

KINETIKA PERUBAHAN MUTU *PUREE* TOMAT (*Lycopersicum esculantum*) PADA BERBAGAI JENIS KEMASAN

Kinetics of Quality Change of Tomato Puree (Lycopersicum esculantum) In Various Types of Packaging

Andi Eko Wiyono¹, Fitri Rahma Sari^{1*}, Herlina¹

¹Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

*email: fitirahmasari1112@gmail.com

Received: 28 Mei 2024 | Accepted: 22 November 2024 | published: 26 November 2024

ABSTRAK

Tomat merupakan salah satu komoditi pertanian yang mudah rusak. Salah satu bentuk olahan tomat yang sering digunakan dalam industri pangan adalah *puree*. Dibutuhkan kemasan yang tepat agar mutu serta kualitas *puree* terjaga. Jenis kemasan yang biasa digunakan seperti *jar*, vakum polipropilen, dan *silver aluminium foil pouch*. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisa perubahan mutu pada *puree* tomat dan menganalisa model kinetika perubahan mutu *puree* tomat dengan berbagai jenis kemasan selama penyimpanan menggunakan model Arrhenius. Perhitungan model Arrhenius menggunakan tiga suhu penyimpanan yaitu pada suhu 35°C, 45°C, dan 55°C selama delapan hari. Parameter yang diamati yaitu pH, warna (L^* dan a^*), TPT serta kadar air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mutu *puree* tomat menurun di setiap kemasan baik *jar*, PP vakum maupun SAF. Model kinetika degradasi mutu *puree* tomat dengan variasi kemasan pada parameter pH dan TPT menggunakan orde nol sedangkan parameter warna (L^* dan a^*) dan kadar air menggunakan orde satu. Perlakuan kemasan PP vakum pada *puree* tomat memiliki energi aktivasi terkecil pada parameter pH, L^* , a^* , TPT, kadar air secara berturut-turut yaitu 18603,5 Kkal/mol; 10269,41 Kkal/mol; 18603,46 kkal/mol; 7050,697 kkal/mol; 1012,066 kkal/mol sehingga menjadikan kemasan PP vakum mengalami reaksi degradasi yang lebih cepat. Perlakuan kemasan *silver aluminium foil pouch* pada *puree* tomat memiliki energi aktivasi terbesar di parameter pH, L^* , a^* , TPT, kadar air dengan nilai 24799,18 kkal/mol; 24799,18 kkal/mol; 7446,706 kkal/mol; 12172,39 kkal/mol.

Kata Kunci : Degradasi, Kemasan, Model Kinetika, *Puree* Tomat

ABSTRACT

Tomato is one of the perishable agricultural commodities. Puree is one of the processed tomatoes often used in the food industry. Proper packaging is needed so that the quality of the puree is maintained. The types of packaging commonly used are jar, vacuum polypropylene, and silver aluminum foil pouch. Therefore, this study aims to analyze the initial and final quality changes in tomato puree and analyze the kinetics model of quality changes in tomato puree with various types of packaging during storage using the Arrhenius model. The Arrhenius model calculation uses three extreme storage temperatures, representing heat temperatures at 35°C, 45°C, and 55°C for eight days. The parameters observed were pH, color (L^* and a^*), TPT, and moisture content. The results showed that the quality of tomato puree degraded in each package, whether jar, PP vacuum or SAF, characterized by decreasing pH and a^* values at each storage temperature, decreasing TPT values at 35°C, decreasing L^* values and moisture content at 45°C and 55°C, increasing L^* values and moisture content at 35°C and increasing TPT values at 45°C and 55°C storage temperatures. The degradation kinetics model of tomato puree quality with packaging variations for pH and TPT parameters used zero order while the color parameters (L^* and a^*) and moisture content used first order. The vacuum PP packaging treatment of tomato puree has the smallest activation energy on the parameters of pH, L^* , a^* , TPT, water content in consecutive numbers is 18603,5 kcal/mol; 10269,41 kcal/mol; 18603,46 kcal/mol; 7050,697 kcal/mol; 1012,066 kcal/mol so that the vacuum PP packaging experiences a faster degradation reaction. Silver aluminum foil pouch packaging treatment on tomato puree has the largest activation energy in the parameters of pH, L^* , a^* , TPT, and moisture content with values of 24799,18 kcal/mol; 24799,18 kcal/mol; 7446,706 kcal/mol; 12172,39 kcal/mol.

Keywords: Degradation, Kinetics model, Packaging, Tomato Puree

1. PENDAHULUAN

Tomat (*Lycopersicon esculantum*) menjadi salah satu komoditi pertanian yang mudah rusak. Tomat merupakan komoditas dengan berbagai potensi, seperti sebagai minuman, bumbu masakan, kosmetik, dan obat-obatan. Bentuk olahan tomat. yang sering digunakan dalam industri pangan salah satunya adalah *puree*. Menurut Codex Standard for Processes Tomato Concentrate (2022), *puree* tomat merupakan konsentrat tomat yang mengandung total padatan terlarut minimal 7% namun kurang dari 24%. Bahan setengah jadi seperti *puree* banyak digunakan sebagai bahan baku pembuatan minuman sari buah, selai, dan saus. Pengolahan tomat menjadi *puree* akan mempermudah industri dalam hal transportasi dan terjaganya kualitas produk.

