p-ISSN: 1907-8056
e-ISSN: 2527-5410
AGROINTEK
Jurnal Teknologi Industri Pertanian
journal homepage: journal.trunojoyo.ac.id/agrointek

Optimasi Kondisi Proses Pengeringan Pembusaan dan Karakterisasi Fisikokimia Serbuk Ampas Tomat

Yusri Yayu Ihsani[1], Asri Widyasanti[1*], Nor Nadiah Abdul Karim Shah[2]

[1]*Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Universitas Padjadjaran, Sumedang, Indonesia*
[2]*Department of Process and Food Engineering, Universiti Putra Malaysia, Serdang, Malaysia*

Article history
Diterima:
2 Agustus 2025
Diperbaiki:
15 Januari 2026
Disetujui:
27 Februari 2026

Keyword
Foam mat drying;
Optimization;
RSM;
Tomato pulp powder;

ABSTRACT

Tomatoes are a horticultural commodity with high potential and make a significant contribution to national annual crop production. However, tomatoes are highly perishable and have a short shelf life due to their high moisture content. Large quantities of unsold tomatoes, often resulting from bumper harvests caused by increased productivity, can be further utilized before spoilage occurs. One of the by-products of tomato processing, namely tomato pulp, can be used to reduce postharvest losses and extend shelf life. Foam mat drying, which converts tomato pulp into powder form, is an alternative processing method with potential application as an additional ingredient in food and non-food products. This drying method involves maltodextrin as a bulking agent and egg white foam as a foaming agent. This study aimed to determine the optimum foam mat drying conditions for producing tomato pulp powder with desirable physicochemical characteristics. The method applied was a laboratory experimental study with optimization using the RSM Box-Behnken Design in Design Expert 13. The drying conditions included temperatures of 55–65°C for 3–5 hours, with maltodextrin concentration of 10–20% (w/w), using a food dehydrator. The supporting parameters observed were ash content and color. The results indicated that foam mat drying at 65°C for 4 hours with 18% maltodextrin produced the optimum tomato pulp powder, with a drying yield of 18.424%, moisture content of 2.548% (wb), ash content of 2.196%, and TCD of 38.007 with a reddish-orange color.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

[*] Penulis korespondensi
Email : asri.widyasanti@unpad.ac.id
DOI 10.21107/agrointek.v20i3.31322

PENDAHULUAN

Tomat merupakan salah satu bahan hasil pertanian yang termasuk ke dalam tanaman semusim yang banyak dibudidayakan. Tergantung varietasnya, tanaman tomat yang memiliki rentang siklus hidup 2-4 bulan (Wahyurini and Suryawati 2021) mampu tumbuh dengan baik di kawasan dataran rendah maupun dataran tinggi. Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (2024), jumlah produksi tanaman tomat di Indonesia pada tahun 2021 mencapai 1,11 juta ton dan mengalami kenaikan sebesar 4,88% sehingga pada tahun 2022 mencapai 1,17 juta ton. Wilayah Jawa Barat merupakan provinsi yang memiliki produksi tanaman tomat tertinggi pada tiga tahun terakhir, yaitu mencapai 272.961 ton untuk tahun 2022, 268.072 ton untuk tahun 2023, dan 264.710 ton untuk tahun 2024, sehingga berkontribusi cukup besar terhadap produksi tanaman sayuran dan buah-buahan semusim secara nasional. Tomat termasuk buah yang rentan mengalami kerusakan karena kandungan airnya relatif tinggi. Berdasarkan pengujian kadar air yang telah dilakukan, tomat mengandung kadar air sebesar 94,62% sehingga penerapan metode penanganan dan pengolahan yang tepat perlu dipertimbangkan.

Produktivitas dan kandungan senyawa yang dimiliki tomat tergolong melimpah, sehingga pemanfaatan buah tomat saat ini sudah cukup beragam, mulai dari produk pangan hingga nonpangan. Panen raya tomat sering kali terjadi karena melonjaknya produktivitas tomat sehingga harga tomat menurun secara drastis dan pembuangan tomat yang tidak terjual dalam jumlah besar dilakukan. Pemanfaatan tomat yang telah busuk (tidak terjual) telah dilakukan oleh beberapa peneliti, di antaranya dijadikan sebagai biobaterai yang dapat menghasilkan daya sebesar 1,56 miliwatt (Abidin et al. 2020) serta sebagai agen dekomposer dalam pembuatan kompos sampah organik (Ani et al. 2016). Namun, sebelum tomat mengalami pembusukan, pemanfaatan salah satu limbah dari pengolahan tomat berupa ampasnya dapat dilakukan sebagai upaya pencegahan kerusakan serta perpanjangan masa simpan.

Ampas tomat merupakan limbah padat yang biasanya dihasilkan dari proses pengejusan untuk menghasilkan sari atau jus tomat. Seiring dengan peningkatan produksi berbagai macam olahan tomat, limbah tomat akan turut meningkat. Upaya yang dapat dilakukan untuk memanfaatkan limbah tomat (ampas tomat) adalah dengan mencegah kerusakan dan memperpanjang masa simpannya melalui pengawetan dengan udara panas (pengeringan). Metode pengeringan pembusaan (*foam mat drying*) dapat menjadi alternatif dalam pengeringan bahan yang sensitif terhadap panas, bahan yang sulit dikeringkan, dan bahan yang mengandung kadar gula tinggi dengan penerapan suhu yang relatif rendah tanpa memengaruhi kualitas. Metode tersebut melibatkan bahan pengisi (*bulking agent*) dan bahan pengembang (*foaming agent*). Pengocokan dilakukan dengan menambahkan kedua bahan tersebut hingga terbentuk adonan dengan busa yang stabil. Karakteristik produk yang dihasilkan dari pengeringan busa adalah bersifat porus dan higroskopis (Sangamithra et al. 2015).

