

PENDUGAAN UMUR SIMPAN BIJI KOPI ROBUSTA DENGAN PENDEKATAN KADAR AIR KRITIS

[*Estimation of Shelf Life of Robusta Coffee Bean Using Critical Moisture Content Approach*]

**Made Gendis Putri Pertiwi^{1)*}, Rini Nofrida¹⁾, Ines Marisya Dwi Anggraini¹⁾,
Dilla Afriansyah¹⁾, Olivia Rahayu¹⁾, Zainuri¹⁾, Novia Rahayu¹⁾, Qabul Dinanta Utama¹⁾**

¹⁾Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri,
Universitas Mataram

*email: md_gendisputri@unram.ac.id

ABSTRACT

Post-harvest handling techniques on coffee beans determine the quality of coffee beans in terms of physical, sensory, and microbiological quality. Drying and storage are two critical points that play an important role in determining the water content in green beans. This study aimed to predict the shelf life of green bean stored using critical moisture content approach. The green beans stored at various humidity (RH 32%, 56%, 68%, 75%, 84%). Furthermore, sample was determined the critical moisture content, equilibrium moisture content, and estimation of shelf life. The Accelerated Shelf Life Test (ASLT) method with the critical moisture content approach was used to predict the shelf life of robusta green coffee beans. The results showed that the critical moisture content value of coffee beans was 0.147 g H₂O/g solid and the equilibrium moisture content was reached on day 10. The Guggenheim-Anderson-de Boer (GAB) mathematical model is closest to the experimental conditions so it was chosen to be used in determining the Aw value when the critical moisture content is reached. Based on the calculation results, the shelf life of coffee with metallized plastic packaging is 11.3 months at 68% RH.

Keywords: ASLT, coffee, critical moisture content, GAB, shelf life.

ABSTRAK

Teknik penanganan pascapanen pada biji kopi sangat menentukan kualitas biji kopi baik mutu fisik, sensoris, maupun mikrobiologi. Tahapan pengeringan dan penyimpanan merupakan 2 titik kritis tahapan yang berperan penting dalam menentukan kandungan air dalam biji kopi. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi umur simpan biji kopi robusta dengan pendekatan kadar air kritis. Biji kopi disimpan pada tingkat kelembaban yang berbeda (RH 32%, 56%, 68%, 75%, 84%). Selanjutnya dilakukan penentuan kadar air kritis, penentuan kadar air kesetimbangan, dan pendugaan umur simpan terhadap sampel. Metode *Accelerated Shelf Life Test* (ASLT) dengan pendekatan kadar air kritis digunakan untuk memprediksi umur simpan biji kopi robusta. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kadar air kritis biji kopi sebesar 0,147 g H₂O/g padatan dan kadar air setimbang dicapai pada hari ke-10. Model matematika Guggenheim-Anderson-de Boer (GAB) yang paling mendekati kondisi percobaan terpilih untuk digunakan dalam menentukan nilai Aw pada saat kadar air kritis tercapai. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh umur simpan kopi dengan kemasan *metallized plastic* yaitu 11,3 bulan pada RH 68%.

Kata kunci: ASLT, GAB, kadar air kritis, kopi, umur simpan.

PENDAHULUAN

Kopi robusta merupakan komoditas perkebunan yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Berdasarkan data Diskominformatik NTB tahun 2021, produksi kopi robusta di Lombok mencapai 6.327 ton. Perawatan yang mudah, ketahanan terhadap serangan hama, dan permintaan pasar yang cukup tinggi baik di pasar lokal dan nasional menjadi alasan masyarakat lebih banyak membudidayakan kopi robusta daripada jenis kopi yang lain. Selain jenis kopi, kualitas biji kopi juga sangat mempengaruhi harga kopi.