Produk pangan basah seperti *puree* juga harus dikemas dengan kemasan yang tepat agar mutunya tetap terjaga dengan baik. Jenis pengemas yang biasanya digunakan sebagai kemasan produk pangan cair ataupun konsentrat yaitu gelas (*jar*), *vacuum plastic polypropylene*, dan *silver aluminium foil pouch*. Kemasan gelas merupakan jenis kemasan yang sangat baik karena sifat gelas yang kedap air dan lambat bereaksi dengan bahan kimia (*inert*). Polipropilen adalah hasil dari proses polimerisasi gas propilena yang berbentuk polimer kristalin (Wulandari *et al.*, 2013). Pengemasan vakum merupakan pengemasan dengan prinsip mengeluarkan udara yang ada dalam kemasan dan ditutup rapat sehingga tercipta kondisi hampa oksigen (Astawan *et al.*, 2015). Menurut Widyamurti (2018), aluminium foil merupakan bahan berupa lembaran aluminium yang padat dan tipis dengan ketebalan kurang dari 0,2 mm yang bersifat hermetis, tidak tembus cahaya, ringan, tahan panas, kedap air, kedap udara, dan fleksibel. Jenis kemasan dapat mempengaruhi mutu *puree* tomat karena kemasan berinteraksi dengan produk secara langsung dan menentukan jumlah oksigen serta cahaya yang masuk. Selain itu, lamanya

penyimpanan juga akan menyebabkan perubahan mutu *puree* tomat.

Identifikasi perubahan mutu selama penyimpanan dengan tiga jenis kemasan yang berbeda dapat menggunakan model kinetika. Model Arrhenius dapat digunakan sebagai model untuk menjelaskan laju perubahan mutu sebagai fungsi waktu pada suhu tertentu. Pada penelitian ini *puree* tomat disimpan selama delapan hari dengan suhu 35°C, 45°C, dan 55°C. Penelitian mengenai model kinetika pada penelitian terdahulu sudah banyak dilakukan namun permodelan kinetika perubahan mutu *puree* tomat dengan berbagai kemasan selama penyimpanan belum dikembangkan. Penelitian Fitria *et al.* (2017), melakukan permodelan kinetika perubahan warna label indikator dari klorofil daun singkong. Anugrahwati *et al.* (2005), melakukan penelitian mengenai perubahan karakteristik mutu dan analisa kinetika *puree* mangga selama penyimpanan. Goncalves *et al.* (2011) menggunakan model kinetika untuk melihat penurunan mutu warna, vitamin c, dan *drip loss* brokoli selama penyimpanan isothermal dan non isothermal. Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi karakteristik perubahan mutu *puree* tomat serta mengetahui model kinetika perubahan mutu *puree* tomat pada berbagai jenis kemasan.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli 2023 hingga November 2023. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Rekayasa Teknologi dan Lingkungan Agroindustri dan Laboratorium Inovasi Hasil Pertanian dan Kewirausahaan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi baskom, *blender* Philips HR 2115, Kompor Rinnai RI-5225, pH meter,

Beaker Glass Pyrex[®], Gelas Ukur 25 ml Pyrex[®], tissue, general colorimeter, saringan, pipet, Oven Labtech[®], Inkubator Memert[®], Neraca Digital SF 400C, hand refractometer ATC, hand sealer PCS 400A, desikator, spatula, aluminium foil, cawan aluminium, hot plate, magnetic stirrer, vacuum sealer, handphone, laptop, dan Software Microsoft Excel.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas tomat merah dengan jenis globe yang dibeli dari Pasar Tanjung, gum arab, aquades, larutan buffer pH 4 dan pH 7, aquades, jar, plastik PP, dan silver aluminium foil pouch.

2.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan tiga suhu penyimpanan berbeda yaitu 35°C, 45°C dan 55°C. Perlakuan yang dilakukan terdiri dari variasi kemasan, waktu pengamatan dan simulasi penyimpanan. Puree tomat dikemas sebanyak 50 gram pada tiap perlakuan kemudian dilakukan penyimpanan selama delapan hari dengan waktu pengamatan setiap dua hari sekali. Pengamatan dilakukan dengan 3 kali ulangan. Parameter pengamatan terdiri dari pH, warna (L* dan a*), total padatan terlarut, dan kadar air. Variasi perlakuan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Variasi Perlakuan Pada Puree Tomat

Kemasan	Perlakuan
Jar	Puree tomat dengan kemasan jar
PP Vakum	Puree tomat dengan kemasan PP vakum
SAF	Puree tomat dengan kemasan SAF

2.4 Tahapan Penelitian

2.4.1 Pembuatan Puree Tomat

Pembuatan puree tomat diawali dengan pemilihan buah tomat yang bertujuan untuk memperoleh buah tomat yang segar berwarna merah dan tidak terdapat lebam serta memisahkan bagian-bagian yang tidak

digunakan seperti tangkai. Kenampakan tomat dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kenampakan Tomat

Selanjutnya buah tomat dicuci dengan air mengalir agar kotoran yang terdapat pada buah tomat terangkat kemudian ditiriskan. Tomat kemudian dihaluskan menggunakan blender selama satu menit dan dilakukan penambahan larutan gum arab 0,25%. Tomat yang telah dihaluskan kemudian disaring untuk memisahkan kulit, daging buah, dan biji tomat untuk menghasilkan puree tomat yang bersih. Setelah itu tomat di masak kembali selama 2 jam dengan suhu 90°C.