Maltodekstrin merupakan salah satu *bulking agent* yang dapat digunakan dalam pengeringan busa. Pemilihan maltodekstrin didasari oleh pernyataan Gonardi et al. (2022) yang menyebutkan bahwa semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan (18%), maka pigmen warna tomat selama pengeringan dapat terlindungi. Adapun *foaming agent* yang digunakan dalam penelitian ini adalah busa putih telur. Pemilihan busa putih telur sebagai *foaming agent* didasari dengan pernyataan Ishiwu et al. (2023) yang menyebutkan bahwa penggunaan putih telur dapat mencegah penggumpalan dan mempertahankan tekstur produk yang dihasilkan. Faktor suhu dan waktu merupakan parameter yang menentukan proses pengeringan berlangsung. Estiasih and Ahmadi (2014) menyatakan bahwa pengeringan suhu tinggi dengan waktu yang singkat mampu lebih menekan kerusakan bahan pangan dibandingkan pengeringan suhu rendah dengan waktu yang lebih panjang.

Pengeringan ampas tomat telah dilakukan oleh Widyasanti et al. (2020) dengan melibatkan kondisi daya *microwave* dan konsentrasi *foaming agent*, Corrêa-Filho et al. (2019) dengan melibatkan kondisi suhu pengeringan dan konsentrasi *bulking agent*, serta Hossain et al. (2021) mengenai pengeringan jus tomat dengan melibatkan kondisi suhu pengeringan, konsentrasi *bulking agent*, dan *foaming agent*. Namun, penelitian mengenai pengeringan ampas tomat dengan melibatkan kondisi media pengering (*food dehydrator*) dan konsentrasi *bulking agent* belum dilakukan. Oleh karena itu, optimasi kondisi pengeringan busa yang meliputi suhu, waktu, dan konsentrasi maltodekstrin perlu dilakukan untuk

mengetahui kondisi pengeringan optimum untuk menghasilkan serbuk ampas tomat dengan karakteristik fisikokimia yang baik.

METODE

Bahan dan Alat

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah ampas tomat yang telah dipisahkan dari jus dan bijinya, berasal dari buah tomat *beef* kultivar Umagna yang dipanen saat mencapai 85 HST. Bahan pendukung yang dilibatkan adalah maltodekstrin *food grade* dan busa putih telur yang dihasilkan dari pengocokan putih telur hingga mengembang dan membentuk busa. Sedangkan alat yang digunakan adalah *blender* (Philips HR 2115/00), *chest freezer* (Revco CFX Ultra-Low), *food dehydrator* (Winastar), *juicer* (Miyako JE 507), *mixer* (Philips HR1530/80), oven konveksi (Memmert), spektrofotometer Hunterlab Colorflex EZ, *refrigerator*, *grinder*, tanur listrik (*muffle furnace*), ayakan W.S Tyler 50 mesh, desikator, loyang aluminium, cawan aluminium, cawan porselen, gelas beker, timbangan analitik, timbangan digital, dan spatula.

Rancangan Penelitian

Rancangan percobaan dalam penelitian ini ditentukan berdasarkan metode respons permukaan atau *Response Surface Methodology* (RSM) tipe *Box-Behnken Design* (BBD) menggunakan program *Design-Expert* 13 yang menghasilkan jumlah perlakuan sebanyak 17 *run*. Variabel faktor yang diterapkan di antaranya suhu (55, 60, 65℃) dan waktu pengeringan (3, 4, 5 jam), serta konsentrasi maltodekstrin (10, 15, 20% (b/b). Adapun variabel respons utama yang digunakan adalah rendemen pengeringan dan kadar air. Setelah serbuk ampas tomat dengan respons paling baik (optimum) berdasarkan hasil optimasi RSM diperoleh, pengujian terhadap kadar abu dan warna pada serbuk dilakukan. Kedua parameter tersebut merupakan respons penunjang yang akan dikomparasi dengan tiga sampel kontrol (tanpa maltodekstrin, tanpa busa putih telur, dan tanpa keduanya).

Pembuatan Serbuk Ampas Tomat

Ampas tomat hasil *juicing* (pemisahan ampas dan jusnya menggunakan *juicer*) dimasukkan ke dalam plastik polietilen dan disimpan ke dalam *chest freezer* hingga percobaan dilakukan. Sebelum pencampuran dilakukan, ampas tomat beku dicairkan (*thawing*) terlebih dahulu di dalam refrigerator bersuhu 4–5℃ selama 2×24 jam.

Ampas tomat dicampurkan dengan maltodekstrin dan dikocok menggunakan *mixer* selama 2 menit. Selanjutnya, busa putih telur sebanyak 15% (b/b) dimasukkan dan dikocok kembali selama 10 menit. Adonan yang diperoleh kemudian dituangkan ke dalam loyang aluminium yang telah dilapisi *baking paper* dan dikeringkan menggunakan *food dehydrator*. Lembaran hasil pengeringan selanjutnya digiling menggunakan *grinder* selama 30 detik dan diayak menggunakan ayakan 50 mesh.

Prosedur Analisis

Rendemen Pengeringan

Rendemen pengeringan dihitung berdasarkan perbandingan antara massa lembaran ampas tomat setelah pengeringan dengan massa adonan ampas tomat sebelum pengeringan.