Proses penanganan dan pengolahan pascapanen sangat menentukan kualitas kopi yang dihasilkan. Tahapan pengeringan dan penyimpanan merupakan 2 titik kritis tahapan yang memegang peranan penting dalam menjaga mutu kopi baik dari segi fisik, sensoris, maupun mikrobiologi (Coradi dkk., 2007). Kondisi lingkungan seperti suhu dan curah hujan sangat mempengaruhi proses pengeringan maupun penyimpanan biji kopi. Umumnya petani melakukan pengeringan biji kopi secara tradisional dengan bergantung pada cuaca atau panas matahari. Hal ini menyebabkan pengeringan kurang sempurna terutama saat musim hujan sehingga biji kopi disimpan dalam kondisi sedikit basah. Kadar air yang tinggi dapat meningkatkan laju reaksi hidrolisis sehingga penurunan mutu kopi selama penyimpanan lebih cepat (Ross dkk., 2006; Ribeiro dkk., 2011; Borem dkk., 2019; Donovan dkk., 2019; Mardjan dan Hakim, 2019; Zarebska dkk., 2022, Moon dkk., 2022, Błaszkiwicz dkk., 2023).

Fluktuasi suhu dan kelembaban udara selama penyimpanan sangat berpengaruh terhadap perubahan kualitas biji kopi khususnya kadar air. Biji kopi (*green bean*) yang mempunyai kadar air lebih dari 12,5% akan mudah terkontaminasi oleh jamur bahkan dapat memicu produksi mikotoksin seperti *Aspergillus* dan *Penicillium* yang dapat mempengaruhi rasa akhir dan kualitas sensorik produk kopi (Susila, 2004; Yani, 2008; Sari dkk., 2020). Kontaminasi jamur memungkinkan untuk menghasilkan racun yang berbahaya bagi tubuh dan merusak kualitas kopi (Al-Ghouti et. Al, 2020; Maman dkk., 2021). Oleh sebab itu, penting untuk mengontrol suhu dan kelembaban udara selama proses penyimpanan agar mutu dan keamanan biji kopi tetap terjaga.

Selama proses penyimpanan akan terjadi penurunan kualitas bahan pangan sehingga umur simpan biji kopi perlu untuk diketahui. Penentuan umur simpan diperlukan untuk menentukan nilai batas mutu kopi yang aman dan masih dapat diterima konsumen. Faktor penyebab terjadinya perubahan kualitas kopi dapat dijadikan dasar dalam menentukan parameter mutu kritis dan titik kritis umur simpan kopi. Metode *Accelerated Shelf Life Test* (ASLT) dengan pendekatan Arrhenius sering digunakan untuk memprediksi umur simpan kopi dan produk turunannya dibandingkan dengan metode pendekatan kadar air kritis. Pendekatan Arrhenius umumnya diaplikasikan pada biji kopi dan produk kopi yang mengalami penurunan kualitas akibat reaksi kimia yang berdampak pada perubahan karakteristik sensori dan kimia (Mardjan dan Hakim 2019; Cong dkk., 2020; Tarigan dkk., 2021).

Namun beberapa penelitian menunjukkan bahwa kerusakan biji kopi cenderung disebabkan oleh perubahan kadar air dan aktivitas air selama penyimpanan (Kath dkk., 2021; Sari dkk., 2020). Oleh sebab itu, metode pendekatan air kritis dirasa lebih sesuai digunakan dalam penentuan umur simpan biji kopi. Penelitian terkait penentuan umur simpan biji kopi dengan metode kadar air kritis sangat jarang dilakukan. Kajian yang dilakukan baru sebatas proses isothermis sorpsi air yang terjadi biji kopi (Widyotomo dkk., 2011 dan Goneli dkk., 2013). Oleh karena itu pada penelitian ini pendugaan umur simpan biji kopi robusta dilakukan dengan pendekatan kadar air kritis. Tujuan dari penelitian ini yaitu memprediksi umur simpan biji kopi robusta dengan metode pendekatan kadar air kritis.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini yaitu biji kopi robusta (*green bean*) yang diperoleh dari wilayah Rempek Kecamatan Gangga, Lombok Utara, akuades, kristal garam $MgCl_2$, NaBr, KI, NaCl, dan KCl (pro analis Merck), silica gel, akuades. Alat yang digunakan meliputi peralatan gelas, inkubator Memmert, oven Memmert, desikator, neraca analitik, cawan porselen, *texture analyzer* CT3 Ametek Brookfield dan *hygrometer*.

