bahan pengisi, karena makin banyak bahan pengisi semakin besar nilai rendemen yang didapatkan. Suhu yang tinggi juga menyebabkan nilai rendemen menjadi rendah. Serta pernyataan Sarofa *et al* (2020), bahwa semakin semakin lama waktu pengeringan maka rendemen akan semakin menurun. Hal ini disebabkan waktu pengeringan yang lebih lama menyebabkan air dalam produk mengalami penguapan.

Kelarutan

Tabel 1 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin dan semakin lama waktu pengeringan, mengakibatkan nilai rata-rata kelarutan mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan karena maltodekstrin bersifat hidrofilik, sehingga mampu membentuk sistem larutan yang terdispersi merata. Dan dengan penambahan lama waktu pengeringan menyebabkan produk kering dan mudah larut. Gugus hidroksil pada maltodekstrin akan berinteraksi dengan air ketika bahan dilarutkan, Semakin banyak gugus hidroksil bebas pada bahan pengisi maka semakin tinggi tingkat kelarutannya. Selain itu waktu pengeringan berpengaruh nyata terhadap nilai kelarutan suatu bahan karena dapat berpengaruh terhadap turunnya kadar air suatu bahan pangan, dimana semakin rendah kadar air suatu produk maka nilai kelarutan produk akan semakin meningkat, sehingga terjadi peningkatan kelarutan sambal pecel bubuk.

Hal ini sesuai dengan Nugroho *et al* (2006), bahwa meningkatnya nilai kelarutan ini memiliki keterikatan dengan kadar air, apabila kelarutan meningkat maka kadar air mengalami penurunan. Hal tersebut disebabkan karena semakin besar konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan, maka akan semakin besar pula jumlah bahan yang terlarut dalam air



Daya rehidrasi

Tabel 1 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin dan semakin lama waktu pengeringan, mengakibatkan nilai rata-rata daya rehidrasi mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan karena maltodekstrin memiliki gugus hidroksil sehingga dapat mengikat air lebih banyak, dan dengan waktu pengeringan yang lama menyebabkan produk menjadi lebih kering/porous sehingga mudah menyerap air (ter rehidrasi), sehingga terjadi peningkatan daya rehidrasi sambal pecel bubuk.

Sarofa *et al* (2020), mengungkapkan bahwa semakin lama waktu pengeringan maka daya rehidrasi semakin tinggi. Hal ini disebabkan produk menjadi kering dan keropos karena memiliki kadar air yang rendah, sehingga bahan mampu menyerap air dalam jumlah yang banyak. Konsentrasi maltodekstrin yang semakin tinggi akan mengikat air semakin besar sehingga kadar air akan semakin rendah. Hal ini sejalan dengan pernyataan Phisut (2012), bahwa semakin rendah kadar air dalam suatu bahan maka daya serap air akan semakin besar. Produk dengan daya rehidrasi tinggi merupakan produk instan dengan kualitas yang baik, karena semakin mudah produk menyerap air, maka produk semakin mudah pula disajikan. Menurut Diniyah *et al.*, (2019) semakin tinggi nilai daya serap air maka kualitas produk instan tersebut juga semakin baik. Dengan demikian produk dengan daya rehidrasi paling tinggi merupakan produk yang lebih disukai konsumen.

Viskositas

Hasil analisis menunjukkan perlakuan konsentrasi maltodekstrin dan lama waktu pengeringan tidak berinteraksi nyata ($p \geq 0,05$), namun masing-masing perlakuan berpengaruh nyata ($p \leq 0,05$) terhadap kadar abu sambal pecel bubuk yang dihasilkan. Menurut Retnaningsih dan Intan (2014) meningkatnya nilai viskositas suatu produk dapat dipengaruhi oleh penambahan maltodekstrin yang semakin meningkat pula hal ini disebabkan karena maltodekstrin bersifat hidrofobik. Permatasari *et al* (2020) peningkatan konsentrasi maltodekstrin dapat menyebabkan meningkatnya nilai viskositas pada produk hal ini disebabkan karena maltodekstrin memiliki sifat sebagai pengental sehingga dengan meningkatnya konsentrasi maltodekstrin maka nilai viskositas suatu produk akan meningkat pula.