Kadar Air

Pengukuran kadar air dilakukan dengan metode termogravimetri, yaitu dengan memanaskan 3 g serbuk ampas tomat menggunakan oven dengan suhu 105℃ selama 3 jam dan melakukan pengulangan hingga berat konstan diperoleh.

Kadar Abu

Metode pengukuran kadar abu yang diterapkan adalah pengabuan kering (termogravimetri), yaitu dengan memanaskan serbuk ampas tomat di atas *hot plate* selama 30-60 menit, melakukan pengabuan menggunakan tanur listrik dengan suhu 600℃ selama 3 jam, dan melakukan pengulangan hingga memperoleh berat konstan.

Warna

Pengukuran warna dilakukan dengan spektrofotometer Hunterlab Colorflex EZ yang menghasilkan nilai L*, a*, b* dari ampas tomat, dan selanjutnya nilai *Total Color Difference* (TCD) dihitung menggunakan persamaan yang diterapkan dalam penelitian Tkacz et al. (2020).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Optimasi Kondisi Proses Pengeringan Busa Ampas Tomat dengan RSM

Nilai rendemen pengeringan dan kadar air merupakan dua respons yang diterapkan pada optimasi menggunakan RSM yang disajikan pada Tabel 1. Nilai rendemen pengeringan menunjukkan perbandingan antara massa lembaran ampas

tomat dengan massa adonan (*foam*) yang terdiri dari campuran ampas tomat, maltodekstrin, dan busa putih telur. Sementara, nilai kadar air menunjukkan persentase kandungan air yang dimiliki serbuk ampas tomat. Berdasarkan Tabel 1, nilai rendemen pengeringan berada pada rentang 11,987%–18,510%, dan nilai kadar air berada pada rentang 3,314%–5,817% (bb). Hasil ANOVA yang menunjukkan persamaan matematika berdasarkan model yang direkomendasikan RSM dimuat pada Tabel 2. Dapat dilihat pada Tabel 2 bahwa model yang digunakan untuk respons rendemen pengeringan dan kadar air adalah kuadratik. Pemilihan jenis model ini didasarkan pada nilai *p-value* signifikan, *lack of fit* tidak signifikan, dan nilai regresi yang paling tinggi (Namira 2023, Widyasanti et al. 2025) sehingga model diindikasikan sesuai dan mampu menggambarkan interaksi antar faktor terhadap respons dengan baik. Respons rendemen pengeringan dan kadar air memiliki nilai signifikansi *p-value* kurang dari 0,05 ($p<0,05$) dan *lack of fit* lebih dari 0,05 ($p>0,05$). Sohbatzadeh et al. (2016) menyatakan bahwa nilai *p-value <0,05* menunjukkan signifikansi relatif dari variabel faktor terhadap respons yang telah ditentukan.

Analisis Respons Rendemen Pengeringan

Nilai rendemen pengeringan melibatkan massa bahan setelah dan sebelum kering. Berdasarkan Tabel 1, nilai rendemen pengeringan yang dihasilkan berkisar antara 11,987%–18,510%. Penerapan suhu pengeringan 60°C selama 3 jam menghasilkan rendemen tertinggi dan terendah. Namun, hal yang membedakan terletak pada konsentrasi maltodekstrin pada *run* 11 sebanyak 20% (b/b), dan konsentrasi maltodekstrin pada *run* 7 sebanyak 10% (b/b). Nilai yang dihasilkan cukup beragam, hal tersebut dipengaruhi oleh kombinasi variasi faktor yang digunakan, utamanya pada konsentrasi maltodekstrin. Hayati et al. (2015) menyatakan bahwa penambahan maltodekstrin dapat meningkatkan total padatan bahan yang akan dikeringkan serta mampu mengikat lebih banyak air dalam bahan. Sejalan dengan hasil penelitian Ihsani et al. (2024), rendemen pengeringan ampas tomat *beef* yang dihasilkan semakin meningkat ketika maltodekstrin yang ditambahkan semakin tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi maltodekstrin berpengaruh signifikan terhadap respons rendemen.

Tabel 1 Hasil respons rendemen pengeringan dan kadar air seluruh perlakuan

Run	Perlakuan			Respons	
	Faktor A: Suhu (°C)	Faktor B: Waktu (jam)	Faktor C: Maltodekstrin (%)	Rendemen pengeringan (%)	Kadar air (% bb)
1	65	3	15	16,519	3,565
2	60	4	15	16,209	4,165
3	60	4	15	16,103	3,964
4	55	5	15	16,152	4,944
5	60	5	20	18,425	4,798
6	65	4	20	18,007	3,830
7	60	3	10	11,987	5,215
8	60	4	15	16,630	4,214
9	65	4	10	12,603	4,414
10	55	4	10	12,197	5,098
11	60	3	20	18,510	5,062
12	60	5	10	12,115	4,295
13	55	4	20	18,163	5,063
14	55	3	15	16,361	5,817
15	60	4	15	16,776	3,846
16	65	5	15	16,142	3,314
17	60	4	15	17,384	3,648