Metode

Preparasi penyimpanan sampel

Tempat penyimpanan sampel berupa wadah tertutup yang didesain seperti desikator. Pada bagian bawah disediakan wadah kecil untuk menampung air atau larutan garam. Kemudian biji kopi sebanyak 25 gram disimpan pada tempat penyimpanan yang bagian bawahnya berisi air pada suhu ± 30 °C selama 15 hari tanpa kemasan. Sampel ini digunakan untuk penentuan kadar air kritis.

Selanjutnya disiapkan larutan garam jenuh ($MgCl_2$, NaBr, KI, NaCl, dan KCl) dengan cara melarutkan Kristal garam berlebih ke dalam akuades. Larutan jenuh ditunjukkan dengan adanya sisa kristal garam yang tidak larut. Kelima larutan garam tersebut diletakkan di masing-masing tempat penyimpanan. Kemudian biji kopi sebanyak 2 gram disimpan pada setiap tempat penyimpanan yang sudah berisi larutan garam selama 15 hari tanpa kemasan pada suhu ± 30 °C. Sampel ini dipakai untuk penentuan kadar air setimbang.

Penentuan kadar air kritis (Mc)

Penentuan kadar air kritis mengacu pada metode yang dilakukan Kusnandar dkk. (2010) dan Alfiyani dkk. (2019). Penentuan kadar air kritis dilakukan dengan menganalisis kadar air pada hari ke 0, 3, 6, 9, 12, 15 hari. Selain analisis kadar air, sampel biji kopi juga dilakukan analisis angka kapang khamir dengan metode *pour plate* selama penyimpanan (Sari dkk, 2020).

Sebanyak 1 gram sampel diletakkan di media dan diinkubasi pada suhu ± 30 °C selama 2 hari. Media dari sampel yang ditumbuhi jamur diambil dan dilarutkan ke dalam 225 mL larutan BPW 1% lalu dihomogenkan hingga diperoleh suspensi dengan pengenceran 10^{-1} . Kemudian dilakukan pengenceran kembali sampai tingkat pengenceran 10^{-6} . Sebanyak 1 mL suspensi sampel dari tingkat pengenceran masing-masing diinokulasikan ke dalam cawan petri (triplo) yang sudah berisi media agar dan diinkubasi kembali pada suhu ± 30 °C selama 2 hari. Analisis kapang khamir dilakukan dengan inokulasi suspensi pengenceran 10^{-1} dan 10^{-2} menggunakan media Potatoes Dextrose Agar (PDA) yang ditambahkan media Dichloran Glycerol 18% Agar.

Pada penentuan kadar air kritis juga dilakukan pengujian organoleptik terhadap parameter kecerahan, tekstur, warna, dan aroma biji kopi selama penyimpanan. Uji organoleptik dilakukan oleh 25 panelis terlatih. Hasil dari uji rating dan uji hedonik digunakan sebagai acuan ambang batas penerimaan oleh konsumen.

Penentuan kadar air kesetimbangan

Penentuan kadar air kesetimbangan mengacu pada metode yang dilakukan Kusnandar dkk. (2010). Penentuan kadar air kesetimbangan dilakukan dengan pembuatan kurva isotherm sorpsi air menggunakan 5 larutan garam jenuh. Larutan garam jenuh berperan mengatur kelembaban relatif (RH) selama penyimpanan. Nilai RH dan aktivitas air untuk setiap garam dapat dilihat pada Tabel 1.

Sampel ditimbang setiap hari sampai diperoleh berat yang konstan yang ditandai dengan selisih tiga kali penimbangan < 2 mg/g. Sampel yang beratnya telah konstan, selanjutnya diukur kadar airnya dengan metode gravimetri. Kadar air ini merupakan kadar air kesetimbangan (Me) hasil percobaan pada RH tertentu dan dinyatakan dalam g H_2O/g padatan (Kusnandar dkk., 2010).