2.4.2 Permodelan Kinetika Perubahan Mutu Puree tomat

Permodelan kinetika perubahan mutu puree tomat menggunakan pendekatan arrhenius dengan suhu penyimpanan tetap atau dijaga tetap. Tahapan permodelan kinetika adalah sebagai berikut :

- Melakukan plotting data sesuai dengan data uji hasil puree tomat pada orde 0 dan orde 1.
- Menetapkan orde reaksi yang akan digunakan dari persamaan yang dihasilkan berdasarkan nilai R² terbesar.
- Menentukan nilai parameter persamaan Arrhenius berupa k, ln k, dan 1/T (K) dari persamaan-persamaan yang telah dihasilkan.
- Membuat grafik plot antara ln k dengan 1/T
- Menentukan nilai Energi aktivasi (E_a), nilai eksponensial (k₀) dan kecepatan reaksi (k) pada masing-masing variasi perlakuan dengan persamaan Arrhenius $\ln k = \ln k_0 - \frac{E_a}{R} \times \frac{1}{T}$ atau $k = k_0 \times e^{-E_a/RT}$.

2.5 Analisis Data

Data yang dihasilkan ditampilkan dalam bentuk grafik dan penjelasan secara deskriptif.

Permodelan kinetika perubahan mutu *puree* tomat yaitu menggunakan rumus pendekatan Arrhenius dengan menggunakan *software* Microsoft Excel.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Mutu *Puree* Tomat

Karakteristik produk *puree* tomat yang dihasilkan dalam penelitian ini mempunyai warna merah cerah khas tomat dengan tekstur seperti *puree* pada umumnya. Karakteristik mutu *puree* tomat dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Karakteristik mutu awal *puree* tomat

Parameter Mutu	Kemasan	Nilai Awal		
		35°C	45°C	55°C
pH	Jar	4,48	4,28	4,18
	PP	4,48	4,28	4,18
	Vakum	4,48	4,28	4,18
	SAF	4,48	4,28	4,18
Warna L*	Jar	69,3	68,8	72,8
	PP	69,3	68,8	72,8
	Vakum	69,3	68,8	72,8
	SAF	69,3	68,8	72,8
a*	Jar	11,9	13,5	15,3
	PP	11,9	13,5	15,3
	Vakum	11,9	13,5	15,3
	SAF	11,9	13,5	15,3
Total Padatan Terlarut (°Brix)	Jar	13	15	15
	PP	13	15	15
	Vakum	13	15	15
	SAF	13	15	15
Kadar air (%)	Jar	88,01	87,56	85,67
	PP	88,01	87,56	85,67
	Vakum	88,01	87,56	85,67
	SAF	88,01	87,56	85,67

Tabel 3. Karakteristik mutu akhir *puree* tomat

Parameter Mutu	Kemasan	Nilai Akhir		
		35°C	45°C	55°C
pH	Jar	3,79	4,09	4,08
	PP	3,61	4,08	4,02
	Vakum	3,61	4,08	4,02
	SAF	3,83	4,1	4,12
L*	Jar	70,8	65,0	67,8
	PP	71,5	64,0	66,8
	Vakum	71,5	64,0	66,8
	SAF	70,6	65,8	68,3
a*	Jar	9,7	10,1	11,1
	PP	9,2	9,8	8,4
	Vakum	9,2	9,8	8,4
	SAF	9,9	10,4	11,3

Total	Jar	10,2	16,3	16,5
Padatan Terlarut (°Brix)	PP	9,8	16,5	16,7
	Vakum	9,8	16,5	16,7
	SAF	11	15,9	16
	Jar	90,51	84,30	82,67
Kadar air (%)	PP	92,16	83,90	81,85
	Vakum	92,16	83,90	81,85
	SAF	88,01	87,56	85,67
	Jar	88,01	87,56	85,67

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai pH, L*, a*, kadar air, dan total padatan terlarut mengalami penurunan dan kenaikan di beberapa suhu penyimpanan. Pada penyimpanan awal, nilai pH sebesar 4,48; 4,28; 4,18 dan nilai pH akhir sebesar 3,61-4,12. Hal ini sesuai dengan Codex Alimentarius Commission (2022) bahwa nilai pH *puree* tomat harus dibawah 4,6. Penurunan pH diduga terjadi karena adanya kerusakan pada produk akibat aktivitas mikroba. Khamir dan bakteri asam laktat adalah beberapa jenis mikroorganisme yang terdapat dalam bahan pangan yang dapat hidup di kisaran pH 3,0-6,0 (Rahmi *et al.*, 2018).

Penilaian warna *puree* tomat menggunakan sistem notasi yaitu nilai L* dan nilai a*. Berdasarkan hasil penelitian warna *puree* tomat sebelum penyimpanan menunjukkan nilai L* berkisar 69,3-72,8 dan nilai a* berkisar 11,9-15,3. Setelah dilakukan penyimpanan, nilai L* dan a* *puree* tomat cenderung mengalami penurunan. Penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Renate *et al.* (2014) yaitu semakin tinggi suhu penyimpanan maka nilai L* dan a* mengalami penurunan. Total padatan terlarut selama penyimpanan mengalami penurunan pada suhu 35°C dan peningkatan pada suhu 45°C dan 55°C. Hal ini sesuai dengan Ponglabba *et al.* (2022) bahwa *puree* buah merah mengalami penurunan selama penyimpanan pada suhu 30°C. Puri *et al.* (2018) menyatakan dalam penelitiannya bahwa total padatan terlarut sirup jeruk *baby java* mengalami peningkatan seiring dengan tinggi suhunya selama penyimpanan.