Tabel 2 Analisis model untuk respons rendemen pengeringan dan kadar air

Respons	Model	Persamaan matematika	Signifikansi (p<0,05)	*Lack of fit* (p>0,05)	R^2
Rendemen pengeringan	Kuadratik	$Y_1 = 16,62 + 0,0497A – 0,0679B + 3,03C – 0,0420AB – 0,1405AC – 0,0532BC – 0,1718A^2 – 0,1551B^2 – 1,21C^2$	0,0045	0,7573	0,9832
Kadar air	Kuadratik	$Y_2 = 3,97 – 0,7249A – 0,2885B – 0,0336C + 0,1555AB – 0,1373AC + 0,1640BC + 0,1007A^2 + 0,3419B^2 + 0,5332C^2$	0,0315	0,1195	0,8958

Analisis Respons Kadar Air Serbuk

Nilai kadar air pada penelitian ini merupakan kandungan air dalam serbuk ampas tomat yang dihasilkan dari proses penggilingan dan pengayakan lembaran ampas tomat yang telah dikeringkan. Tabel 1 menunjukkan rentang nilai kadar air yang dihasilkan sebesar 3,314%–5,817% (bb). Seluruh *run* memperoleh kadar air di bawah 7% sehingga serbuk ampas tomat yang dihasilkan memenuhi standar mutu serbuk tomat yang dimiliki oleh Foodchem International Corporation (2024). *Run* 16 memperoleh kadar air serbuk terendah yang menerapkan suhu pengeringan 65°C selama 5 jam dengan konsentrasi maltodekstrin 15% (b/b), sementara *run* 14 memperoleh kadar air serbuk tertinggi yang menerapkan suhu pengeringan 55°C selama 3 jam dengan konsentrasi maltodekstrin 15% (b/b). Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa suhu dan waktu pengeringan memengaruhi kadar air serbuk. Rahmawati et al. (2018) menyatakan bahwa suhu tinggi dan waktu pengeringan yang panjang mengakibatkan bahan mengalami penurunan kadar air.

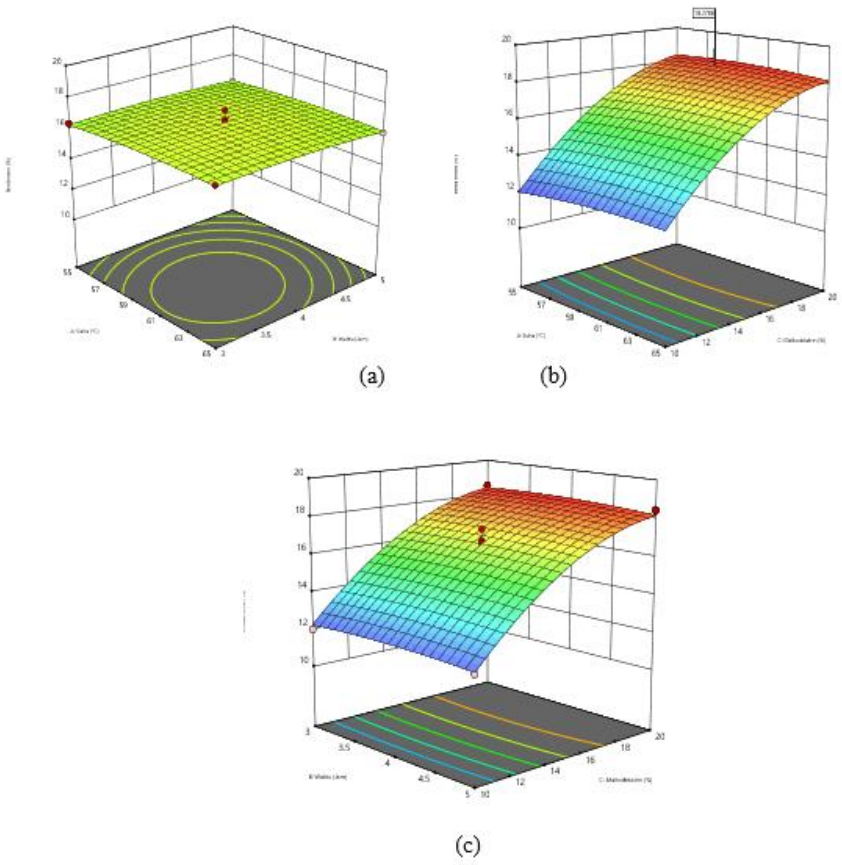
Ampas tomat yang digunakan sebagai bahan baku memiliki rerata kadar air sebesar 92,645±0,347% (bb) dan mengalami penurunan ketika dicampurkan bersama maltodekstrin dan busa putih telur dengan konsentrasi yang berbeda sesuai perlakuan. Penambahan maltodekstrin sebanyak 10, 15, 20% (b/b), dan busa putih telur sebanyak 15% (b/b) menghasilkan adonan dengan rerata kadar air secara berurutan sebesar 84,058±0,173% (bb); 80,521±0,247% (bb); dan 77,675±0,355% (bb). Semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin (*bulking agent*) yang ditambahkan, semakin rendah kadar air yang terkandung dalam adonan. Hal ini sesuai dengan yang disebutkan Yuliawaty and Susanto (2015) dalam penelitiannya, maltodekstrin mampu mengikat air lebih banyak ketika konsentrasi penambahannya semakin tinggi. Metode pengeringan busa yang melibatkan busa putih telur (*foaming agent*) mampu meningkatkan laju pengeringan (Djaeni et al. 2015) sehingga keterlibatan *bulking* dan *foaming agent* mampu menghasilkan serbuk dengan kadar air rendah melalui proses pengeringan dengan suhu yang relatif rendah dan waktu yang lebih singkat. Produk dengan kadar air yang rendah diinginkan karena dapat memperpanjang masa simpannya. Hal ini berkaitan dengan penurunan aktivitas enzim dan mikroorganisme karena persediaan air yang dapat mendukung pertumbuhannya tidak terpenuhi (Estiasih and Ahmadi 2014).