Selanjutnya hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu pengeringan berpengaruh nyata terhadap viskositas suatu produk pangan karena dapat berpengaruh terhadap turunnya kadar air suatu bahan pangan. Hal ini disebabkan karena tingkat viskositas berbanding terbalik dengan kadar air pada produk yang dihasilkan. Apabila tingkat viskositas suatu bahan rendah maka bahan tersebut akan memiliki nilai kadar air yang tinggi. Viskositas yang rendah menandakan kekuatan dalam mengikat air lemah, dengan demikian kadar air pada bahan akan semakin naik. Produk pangan yang memiliki kadar air rendah dapat mengikat air lebih banyak dibandingkan produk pangan yang memiliki kadar air lebih tinggi. Hal ini sejalan dengan pernyataan Diniyah *et al* (2018), yakni kemampuan viskositas selinier dengan parameter daya serap air suatu produk pangan, dimana hal ini



disebabkan karena maltodekstrin merupakan produk hidrolisa pati yang memiliki kemampuan dalam mengikat air yang tinggi karena air akan masuk pada bahan dan terperangkap pada bagian porous. Di mana daya serap air memiliki kaitan dengan kadar air yang menurun akibat waktu pengeringan yang terjadi.

Uji Organoleptik

Hasil uji organoleptik pengaruh penambahan maltodekstrin dan waktu pengeringan terhadap parameter organoleptik yang meliputi warna, aroma, dan rasa sambal pecel bubuk disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil penilaian organoleptik warna, aroma, dan rasa sambal pecel bubuk.

Perlakuan		Warna	Rasa	Aroma
Maltodekstrin	Waktu			
5	8	3,75±0,97 ^b	4,20±0,62 ^a	3,45±0,60 ^a
5	10	4,05±0,60 ^{bc}	4,05±0,76 ^a	3,55±0,69 ^{ab}
5	12	4,80±0,41 ^e	3,70±0,73 ^a	3,70±0,86 ^{ab}
10	8	3,65±0,67 ^{ab}	3,95±0,83 ^a	3,95±0,76 ^{ab}
10	10	3,95±0,83 ^{bc}	4,15±0,75 ^a	4,00±0,86 ^b
10	12	4,65±0,49 ^{de}	3,95±0,83 ^a	3,95±0,69 ^{ab}
15	8	3,30±0,73 ^a	3,75±0,64 ^a	4,05±0,76 ^b
15	10	4,20±0,62 ^c	3,95±0,76 ^a	4,05±0,89 ^b
15	12	4,25±0,64 ^{cd}	3,90±0,72 ^a	3,60±0,88 ^{ab}

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh notasi huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata berdasarkan uji DMRT_{0,05} taraf kepercayaan 95%.

Berdasarkan Tabel 2. Hasil uji skoring warna seduhan sambal pecel bubuk terhadap panelis menunjukkan bahwa peningkatan jumlah maltodekstrin akan mengurangi kecoklatan pada produk sedangkan waktu pengeringan yang lebih lama mengakibatkan warna produk akan semakin coklat. Hal ini disebabkan karena warna serbuk maltodesktrin cenderung putih, sehingga ketika ditambahkan pada suatu bahan pangan akan mempengaruhi tingkat kecerahan produk. Selain itu, waktu pengeringan juga mempengaruhi warna produk yang dihasilkan, produk yang dikeringkan dalam waktu yang lama akan mengalami proses maillard yang lebih lama, dan menyebabkan produk berwarna lebih coklat. Hal tersebut dibuktikan dengan waktu pengeringan 12 jam memberikan warna seduhan produk yang lebih coklat dibandingkan waktu pengeringan yang lebih singkat. Ummah *et al.*, (2021) warna cerah pada produk pangan disebabkan karena warna putih pada maltodesktrin akan memberikan pengaruh perubahan warna pada produk menjadi lebih cerah. Ekafitri *et al.*, (2016) terjadinya perubahan warna yang cenderung gelap pada produk bubuk kemungkinan disebabkan karena terjadi reaksi Maillard. Hal ini disebabkan karena adanya reaksi antara gugus aldehid dari karbohidrat dengan gugus amino dari protein selama proses pengeringan.