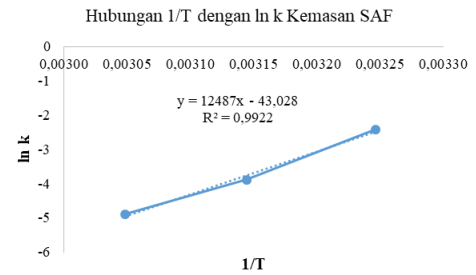
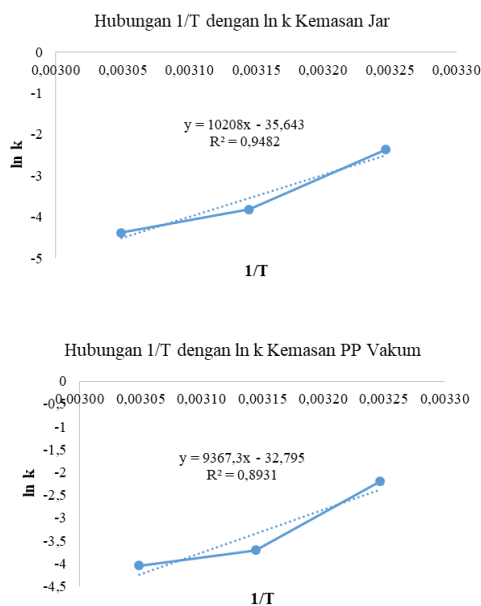
Kadar air *puree* tomat mengalami perubahan yang bervariasi. Nilai mutu awal

kadar air *puree* tomat berkisar 85,67%-88,01%. Setelah dilakukan penyimpanan, kadar air pada *puree* tomat menunjukkan perubahan yang cenderung mengalami penurunan seiring dengan tingginya suhu penyimpanan. Hasil ini berbeda dengan penelitian Setiarto *et al.* (2018) bahwa kadar air pada sampel saus merah mengalami peningkatan seiring dengan tingginya suhu penyimpanan.

3.2 Model Kinetika Perubahan Mutu *Puree* Tomat

3.2.1 pH

pH merupakan parameter yang digunakan untuk mengukur tingkat keasamaan atau kebasaan dari suatu zat, larutan, atau benda. Pengujian pH pada *puree* tomat bertujuan untuk mengetahui tingkat keasamaan *puree* tomat. Parameter nilai pH pada semua perlakuan menggunakan orde 0 untuk membuat model kinetika berdasarkan nilai pH. Untuk mengetahui model kinetika parameter pH maka dilakukan pembuatan kurva hubungan nilai 1/T dengan ln k.



Gambar 2. Hubungan antara ln k dan 1/T pada parameter pH di berbagai jenis kemasan

Tabel 4. Nilai R², k₀, Ea, dan persamaan Arrhenius untuk parameter pH

Parameter Pengamatan	Keterangan	Jar	PP Vakum	SAF
pH	R ²	0,9482	0,8931	0,9922
	Ea (Kkal/mol)	9679,23	8365,94	12389,6
	k ₀	3,01688 x 10 ¹⁵	1,74859 x 10 ¹⁴	4,86209 x 10 ¹⁸
	Persamaan	k=3,0168 8.10 ¹⁵ x e ^{-10208(1/T)}	k=1,7485 9.10 ¹⁴ x e ^{-9367,3(1/T)}	k=4,8620 9.10 ¹⁴ x e ^{-12487(1/T)}

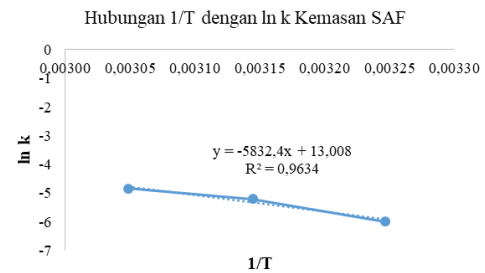
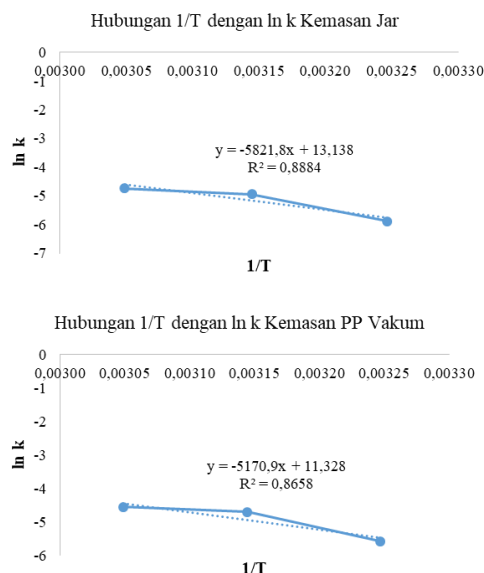
Berdasarkan penelitian, penyebab perubahan mutu salah satunya yaitu suhu. Kecepatan reaksi senyawa kimia pada produk akan semakin cepat adalah satu akibat yang disebabkan oleh suhu penyimpanan yang tinggi. Perubahan pH pada sampel *puree* tomat menandakan tidak stabilnya sampel selama penyimpanan (Wiyono *et al.*, 2023). Menurut Puri *et al.* (2018) penurunan pH disebabkan oleh kerusakan fermentatif. Reaksi pemecahan sukrosa menjadi gula reduksi dan aktivitas mikroorganisme menjadi penyebab perubahan nilai pH. Selain tingginya suhu penyimpanan, jenis kemasan dan lingkungan penyimpanan juga termasuk satu dari beberapa faktor yang berpengaruh terhadap perubahan pH pada *puree* tomat.