Interaksi antarfaktor terhadap respons ditunjukkan secara visual dalam plot tiga dimensi yang dimuat pada Gambar 1 dan Gambar 2. Model kuadratik menghasilkan plot berbentuk parabola dengan kurva cembung untuk respons rendemen pengeringan (target maksimalisasi) dan kurva cekung untuk respons kadar air (target minimalisasi). Plot terdiri dari sumbu x yang merupakan variabel faktor (suhu (A), waktu (B), maltodekstrin (C)) dan sumbu y yang merupakan variabel respons (rendemen pengeringan dan kadar air). Melalui parameter warna yang disajikan, tinggi-rendahnya nilai respons yang dipengaruhi oleh kombinasi antara dua faktor dapat diketahui. Semakin menuju warna merah, nilai respons semakin tinggi; namun, semakin menuju warna biru, nilai respons semakin rendah.

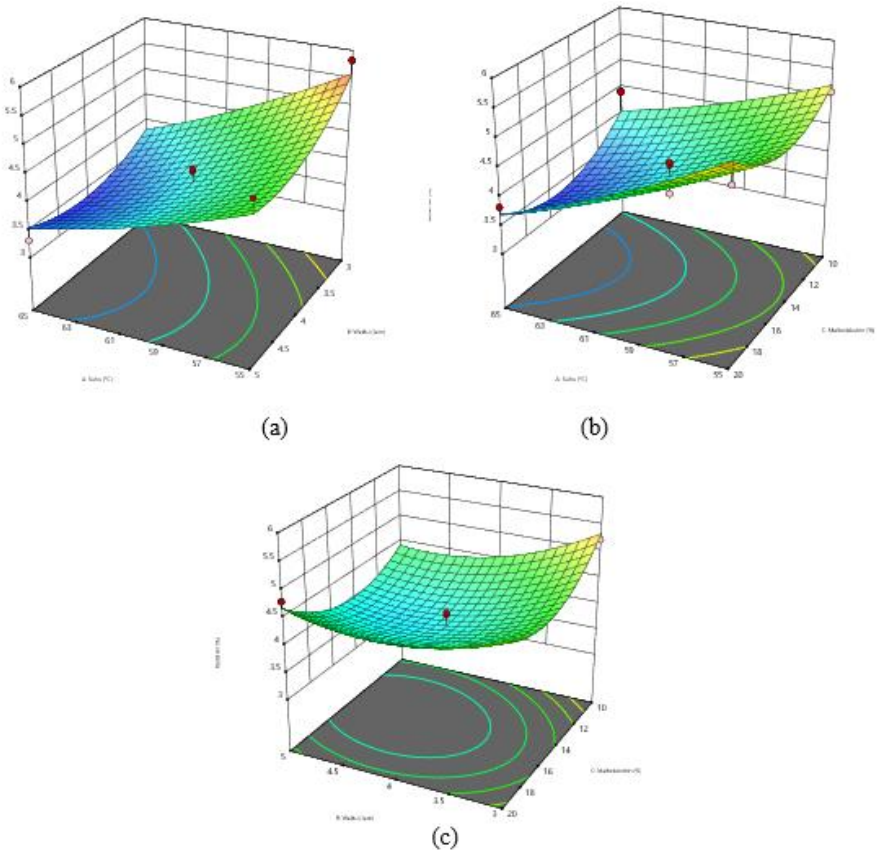
Optimasi Pengeringan Pembusaan pada Ampas Tomat

Optimasi proses pengeringan ampas tomat dilakukan untuk menentukan nilai dari variabel faktor (suhu, waktu, maltodekstrin) yang menghasilkan respons (rendemen pengeringan dan kadar air) dengan kondisi paling baik atau optimum. Setelah memperoleh model matematika berupa persamaan polinomial dan plot tiga dimensi yang menggambarkan pengaruh faktor terhadap respons, optimasi sesuai rancangan pada Tabel 3 dapat dilakukan. Ketiga variabel faktor yang digunakan untuk target optimasi berada pada kisaran (*in range*) batas bawah dan batas atas dengan taraf kepentingan sebanyak 3 (+++). Sementara untuk variabel respons rendemen pengeringan menggunakan target maksimalisasi guna memperoleh rendemen tertinggi dan respons kadar air menggunakan target minimalisasi guna memperoleh kadar air terendah. Kedua respons menggunakan taraf kepentingan sebanyak 5 (+++++) karena dapat menentukan kualitas serbuk ampas tomat.

Berdasarkan rancangan optimasi yang ditunjukkan pada Tabel 3, kondisi optimum yang direkomendasikan oleh *Design-Expert* dimuat pada Tabel 4. Sesuai dengan Rahmawati et al. (2018), kondisi dengan respons optimum dan nilai *desirability* tertinggi diindikasikan sebagai kondisi yang paling baik. Tabel 4 menunjukkan bahwa kondisi yang dipilih merupakan kondisi dengan nilai *desirability* 0,922. Nilai tersebut mendekati 1 sehingga kondisi yang direkomendasikan RSM mampu memenuhi target yang ditetapkan sebelumnya dan nilai respons yang diprediksikan akan mendekati nilai respons aktualnya pada proses validasi (Widyasanti et al. 2025). Rincian kondisi yang direkomendasikan adalah suhu pengeringan 65°C; waktu pengeringan 3,960 jam (4 jam); dan konsentrasi maltodekstrin 18,282% (b/b) (18% (b/b)) diprediksikan mampu menghasilkan nilai rendemen pengeringan sebesar 17,878% dengan kadar air 3,462% (bb).