Berdasarkan Tabel 2. Hasil uji skoring rasa seduhan sambal pecel bubuk terhadap panelis menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi maltodekstrin dan waktu pengeringan memberikan pengaruh yang tidak nyata



terhadap rasa seduhan sambal pecel bubuk. Hal ini dikarenakan rasa produk dengan jumlah maltodekstrin yang lebih sedikit akan sedikit menyamarkan rasa khas sambal pecel yang cenderung kuat, sehingga dengan adanya penambahan konsentrasi maltodekstrin dalam jumlah yang relative paling kecil diantara perlakuan penambahan maltodekstrin lain, panelis tetap dapat merasakan rasa sambal pecel yang lebih kuat dibanding perlakuan yang lain. Selain itu dengan waktu pengeringan yang lebih singkat, hasil reaksi maillard pada produk akan lebih sedikit, sehingga produk sambal pecel yang dihasilkan memiliki rasa yang lebih kuat. Menurut Rodríguez-Díaz (2014) maltodekstrin merupakan campuran dari oligosakarida dan gula-gula dalam bentuk sederhana sehingga rasanya sedikit manis, sehingga dengan penambahan konsentrasi maltodekstrin yang meningkat maka akan mengurangi rasa khas dari suatu produk pangan. Tambunan *et al* (2017), bahwa semakin tinggi suhu pengeringan semakin banyak komponen di dalam bahan yang hilang, sehingga mengakibatkan perubahan terhadap rasa pada bahan dan pengeringan mempunyai beberapa kelemahan seperti terjadinya perubahan tekstur, rasa, dan aroma

Berdasarkan Tabel 2. Hasil uji skoring aroma seduhan sambal pecel bubuk terhadap panelis menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi maltodekstrin dan waktu pengeringan memberikan pengaruh yang nyata terhadap aroma seduhan sambal pecel bubuk. Hal ini disebabkan karena maltodesktrin memiliki sifat yang dapat melindungi komponen flavor suatu bahan pangan, sehingga ketika ditambahkan pada suatu bahan pangan akan mempengaruhi aroma produk. Selain itu, waktu pengeringan juga mempengaruhi aroma produk yang dihasilkan, produk yang dikeringkan dalam waktu yang lama akan mengalami proses kehilangan komponen aroma. Maltodekstrin dapat membentuk lapisan film sehingga mampu melindungi senyawa volatil. Menurut Srihari (2010), maltodekstrin merupakan salah satu bahan pengisi yang mempunyai daya larut tinggi, mampu membentuk film, dan memiliki daya ikat yang kuat. Menurut Tambunan *et al* (2017), aroma pada bumbu menurun sejalan dengan semakin lamanya waktu pengeringan, karena zat mudah menguap akan semakin banyak hilang. Serta pengeringan mempunyai beberapa kelemahan seperti terjadinya perubahan tekstur, rasa, dan aroma. Hal ini dapat terjadi karena di dalam sambal pecel bubuk terdapat berbagai macam bahan aromatic, salah satunya cabai merah, dimana cabai merah mengandung capsaicin.

Berdasarkan hasil pengujian fisik-kimia dan organoleptik diperoleh perlakuan terbaik pada sambal pecel bubuk dengan penambahan maltodekstrin 10% selama 10 jam. Dalam hal ini, ia memiliki kadar air yang rendah dan sifat kelarutan, daya rehidrasi yang baik serta nilai organoleptik yang baik.