Berdasarkan pada teori aktivasi semakin tingginya suhu (T) maka akan nilai k juga akan semakin tinggi. Energi minimum yang diberikan untuk memulai suatu reaksi disebut energi aktivasi (Ea) (Pongajow *et al.*,

2015). Pada perlakuan *puree* tomat yang dikemas menggunakan kemasan *silver aluminium foil pouch* memiliki energi aktivasi terbesar dibandingkan dengan *puree* tomat yang dikemas menggunakan polipropilen memiliki energi aktivasi terendah. Rendahnya energi aktivasi yang dimiliki oleh sampel dengan kemasan polipropilen menunjukkan bahwa *puree* tomat mengalami penurunan mutu yang lebih cepat. Rendahnya energi aktivasi yang diperoleh mengakibatkan produk akan semakin cepat mengalami perubahan mutu, sebaliknya semakin tinggi energi aktivasi yang diperoleh maka kerusakan mutu akan semakin lambat (Setiarto *et al.*, 2018).

3.2.2 Kecerahan (L^*)

Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada warna *puree* tomat di ketiga jenis kemasan mengalami perubahan kecerahan. Keseluruhan perlakuan pada parameter kecerahan (L^*) menggunakan orde satu dalam menentukan model kinetika pada parameter L^* .



Gambar 3. Hubungan antara ln k dan 1/T pada parameter L^* di berbagai jenis kemasan

Tabel 5. Nilai R^2 , k_0 , E_a , dan persamaan Arrhenius untuk parameter L^*

Parameter Pengamatan	Keterangan	Jar	PP Vakum	SAF
L^*	R^2	0,8884	0,8658	0,9634
	E_a (Kkal/mol)	11562,09	10269,41	11583,15
	k_0	507879,7571	83116,62325	445966,8942
	Persamaan	$k=38368,80352x e^{-5821,8(1/T)}$	$k=83116,62325x e^{-5170,9(1/T)}$	$k=13298,61146x e^{-5832,4(1/T)}$

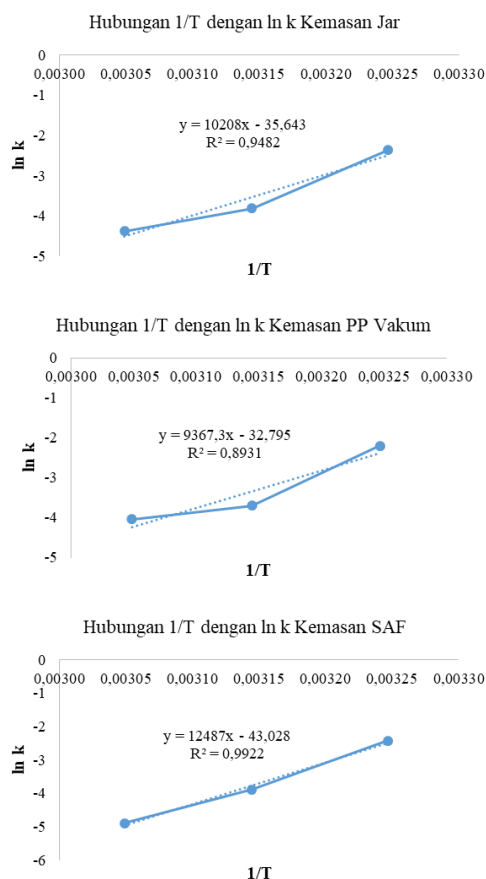
Berdasarkan hasil penelitian, perlakuan kemasan yang mampu mempertahankan kecerahan *puree* tomat yaitu kemasan aluminium foil pouch. Hal ini tidak sesuai dengan Ijayanti *et al.* (2020) dalam penelitiannya yang menyatakan bahwa kemasan polipropilen merupakan kemasan dengan penurunan yang paling lambat. Penurunan kecerahan *puree* tomat dapat disebabkan karena pencoklatan yang dipengaruhi oleh suhu selama penyimpanan.