Gambar 1 Plot 3D faktor suhu dan waktu (a); faktor suhu dan maltodekstrin (b); faktor waktu dan maltodekstrin (c) terhadap respons rendemen



Gambar 2 Plot 3D faktor suhu dan waktu (a); faktor suhu dan maltodekstrin (b); faktor waktu dan maltodekstrin (c) terhadap respons kadar air

Validasi Kondisi Optimum

Validasi pada kondisi optimum yang telah direkomendasikan RSM perlu dilakukan untuk mengetahui keakuratan hasil prediksi aplikasi *Design-Expert* dengan hasil aktual berdasarkan eksperimen (Veza et al. 2023). Pengeringan ampas tomat dilakukan sesuai dengan kondisi optimum, yaitu penerapan suhu pengeringan 65°C, waktu pengeringan 4 jam, dan konsentrasi maltodekstrin 18% menghasilkan nilai rendemen pengeringan sebesar 18,424% dan kadar air serbuk sebesar 2,548% (bb). Hasil rendemen pengeringan dan kadar air aktual yang didapatkan berada pada rentang prediksi *Design-Expert*, yaitu secara berurutan berada di antara nilai 16,611%; 2,482% (bb) (PI *low*) dan 19,142%; 4,442% (bb) (PI *high*).

Berdasarkan Tabel 5, hasil aktual respons rendemen lebih tinggi 0,547% dibandingkan dengan nilai prediksi optimum, dan hasil aktual respons kadar air lebih rendah 0,914% dari prediksi optimum. Nilai yang tidak memiliki perbedaan besar dapat menunjukkan bahwa nilai respons yang diprediksikan oleh *Design-Expert* tergolong baik. Persentase validasi didapatkan dari perbandingan antara nilai hasil aktual dengan nilai hasil prediksi dikalikan 100%. Validasi untuk respons rendemen pengeringan sebesar 103,060%, hal ini sesuai dengan hasil penelitian Effendy (2023) yang menyebutkan bahwa respons dengan target maksimalisasi yang memperoleh nilai validasi lebih dari 100% tergolong memiliki hasil yang baik. Tabel 5 menunjukkan bahwa validasi untuk respons kadar air lebih kecil dari 100%. Melalui persentase validasi tersebut, dapat diindikasikan bahwa model kuadratik yang diterapkan pada respons kadar air mampu memprediksi nilai dengan tingkat akurasi 73,559% dan tergolong cukup akurat karena hasil aktual masih berada pada rentang prediksi (Nurmiah et al. 2013).

Analisis Kadar Abu Serbuk

Nilai kadar abu menunjukkan total mineral yang terkandung dalam bahan (Riansyah et al. 2013, Lisa et al. 2015, Ratna et al. 2021, Andini et al. 2023, Effendy 2023, Namira 2023). Persentase kadar abu untuk sampel optimum dan ketiga kontrol disajikan dalam Tabel 6. Berdasarkan tabel tersebut, kadar abu yang terkandung dalam serbuk ampas tomat sampel optimum, kontrol 2, dan 3 memenuhi standar Foodchem International Corporation (<3%). Namun, sampel kontrol 1

memiliki kadar abu lebih tinggi dari standar yaitu sebesar 5,992% yang tidak berbeda jauh dengan hasil penelitian Widyasanti et al. (2020) yang mengeringkan ampas tomat menggunakan *microwave* memperoleh serbuk dengan kadar abu sebesar 5,48%. Penyebab sampel kontrol 1 memiliki kadar abu relatif tinggi diduga karena tidak terlibatnya maltodekstrin (bahan dengan komponen nonmineral pada sampel). Faktor-faktor yang memengaruhi kadar abu adalah jenis bahan, suhu dan waktu pengeringan, cara pengabuan, serta keberadaan komponen nonmineral yang dapat meningkatkan persentase kadar abu (Lisa et al. 2015, Andini et al. 2023). Pernyataan tersebut didukung dengan hasil penelitian Widyasanti et al. (2018) dan Ratna et al. (2021) yang memperoleh kadar abu rendah ketika konsentrasi maltodekstrin yang dilibatkan cenderung tinggi.

Analisis Warna Serbuk

Warna serbuk hasil dari pengeringan busa merupakan salah satu parameter penunjang yang dapat menentukan kualitas *output* secara visual serta menentukan penerimaan konsumen (Widodo et al. 2015). Warna yang dimiliki serbuk optimum dan kontrol dapat dilihat pada Tabel 6. Kolom visualisasi menunjukkan perbedaan warna antarsampel. Sampel optimasi dan sampel kontrol 2 terlihat lebih pudar atau memutih dibandingkan dengan sampel kontrol 1 dan 3 karena pengaruh maltodekstrin. Kombinasi dari nilai L*, a*, dan b* mampu menentukan perbedaan warna serbuk melalui perubahan derajat warna yang dialaminya. Nilai *Total Color Difference* (TCD) menunjukkan perubahan warna bahan awal (ampas tomat) ketika telah menjadi produk akhir (serbuk ampas tomat). Berdasarkan perhitungan yang disesuaikan dengan penelitian Tkacz et al. (2020), nilai TCD yang disajikan pada Tabel 6 menunjukkan bahwa sampel kontrol 1 dan 3 cenderung lebih kecil, yang menunjukkan bahwa kedua sampel tersebut tidak mengalami perubahan yang cukup jauh dari warna bahan awal (ampas tomat) sebelum pengeringan, yaitu sebesar 28,903 dan 21,808. Warna serbuk yang dihasilkan cenderung jingga hingga jingga kemerahan sesuai dengan bubuk ampas tomat apel hasil pengeringan pembusukan dalam penelitian Widyasanti et al. (2020) serta standar Foodchem International Corporation (2024).