Tabel 1. Kelembaban relatif dan aktivitas air larutan garam pada suhu 30 °C.

Larutan Garam	Kelembaban relatif / RH (%)	Aktivitas air (Aw)
$MgCl_2$	32,44	0,324
NaBr	56,00	0,560
KI	67,89	0,679
NaCl	74,90	0,749
KCl	83,62	0,836

Kurva isotherm sorpsi air dibuat dengan memplotkan data hubungan kadar air dengan Aw dengan menggunakan model persamaan Guggenheim-Anderson-de Boer (GAB), Hasley Henderson, Oswin, dan Chen Clayton (Bell dan Labuza, 2000). Pengujian ketepatan model dilakukan dengan menghitung dan membandingkan nilai *Mean Relative Determination* (MRD) antar persamaan. Perhitungan MRD ditunjukkan dengan rumus berikut.

$$MRD = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{\text{kadar air percobaan} - \text{kadar air perhitungan}}{\text{kadar air percobaan}} \right|$$

Model isotherm sorpsi air yang mempunyai nilai MRD < 5 menunjukkan model isotherm sorpsi air tersebut sangat tepat dalam menggambarkan kondisi sebenarnya, sedangkan nilai 5 < MRD < 10 menunjukkan model isotherm tersebut agak tepat menggambarkan kondisi sebenarnya, dan nilai MRD > 10 menunjukkan model isotherm tersebut tidak tepat menggambarkan kondisi sebenarnya (Kusnandar dkk., 2010). Model yang terpilih digunakan untuk menentukan nilai slope kurva isotherm sorpsi air yang digunakan untuk penentuan umur simpan biji kopi.

Pendugaan umur simpan

Pendugaan umur simpan biji kopi dihitung berdasarkan persamaan Labuza (Labuza 1982) dengan asumsi kondisi penyimpanan pada suhu 30°C RH 75% dan 80% berikut.

$$\text{Umur simpan} = \frac{\ln \left(\frac{Me - Mo}{Me - Mc} \right)}{\frac{k}{x} \times \frac{A}{Ws} \times \frac{Po}{b}}$$

dimana,

- Me = kadar air kesetimbangan produk (g H₂O/g padatan)
- Mo = kadar air awal produk (g H₂O/g padatan)
- b = kemiringan (slope) kurva isotherm sorpsi air
- Mc = kadar air kritis (g H₂O/g padatan)
- k/x = konstanta permeabilitas uap air kemasan (g/m² .hari.mmHg)
- A = luas permukaan kemasan (m²)
- Ws = berat kering produk dalam kemasan (g padatan)
- Po = tekanan uap jenuh (mmHg)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air Awal dan Kadar Air Kritis Kopi

Kandungan air dalam bahan pangan sangat mempengaruhi mutu dan umur simpannya. Semakin besar kandungan air yang dalam bahan pangan menyebabkan umur simpannya semakin pendek. Seiring berjalannya waktu kandungan air dalam bahan pangan akan meningkat tergantung cara dan kondisi penyimpanan. Perubahan kandungan air biji kopi robusta selama periode penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 2.

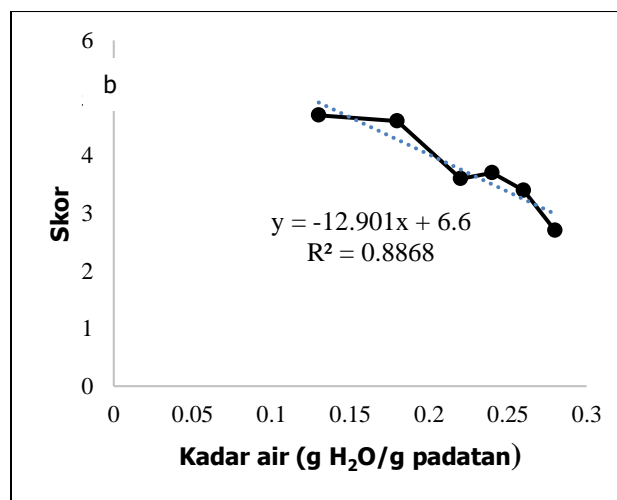
Tabel 2. Perubahan kadar air, skor kenampakan dan nilai kapang biji kopi selama penyimpanan