Semakin tinggi suhu penyimpanan maka laju penurunan kecerahan warna akan semakin cepat. Selain itu, kecepatan reaksi pencoklatan pada produk juga dipengaruhi oleh jenis kemasan. *Puree* tomat kemasan polipropilen lebih cepat mengalami pencoklatan karena sifat kemasan yang bening transparan dibandingkan dengan kemasan *silver aluminium foil*. Menurut Widyamurti (2018), aluminium foil bersifat hermetis, tidak tembus cahaya, dan kedap udara sehingga meminimalisir terjadinya

paparan cahaya yang berlebih dibandingkan kemasan jar dan plastik polipropilen. *Puree* tomat dengan kemasan aluminium foil *pouch* memiliki nilai E_a tertinggi dan pada perlakuan *puree* tomat dengan kemasan polipropilen mempunyai nilai energi aktivasi terendah. Semakin tinggi nilai energi aktivasi maka reaksi degradasi mutu pada produk akan semakin lambat. Faktor luar seperti suhu lingkungan dan lama penyimpanan akan berpengaruh terhadap hasil nilai E_a yang bisa menyebabkan perubahan kondisi, perubahan laju reaksi atau menghasilkan reaksi yang tidak sempurna (Ijayanti *et al.*, 2020).

3.2.3 a^*

Nilai a^* merupakan penggambaran warna kromatik merah-hijau (a^* positif berarti merah, a^* negatif berarti hijau (Sinaga, 2019). Keseluruhan perlakuan pada parameter a^* menggunakan orde 1 dalam menentukan model kinetika parameter a^* pada *puree* tomat.



Gambar 4. Hubungan antara ln k dan 1/T pada parameter a^* di berbagai jenis kemasan

Tabel 6. Nilai R^2 , k_0 , E_a , dan persamaan Arrhenius untuk parameter a^*

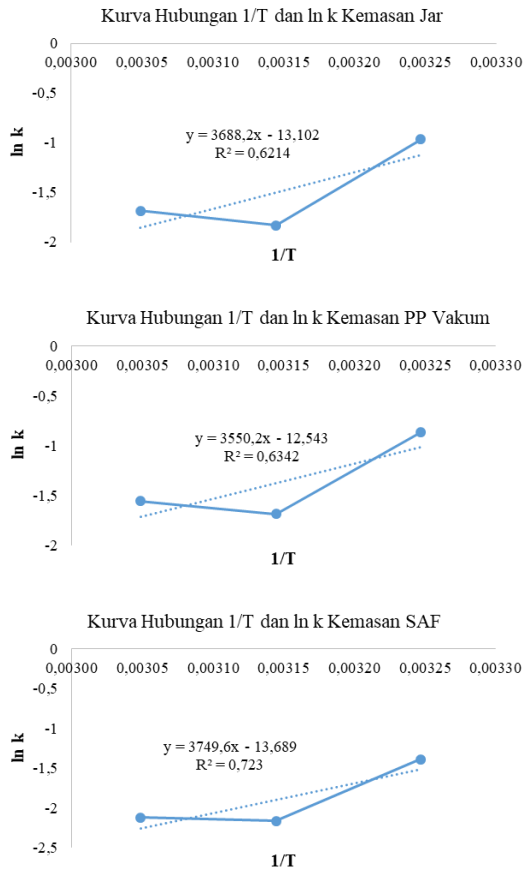
Parameter Pengamatan	Keterangan	Jar	PP Vakum	SAF
a^*	R^2	0,9482	0,8931	0,9922
	E_a (Kkal/mol)	20273,09	18603,46	24799,18
	k_0	$3,01688 \times 10^{15}$	$1,74859 \times 10^{14}$	$4,86209 \times 10^{18}$
	Persamaan	$k = 3,0168 \cdot 8 \cdot 10^{15} x e^{-10208(1/T)}$	$k = 1,7485 \cdot 9 \cdot 10^{14} x e^{-9367,321(1/T)}$	$k = 4,8620 \cdot 9 \cdot 10^{18} x e^{-12487(1/T)}$

Perlakuan kemasan yang mampu mempertahankan warna merah *puree* tomat yaitu kemasan *silver aluminium foil pouch*. Hal ini tidak sesuai dengan Ijayanti *et al.* (2020) bahwa kemasan dengan penurunan yang paling lambat adalah kemasan PP. Penurunan warna merah *puree* tomat disebabkan terjadinya *browning* non enzimatis yang dipengaruhi oleh suhu selama penyimpanan. Warna merah *puree* tomat termasuk dalam golongan antosianin. Antosianin berasal dari gugusan hidroksil dan metoksil. Peningkatan gugus hidroksil mengakibatkan terjadi penurunan warna merah pada *puree* tomat (Dewayani dan Syamsuri, 2019). Selain itu semakin tinggi suhu penyimpanan maka laju penurunan warna akan semakin cepat. Kemasan *silver aluminium foil pouch* mampu mempertahankan warna merah karena karakteristik dari kemasan tersebut yang tidak sensitif terhadap cahaya dan oksigen. Menurut Widayamurti (2018), aluminium foil bersifat hermetis, tidak tembus cahaya, dan kedap udara sehingga meminimalisir terjadinya paparan cahaya yang berlebih dibandingkan kemasan jar dan plastik polipropilen.

3.2.4 Total Padatan Terlarut

Total padatan terlarut merupakan parameter yang menunjukkan bahan yang terlarut dalam larutan yang dinyatakan dalam

°Brix. Pengaruh kemasan selama penyimpanan data diketahui dari persamaan regresi dengan penentuan orde reaksi. Orde yang digunakan untuk mengetahui model kinetika pada parameter TPT yaitu orde 0.