Tabel 3 Rancangan optimasi pengeringan ampas tomat pada RSM

Variabel faktor dan respons	Target	Batas bawah	Batas atas	Taraf kepentingan
A: Suhu (°C)	Kisaran (*in range*)	55	65	+++
B: Waktu (jam)	Kisaran (*in range*)	3	5	+++
C: Maltodekstrin (%)	Kisaran (*in range*)	10	20	+++
Rendemen pengeringan (%)	Maksimalisasi	11,987	18,510	+++++
Kadar air (% bb)	Minimalisasi	3,314	5,817	+++++

Tabel 4 Kondisi dan prediksi yang dihasilkan dari optimasi pengeringan ampas tomat

Suhu (°C)	Waktu (jam)	Maltodekstrin (%)	Rendemen pengeringan (%)	Kadar air (% bb)	*Desirability*	Ket.
65	3,960	18,282	17,878	3,462	0,922	*Selected*

Tabel 5 Konfirmasi solusi optimum RSM

Respons	Prediksi terendah (95% PI *low*)	Prediksi optimum	Prediksi tertinggi (95% PI *high*)	Hasil aktual	Std dev	Validasi (%)
Rendemen pengeringan (%)	16,611	17,877	19,142	18,424	0,441	103,060
Kadar air (% bb)	2,482	3,462	4,442	2,548	0,342	73,559

Tabel 6 Hasil analisis kadar abu dan warna serbuk ampas tomat

Sampel	Perlakuan		Analisis					
	Malto-dekstrin (%)	Busa putih telur (%)	Kadar abu (%)	L*	a*	b*	TCD	Visualisasi
Ampas tomat			-	38,42	36,08	31,74	-	
Serbuk optimum	18	15	2,196	71,35	18,22	25,34	38,007	
Serbuk kontrol 1	0	15	5,992	64,03	23,41	27,39	28,903	
Serbuk kontrol 2	18	0	1,664	67,92	19,61	24,66	34,527	
Serbuk kontrol 3	0	0	1,639	57,68	26,27	28,84	21,808	

KESIMPULAN

Formula optimasi kondisi proses pengeringan ampas tomat yang direkomendasikan RSM adalah dengan menerapkan suhu pengeringan 65℃ selama 3,960 jam (4 jam) dengan konsentrasi maltodekstrin 18,282% (b/b) (18% (b/b)) menghasilkan serbuk dengan karakteristik fisikokimia yang meliputi rendemen pengeringan sebesar 18,424%; kadar air 2,548% (bb); kadar abu 2,196%; dan TCD 38,007 dengan warna jingga kemerahan, sesuai dengan standar Foodchem International Corporation (2024). Sementara untuk serbuk tanpa penambahan maltodekstrin, busa putih telur, dan keduanya secara berurutan mengandung kadar abu sebesar 5,992%; 1,664%; 1,639%, dan TCD sebesar 28,903; 34,527; 21,808 dengan warna merah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam pelaksanaan penelitian ini, khususnya kepada Balai Besar Pelatihan Pertanian (BBPP) Lembang atas dukungan bahan baku tomat *beef*, Laboratorium Teknik Pascapanen dan Proses Biosistem, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran atas dukungan fasilitas alat penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Abidin, M., A. F. Hafidh, M. Widyaningsih, M. Yusuf, and A. Murniati. 2020. Pembuatan biobaterai berbasis ampas kelapa dan tomat busuk. Al-Kimiya 7(1):28–34.

Andini, Y., G. A. K. D. Puspawati, and I. D. G. M. Permana. 2023. Pengaruh suhu dan waktu pengeringan terhadap karakteristik serbuk pewarna instan daun singkong (*Manihot utilissima* Pohl.). Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan (ITEPA) 12(4):834–845.

Ani, E. D., I. Apriani, and Y. Fitrianingsih. 2016. Pemanfaatan limbah tomat sebagai agen dekomposer pembuatan kompos sampah organik. Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah 4(1):1–11.

Badan Pusat Statistik. 2024. Produksi tanaman sayuran dan buah-buahan semusim, 2021-2024. bps.go.id

Corrêa-Filho, L. C., S. C. Lourenço, D. F. Duarte, M. Moldão-Martins, and V. D. Alves. 2019. Microencapsulation of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) pomace ethanolic extract by spray drying: Optimization of process conditions. Applied Sciences 9(3):1–15.

Djaeni, M., A. Prasetyaningrum, S. B. Sasongko, W. Widayat, and C. L. Hii. 2015. Application of foam-mat drying with egg white for carrageenan: Drying rate and product quality aspects. Journal of Food Science and Technology 52(2):1170–1175.

Effendy, M. N. 2023. Optimasi pengeringan kelapa parut kering dengan menggunakan metode respon permukaan. Thesis. Universitas Padjadjaran, Sumedang.

Estiasih, T., and Ahmadi. 2014. *Teknologi Pengolahan Pangan*. Bumi Aksara, Jakarta.