Uji Pendugaan Umur Simpan

Asam lemak bebas adalah asam lemak yang tidak terikat oleh ikatan trigliserida dalam bahan pangan. Terbentuknya kadar asam lemak bebas berkaitan dengan kerusakan lemak akibat proses oksidasi. Oksidasi lemak merupakan proses antara oksigen yang bereaksi dengan lemak jenuh di dalam bahan dan merupakan penyebab hilangnya mutu produk. Kacang tanah yang menjadi komponen utama sambal pecel mengandung



asam lemak tidak jenuh yang terdiri dari asam oleat dan asam linoleat, sedangkan asam lemak jenuh sebagian besar terdiri dari asam palmitat (Carolina, 2008). Asam lemak jenuh ini yang akan menimbulkan reaksi oksidasi dan membentuk asam lemak bebas. Data perubahan kadar asam lemak bebas sambal pecel bubuk selama penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data perubahan kadar asam lemak bebas sambal pecel bubuk selama penyimpanan.

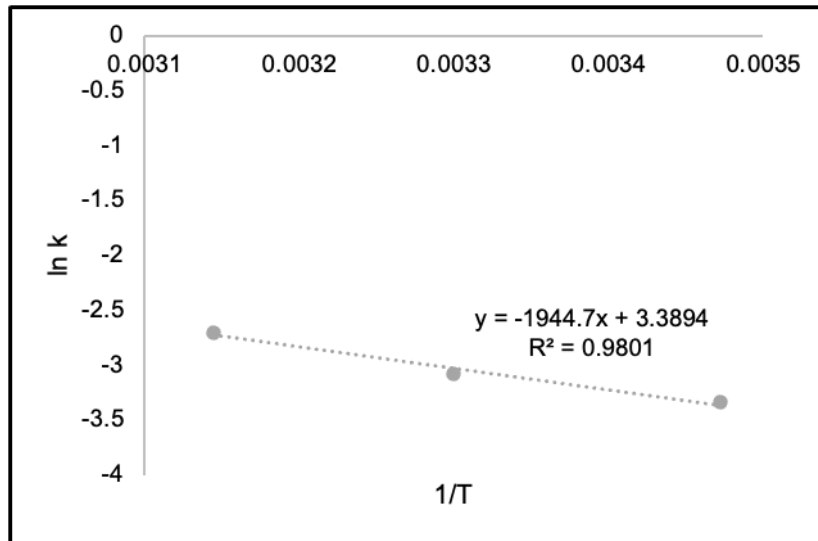
Hari Ke-	Kadar FFA (%)		
	15°C	30°C	45°C
0	0,35±0,00	0,35±0,00	0,35±0,00
2	0,42±0,00	0,45±0,00	0,47±0,00
4	0,49±0,00	0,54±0,00	0,60±0,00
6	0,56±0,00	0,62±0,00	0,75±0,00

Pendugaan umur simpan dilakukan dengan menghubungkan antara nilai kadar asam lemak bebas dengan lama penyimpanan (hari) terhadap masing-masing suhu penyimpanan dalam persamaan regresi linear.

Tabel 4. Persamaan regresi linier hubungan kadar lemak bebas dan lama waktu penyimpanan pada suhu yang berbeda

Suhu (°C)	Ordo 0		Ordo 1	
	Persamaan reaksi	R ²	Persamaan reaksi	R ²
15	0,0355x + 0,3465	0,999	0,0794x - 1,0456	0,9985
30	0,0459x + 0,3514	0,9994	0,0966x - 1,0281	0,9881
45	0,0673x + 0,3413	0,9974	0,128x - 1,0342	0,996