Gambar 5. Hubungan antara ln k dan 1/T pada parameter TPT di berbagai jenis kemasan

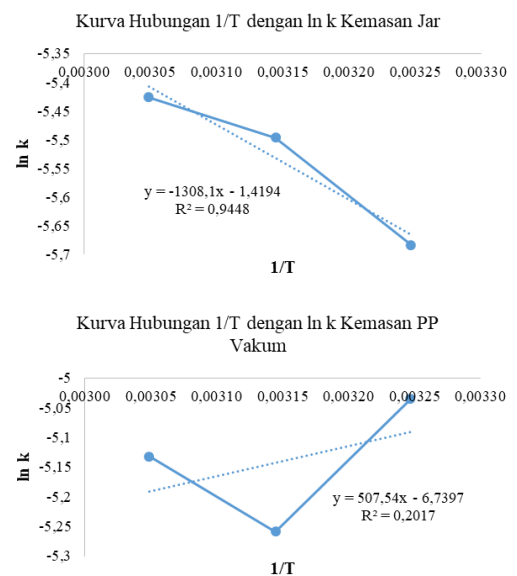
Tabel 7. Nilai R², k₀, Ea, dan persamaan Arrhenius untuk parameter TPT

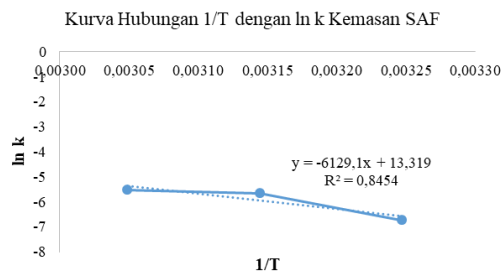
Parameter Pengamatan	Keterangan	Jar	PP Vakum	SAF
TPT	R ²	0,6214	0,6342	0,723
	Ea (Kkal/mol)	7324,765	7050,697	7446,706
	k ₀	489921,278	280127,462	881164,8462
	Persamaan	k=489921,278e ^{-3688,2(1/T)}	k=280127,462e ^{-3550,2(1/T)}	k=881164,8462e ^{-3749,6(1/T)}

Hasil penelitian parameter TPT menunjukkan bahwa suhu merupakan salah satu faktor yang menjadi penyebab perubahan mutu. Penyimpanan dengan suhu yang semakin tinggi mengakibatkan laju reaksi berbagai senyawa kimia pada produk akan semakin cepat. Kemasan PP memiliki sifat permeabilitas terhadap uap air yang lebih tinggi dibandingkan dengan kemasan jar dan silver aluminium foil pouch. Tingginya permeabilitas PP akan menyebabkan semakin banyak uap air dari lingkungan yang melewati bahan kemasan. Pada perlakuan *puree* tomat yang dikemas menggunakan kemasan *silver aluminium foil pouch* memiliki energi aktivasi terbesar dibandingkan dengan *puree* tomat yang dikemas menggunakan polipropilen memiliki energi aktivasi terendah. Rendahnya energi aktivasi yang dimiliki oleh sampel dengan kemasan polipropilen menunjukkan bahwa *puree* tomat mengalami degradasi mutu yang lebih cepat.

3.2.5 Kadar Air

Kadar air merupakan banyaknya air yang terkandung di dalam bahan/produk yang dinyatakan dalam persen. Kadar air yang terkandung dalam *puree* tomat dapat mempengaruhi kualitasnya. Dalam mengetahui model kinetika pada parameter kadar air menggunakan orde 1.





Gambar 6. Hubungan antara ln k dan 1/T pada parameter TPT di berbagai jenis kemasan

Tabel 8. Nilai R², k₀, Ea, dan persamaan Arrhenius untuk parameter kadar air

Parameter	Keterangan	Jar	PP Vakum	SAF
Kadar air	R ²	0,9448	0,1707	0,8454
	Ea (Kkal/mol)	2597,887	1012,066	12172,39
	k ₀	4,134638913	856,367837	608650,8102
	Persamaan	k=4,134638913x e ^{-1308,1(1/T)}	k=856,367837x e ^{-509,6(1/T)}	k=608650,8102x e ^{-6129,1(1/T)}

Berdasarkan hasil penelitian, perlakuan *puree* tomat dengan kemasan PP mempunyai nilai energi aktivasi terendah dan *puree* tomat dengan kemasan aluminium foil pouch memiliki nilai Ea paling besar yang menunjukkan bahwa *puree* tomat mengalami perubahan kadar air yang lebih lambat. Penyimpanan pada suhu tinggi menyebabkan kurang terkontrolnya ruang inkubator dan mengalami penurunan kadar air pada bahan untuk mencapai kesetimbangan. Selain itu permeabilitas kemasan kemasan juga akan mempengaruhi laju perpindahan uap air. Kecepatan perpindahan uap air suatu kemasan semakin kecil menunjukkan jumlah uap air yang mampu melewati bahan akan sedikit. Perubahan kadar air pada *silver aluminium*