Foodchem International Corporation. 2024. Products: Dehydrated tomato powder. foodchem.cn

Gonardi, R., E. Setijawaty, and I. R. A. P. Jati. 2022. Pengembangan produk bubuk tomat dengan pengering kabinet menggunakan enkapsulan maltodekstrin dan natrium carboxymethyl cellulose. Jurnal Teknologi Pertanian 23(2):101–118.

Hayati, H. R., R. A. Nugrahani, and L. Satibi. 2015. Pengaruh konsentrasi maltodekstrin terhadap rendemen pada pembuatan santan kelapa bubuk (coconut milk powder). Pages 1–5 *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*. Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jakarta.

Hossain, M. A., S. Mitra, M. Belal, and W. Zzaman. 2021. Effect of foaming agent concentration and drying temperature on biochemical properties of foam mat dried tomato powder. Food Research 5(1):291–297.

Ihsani, Y. Y., A. Widyasanti, and N. N. A. K. Shah. 2024. Penerapan metode pengeringan busa (foam mat drying) pada proses pembuatan serbuk ampas tomat beef. Pages 690–698 *Seminar Nasional Pariwisata dan Kewirausahaan*. Universitas Sahid, Jakarta.

Ishiwu, C. N., C. O. Mogor, E. O. Nduka, and N. M. Anene. 2023. Proximate composition of foam mat-dried tomato powder as affected by process variables: A review. Pakistan Journal of Nutrition 22(1):59–80.

Lisa, M., M. Lutfi, and B. Susilo. 2015. Pengaruh suhu dan lama pengeringan terhadap mutu tepung jamur tiram putih (*Plaerotus ostreatus*). Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem 3(3):270–279.

Namira, T. 2023. Optimasi kondisi proses pengeringan ampas wortel menggunakan Response Surface Methodology (RSM) dan pemanfaatannya sebagai masker gel peel off. Thesis. Universitas Padjadjaran, Sumedang.

Nurmiah, S., R. Syarief, Sukarno, R. Peranginangin, and B. Nurtama. 2013. Aplikasi Response Surface Methodology pada optimalisasi kondisi proses pengolahan Alkali Treated Cottonii (ATC). Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan 8(1):9–22.

Rahmawati, D. Hunaefi, I. Basriman, and D. Saputra. 2018. Optimasi proses pengeringan ragi CC dengan Response Surface Methodology (RSM). Pages 174–183 *Seminar Nasional Technopex*. Institut Teknologi Indonesia, Tangerang.

Ratna, N. K. A. N., G. A. K. D. Puspawati, and I. D. G. M. P. Permana. 2021. Pengaruh konsentrasi maltodekstrin dan tween 80 terhadap karakteristik bubuk minuman instan bunga gumitir (*Tagetes erecta* L.). Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan (ITEPA) 10(4):761–777.

Riansyah, A., A. Supriadi, and R. Nopianti. 2013. Pengaruh perbedaan suhu dan waktu pengeringan terhadap karakteristik ikan asin sepat siam (*Trichogaster pectoralis*) dengan menggunakan oven. Fishtech 11(1):53–68.

Sangamithra, A., V. Sivakumar, K. Kannan, and S. G. John. 2015. Foam-mat drying of muskmelon. International Journal of Food Engineering 11(1):127–137.

Sohbatzadeh, H., A. R. Keshtkar, J. Safdari, and F. Fatemi. 2016. U(VI) biosorption by bi-functionalized *Pseudomonas putida* @ chitosan bead: Modeling and optimization using RSM. International Journal of Biological Macromolecules:647–658.

Tkacz, K., M. Modzelewska-Kapituła, A. Więk, and Z. Nogalski. 2020. The applicability of total color difference ΔE for determining the blooming time in longissimus lumborum and semimembranosus muscles from Holstein-Friesian bulls at different ageing times. Applied Sciences 10:1–10.

Veza, I., M. Spraggon, I. M. R. Fattah, and M. Idris. 2023. Response Surface Methodology (RSM) for optimizing engine performance and emissions fueled with biofuel: Review of RSM for sustainability energy transition. Results in Engineering 18:1–14.

Wahyurini, E., and A. Suryawati. 2021. *Budidaya dan Keragaman Genetik Tomat*. Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta, Yogyakarta.

Widodo, I. F., G. Priyanto, and Hermanto. 2015. Karakteristik bubuk daun jeruk purut (*Cytrus hystrix* DC) dengan metode foam mat drying. Pages 551–563 *Seminar Nasional Lahan Suboptimal*. Universitas Sriwijaya, Palembang.

Widyasanti, A., N. C. Muchtarina, and S. Nurjanah. 2020. Karakteristik fisikokimia bubuk ampas tomat-apel hasil pengeringan

pembusaan berbantu gelombang mikro. Agrointek 14(2):180–190.

Widyasanti, A., T. Namira, and S. Nurjanah. 2025. Optimasi kondisi proses pengeringan ampas wortel menggunakan RSM dan pemanfaatannya sebagai masker gel peel off. Agrointek 19(3):520–529.

Widyasanti, A., N. A. Septianti, and S. Nurjanah. 2018. Pengaruh penambahan maltodekstrin terhadap karakteristik fisikokimia bubuk tomat hasil pengeringan pembusaan (foam mat drying). Agrin 22(1):22–38.

Yuliawaty, S. T., and W. H. Susanto. 2015. Pengaruh lama pengeringan dan konsentrasi maltodekstrin terhadap karakteristik fisika kimia dan organoleptik minuman instan daun mengkudu (*Morinda citrifolia* L). Jurnal Pangan dan Agroindustri 3(1):41–52.