Berdasarkan Tabel 4, orde reaksi yang terpilih yaitu orde nol dimana R² pada setiap suhu memiliki nilai lebih tinggi dibanding nilai R² pada orde satu. Slope yang dihasilkan pada orde satu memiliki nilai yang berbeda di tiap suhu penyimpanan. Slope pada masing-masing suhu mempunyai nilai positif yang menunjukkan bahwa kadar air pada masing-masing suhu mengalami kenaikan. Tiga nilai konstanta atau nilai slope penurunan mutu kemudian diterapkan pada persamaan Arrhenius yaitu diubah menjadi nilai ln k. Setiap nilai ln k dan 1/T (satuan suhu dalam Kelvin) masing-masing suhu penyimpanan diplotkan sebagai sumbu x dan sumbu y seperti pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Grafik hubungan 1/T dengan nilai ln k pada kadar asam lemak bebas sambal pecel bubuk

Hasil regresi linear dari plot hubungan nilai ln k dengan 1/T pada kenaikan nilai kadar air diperoleh persamaan $y = -1944,7x + 3,3894$, dimana $\ln k_0 = 3,3894$ dan $Ea/R = 1944,7$. Persamaan regresi linear tersebut kemudian diubah menjadi persamaan Arrhenius yaitu $\ln k = \ln k_0 - (Ea/R) (1/T)$, yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Persamaan regresi linier hubungan kadar lemak bebas dan lama waktu penyimpanan pada suhu yang berbeda.

Suhu (°C)	Regresi Linier	R ²	Persamaan Arrhenius	Nilai k
15	-1944,7x + 3,3894	0,989	$\ln k = 3,3894 - (Ea/R) (1/T)$	0,0034
30	-1944,7x + 3,3894	0,989	$\ln k = 3,3894 - (Ea/R) (1/T)$	0,0483
45	-1944,7x + 3,3894	0,989	$\ln k = 3,3894 - (Ea/R) (1/T)$	0,0654

Persamaan Arrhenius yang diperoleh pada Tabel 5. diperlukan dalam menghitung umur simpan produk sambal pecel bubuk. Nilai k mutlak dari persamaan Arrhenius ini digunakan untuk perhitungan umur simpan yaitu dengan nilai kadar asam lemak bebas kritis dikurang nilai kadar asam lemak bebas awal kemudian dibagi nilai k mutlak sebagai nilai laju penurunan mutu, kemudian diperoleh umur simpan dalam satuan hari. Hasil nilai umur simpan sambal pecel bubuk dari parameter kadar asam lemak bebas diperoleh untuk suhu 15, 30, dan 45°C berturut-turut adalah 74, 53, dan 39 hari.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat interaksi yang nyata antara perlakuan konsentrasi maltodeskrin dan lama waktu pengeringan terhadap kadar air, kadar lemak, rendemen, kelarutan, daya rehidrasi, serta uji organoleptik warna dan aroma. Sedangkan kadar abu, viskositas dan uji organoleptik rasa tidak terjadi