foil pouch paling kecil dibanding kemasan lain karena pada kemasan ini nilai perpindahan uap air paling kecil daripada kemasan lainnya.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian *puree* tomat dengan variasi kemasan dapat diambil kesimpulan yaitu, penurunan mutu *puree* tomat di setiap kemasan seiring dengan meningkatnya suhu dan lama penyimpanan yang ditandai dengan menurunnya nilai pH dan a* di setiap suhu penyimpanan, menurunnya nilai TPT pada suhu penyimpanan 35°C sebesar 21,54%; 24,62%; 15,38% secara berurutan, menurunnya nilai L* dan kadar air pada suhu penyimpanan 45°C dan 55°C, meningkatnya nilai L* sebesar 2,16%; 3,17%; 1,88% dan kadar air sebesar 2,50%; 4,72%; 0,93% pada suhu 35°C secara berurutan serta meningkatnya nilai TPT pada suhu penyimpanan 45°C dan 55°C. Model kinetika degradasi mutu *puree* tomat dengan variasi kemasan parameter pH dan TPT menggunakan orde nol sedangkan parameter warna (L* dan a*) dan kadar air menggunakan orde satu. Perlakuan kemasan *silver aluminium foil pouch* pada *puree* tomat memiliki energi aktivasi terbesar di parameter pH, L*, a*, TPT, kadar air sehingga reaksi degradasi lebih stabil.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada orang tua yang memberikan dukungan finansial selama penelitian dan Ketua Jurusan Teknologi Pertanian yang selalu mendorong staf dosen untuk aktif mempublikasikan hasil penelitian pada jurnal ilmiah baik nasional ataupun internasional.

DAFTAR PUSTAKA

- Anugrahwati, Y., Wirakartakusumah, A., Kusnandar, F., dan Setyadjit. (2005). Perubahan Karakteristik Mutu dan Analisis Kinetika Puree Mangga Selama Penyimpanan. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Inovatif Pascapanen Untuk Pengembangan Industri Berbasis Pertanian*, 130–140.
- Astawan, M., Nurwitri, C. C., dan Rochim, D. A. (2015). Kombinasi Kemasan Vakum dan Penyimpanan Dingin untuk Memperpanjang Umur Simpan Tempe Bacem. *Pangan*, 24(2), 125–134.
- Codex Alimentarius Commission. (2022). *Standard For Processed Tomato Concentrates-Amandement 2022*. FAO/WHO
- Dewayani, W., dan Syamsuri, R. (2019). Kajian Bahan Pengisi dan Lama Simpan terhadap Kualitas Saus Tomat. *Buletin: Inovasi Teknologi Pangan*, 15, 1–23.
- Fitria, E. A., Warsiki, E., dan Yuliasih, I. (2017). Model Kinetika Perubahan Warna Label Indikator Dari Klorofil Daun Singkong (*Manihot esculenta* Crantz). *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 27(1), 17–23.
- Goncalves, E. M., Abreu, M., Brandão, T. R. S., dan Silva, C. L. M. (2011). *Degradation Kinetics of Colour, Vitamin C and Drip Loss in Frozen Broccoli (Brassica oleracea L. ssp. Italica) During Storage at Isothermal and Non-Isothermal Conditions*. *International Journal of Refrigeration*, 34(8), 2136–2144.
- Ijayanti, N., Listanti, R., dan Ediati, R. (2020). Pendugaan Umur Simpan Serbuk Wedang Uwuh Menggunakan Metode ASLT (*Accelerated Shelf Life Testing*) dengan Pendekatan Arrhenius. *Journal of Agricultural and Biosystem Engineering Research*, 1(1), 46–60.
- Pongajow, N. J., Djarkasi, G. S. S., dan Mandey, L. C. (2015). Pendugaan Umur Simpan Halua Kenari Menggunakan Metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) Model Arrhenius Pada UKM Kepulauan Sitaro. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan*, 3(2), 36–47.
- Ponglabba, D. V., Sarungallo, Z. L., dan Santoso, B. (2022). Komposisi Kimia dan Stabilitas *Puree* Buah Merah. *Jurnal Agroteknologi*, 16(01), 16–28.
- Puri, R. Y. A., Wijana, S., dan Pranowo, D. (2018). Analisis Kualitas Sirup Jeruk Baby Java Pada Stasiun Proses Dan Pendugaan Umur Simpan Skala Pilot Plant. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 19(2), 125–138.
- Rahmi, A. D., Dien, H. A., dan Kaparang, J. T. (2018). Mutu Mikrobiologi dan Kimia dari Produk Pasta (*intermediet product*) Penyedap Rasa Alami yang Disimpan Pada Suhu Ruang dan Suhu Dingin. *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 6(2), 42.
- Renate, D., Pratama, F., Yuliati, K., dan Priyanto, G. (2014). Model Kinetika Degradasi Capsaicin Cabai Merah Giling Pada Berbagai Kondisi Suhu Penyimpanan. *Jurnal Agritech*, 34(03), 330–336.
- Setiarto, R. H. B., Widhyastuti, N., Agustin, N., Rahmawati, dan Wawo, A. H. (2018). Pendugaan Umur Simpan Saus Buah Merah Pedas (*Pandanus conoideus* Lamk) dengan Metode *Accelerated Shelf Life Test*. *Jurnal Keteknik Pertanian*, 6(3), 279–286.
- Wiyono, A. E., Rani, I. C., Choiron, M., Setiawan, A., dan Massahid, A. D. (2023). Kinetika Perubahan Mutu Sediaan Sabun Padat Transparan Dari Ekstrak Daun Pepaya (*Carica Papaya* L.). *Jurnal Teknik Industri*, 13(1), 35–44.
- Wulandari, A., Waluyo, S., dan Novita, D. D. (2013). Prediksi Umur Simpan Kerupuk Kemplang dalam Kemasan Plastik Polipropilen Beberapa Ketebalan. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 2(2), 105–114.