interaksi yang nyata. Perlakuan terbaik yakni pada proporsi maltodekstrin sebesar 10% dan waktu pengeringan 10 jam dengan kadar air 3,24%, kadar abu 3,86%, kadar lemak 31,81%, rendemen 73,96%, daya rehidrasi 90,44%, kelarutan 57,46 %, viskositas 202,6 Mpas, dan uji organoleptik warna 3,95 (coklat), rasa 4,15 (terasa pece), dan aroma 4 (beraroma pece), dengan umur simpan produk berdasarkan parameter peningkatan kadar FFA berturut-turut pada suhu 15, 30, dan 45°C yaitu 74, 53, dan 39 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina J, Yuwono SS. 2015. Pengaruh Proporsi Gula Merah dan Kacang Tanah serta Penambahan Tepung Santan terhadap Bumbu Gado-Gado Instan. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3(4): 1512-1520.
- AOAC. 2005. *Official Methods of Analysis*. Washingtons DC: Association of Official Analytical Chemist.
- Asiah N, Cempaka L, David W. 2018. *Panduan Praktis Pendugaan Umur Simpan Produk Pangan*. Universitas Bakrie Press, Jakarta.
- Asrawaty. 2011. Pengaruh Suhu an Waktu pengeringan Terhadap Mutu Tepung Pandan. *Jurnal KIAT* edisi Juni. Palu: Universitas Alkhairat.
- Ayu M, Rosidah U, Priyanto G. 2016. Pembuatan Sambal Cabe Hijau Instan dengan Metode Foam Mat Drying. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal*. Palembang: Universitas Sriwijaya
- Azizah AN, Yoyok BP, Bhakti ES. 2018. Sifat Organoleptik Sambal Pecel UKM Hj Sartinah Semarang Selama Masa Penyimpanan Suhu Ruang. *Jurnal Teknologi Pangan*. 3(1): 134-141.
- Carolina D. 2008. Penentuan kadar asam lemak bebas dan bilangan iodin dari minyak hasil ekstraksi kacang tanah dengan pelarut n-heksana [Karya Ilmiah]. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Diniyah N, Achmad S, Riri NLS, dan Nugraha Y. 2019. Sifat Fisikokimia dan Fungsional Pati Mocaf Varietas Kaspro dan Cimanggu. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 15(2), 80-90.
- Ekafitri R, Surahman DD, dan Afifah N. 2016. Pengaruh Penambahan Dekstrin dan Albumen Telur (Putih Telur) terhadap Mutu Tepung Pisang Matang. *Jurnal Litbag Industri*. 6(12): 13-24.
- Hasany MR, Afrianto E, Pratama RI. 2017. Pendugaan Umur Simpan Menggunakan *Metode Accelerated Shelf Life Test (ASLT) Model Arrhenius* pada Fruit Nori. *Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan*. 8(1): 48-55.
- Kartika, B., Hatuti, P., Supartono, W. 1988. *Pedoman Uji Inderawi Bahan Pangan*. Pusat Antar Universitas. Pangan dan Gizi UGM. Yogyakarta.
- Koswara S, Mauizzati P, Dyah S, Anita NA, Yanti KL, Nur AY, Ratna W, Devi R, Cita L., Siti A., Nurita L. T., Puji L. 2017. *Buku Modul Produksi Pangan Untuk Industri Rumah Tangga: Bumbu Kacang atau Bumbu Pecel*. Deputi Bidang Pengawasan Keamanan Pangan dan Bahan Berbahaya Badan Pengawas Obat Dan Makanan, Jakarta.
- Lee HL & Yoo B. 2011. Effect of Hydroxypropylation on Physical and Rheological Properties of Sweet Potato Starch. *LWT-Food Science and Technology*. (44): 765-770. DOI: 10.1016/j.lwt.2010.09.012
- Mardawati E, Tita R, Sulistina A. 2018. Kajian Pengaruh Suhu Inlet dan Konsentrasi Maltodekstrin Terhadap Kadar Air dan Kelarutan Serbuk Xilitol Hasil Spray Dryer. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pangan*. Surabaya: Universtitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur. Hal. 56-114.



- Nugroho ES, S Tamaroh, A Setyowati. 2006. Pengaruh Konsentrasi Gum Arab dan Dekstrin terhadap Sifat Fisik dan Tingkat Kesukaan Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb) Madu Instan. *J. Logika*. 3(2): 78-86. DOI: 10.20885/logika.vol3.iss2.art7
- Nurhasnawati H, Risa S, Nana C. 2015. Penetapan Kadar Asam Lemak Bebas dan Bilangan Peroksida pada Minyak Goreng yang Digunakan Pedagang Gorengan di Jl. A.W Sjahranie Samarinda. *Jurnal Ilmiah Manuntung*. 1(1):25-30.
- Permatasari NA, Fitri A. 2020. Pembuatan dan Pengujian Stabilitas Bubuk Pewarna Alami dari Daun Bayam Merah (*Alternanthera amoena* Voss.). *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. 8(3): 409-422.
- Phisut N. 2012. Spray Drying Technique of Fruit Juice Powder: Some Factors Influencing The Properties of Product. *Int. Food Res. J.* 19(4): 1297-1306.
- Rahmawan. 2011. Pengeringan, Pendinginan dan Pengemasan Komoditas Pertanian. Jakarta: Direktorat Pendidikan Kejuaraan.
- Ramadhia M, Kumalaningsih S, Santoso I. 2012. Pembuatan Tepung Lidah Buaya (*aloevera l*) dengan Metode Foam Mat Drying. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 13(2), 125-137.
- Retnaningsih N, Intan NTA. 2014. Secang instant drink analysis egg white, maltodextrin properties, and feasibility of the business. *Prosiding Seminar Nasional Fakultas Pertanian Universitas Veteran Bangun Nusantara Sukoharjo*. 18(2): 129-147.
- Riansyah, A., Supriadi, A., dan Nopianti, R. 2013. Pengaruh perbedaan suhu dan waktu pengeringan terhadap karakteristik ikan asin sepat siam dengan menggunakan oven. *Journal Fishtech*. 2(1): 53-68.
- Rodríguez-Díaz JC, Renata VT, Miriam DH. 2014. Spray Drying of Blue Shark Skin Protein Hydrolysate: Physical, Morphological, and Antioxidant Properties. *Drying Technology Journal*, 32(14): 1986-1996. DOI: 10.1080/07373937.2014.928726
- Sarofa U, Sri W, Bagus SP. 2020. The Effect of Temperature and Drying Time on Rujak Cingur Spices Powder Properties and Its Change during Storage. *Anjoro: International Journal of Agriculture and Business*. 1(2): 30-36. DOI: 10.31605/anjoro.v1i2.778.
- Srihari E, Lingganingrum FS, Hervita R, Wijaya S. 2010. Pengaruh Penambahan Maltodekstrin pada Pembuatan Santan Kelapa Bubuk. *Seminar Rekayasa Kimia dan Proses*. Halaman 1-7.
- Sutardi, Suwendo H, Constansia R. 2010. Pengaruh dekstrin dan gum arab terhadap sifat kimia dan fisik bubuk sari jagung manis (*Zeomays saccharolus*). *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 21(2): 102-107.
- Tambunan BY, Sentosa G, Linda ML. 2017. Pengaruh Suhu dan Lama Pengeringan terhadap Mutu Bubuk Bumbu Sate Padang. *J. Rekayasa Pangan dan Pert*. 5(2): 258-266.
- Theresia, Elis. 2018. Pengaruh Penambahan Maltodekstrin terhadap Mutu Bubuk Sambal Andaliman (*Zanthoxylum Acanthopodium Dc*) dengan Metode Foam Mat Drying [Skripsi]. Medan: Universitas Sumatera Utara
- Ummah M, Kunarto B, Pratiwi E. 2021. Pengaruh Konsentrasi Maltodekstrin Terhadap Karakteristik Fisikokimia Serbuk Ekstrak Buah Parijoto (*medinilla speciosa blume*). *Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian*. 16(1): 35-42.
- Widyasanti A, Nedia C, Sarifah N. 2019. Karakteristik Fisikokimia Bubuk Ampas Tomat-Apel Hasil Pengeringan Pembusaan Berbantu Gelombang Mikro. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 14(2): 180-190. DOI: 10.21107/agrointek.v14i2.6331.
- Yoanasari QT. 2003. Pembuatan Bubur Bayi Instan dari Pati Garut [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.



- Yuliawaty ST, Wahono HS. 2015. Pengaruh Waktu pengeringan dan Konsentrasi Maltodekstrin terhadap Karakteristik Fisik Kimia dan Organoleptik Minuman Instan Daun Mengkudu (*Morinda citrifolia* L). Jurnal Pangan dan Agroindustri. 3(1): 41-52.
- Yuwono S, T Susanto. 2001. Pengujian Fisik Pangan. Fakultas. Teknologi Pangan. Universitas Brawijaya, Malang.