Hari ke-	Kadar Air (g H ₂ O/g padatan)	Nilai Kapang (log cfu/g)	Skor Kenampakan
0	0,13 ± 0,000 ^a	5,07 ± 0,021 ^a	4,5
3	0,18 ± 0,005 ^b	5,23 ± 0,155 ^a	4,4
6	0,22 ± 0,008 ^c	5,29 ± 0,219 ^a	4,0
9	0,24 ± 0,005 ^d	5,53 ± 0,219 ^a	3,8
12	0,26 ± 0,005 ^e	5,46 ± 0,282 ^a	3,2
15	0,28 ± 0,005 ^f	5,44 ± 0,176 ^a	2,9

Huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan pada uji DMRT taraf 5% (P<0,05).

Pada kondisi awal kadar air biji kopi robusta sekitar 11,48% (0,13 g H₂O/g padatan). Hasil yang diperoleh pada penelitian ini lebih besar dibandingkan dengan hasil penelitian Zainuri dkk. (2023) yaitu 9.07%-9.20%. Hal ini disebabkan karena biji kopi yang digunakan dalam penelitian ini dipanen pada bulan November sedangkan perlakuan dan pengujian dilakukan di bulan Juli. Adanya waktu tunggu menyebabkan kandungan air awal dalam sampel meningkat.

Berdasarkan data tersebut menunjukkan terjadinya peningkatan kadar air yang cukup signifikan selama penyimpanan. Kadar air biji kopi mencapai 21,97% pada hari ke-15. Berdasarkan SNI 01-2907-2002 menyatakan bahwa kadar air biji kopi maksimal 12,5%. Penelitian lain yang dilakukan oleh Widyotomo menunjukkan biji kopi robusta mulai berjamur ketika memiliki kadar air diatas 12,68%. Hal ini menandakan bahwa selama penyimpanan terjadi penurunan kualitas biji kopi. Penurunan kualitas biji kopi terlihat dari meningkatnya kadar air dan jumlah kapang yang tumbuh. Keberadaan jamur pada biji kopi berhubungan dengan faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan cendawan, yaitu kadar air, kelembaban, suhu, aktivitas air (Aw), lama penyimpanan dan substrat. Menurut Yani (2008), penyimpanan yang baik yaitu pada kadar air 13%. Kadar air diatas 13% berpotensi mendorong pertumbuhan kapang bahkan produksi mikotoksin (Susila, 2004). Umumnya kadar air antara 8,0% sampai 12,5% dianggap cocok untuk penyimpanan biji kopi untuk menghindari pertumbuhan mikroba dan perubahan kualitas sensorik (Caporaso dkk., 2018). Hasil pengamatan diplotkan ke dalam grafik seperti pada Gambar 1.

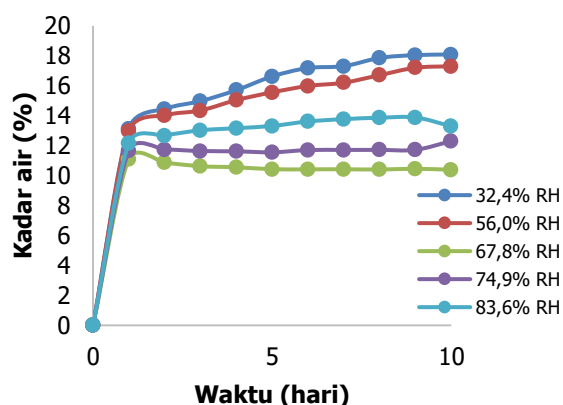


Gambar 1. Grafik hubungan kadar air dan skor kenampakan biji kopi

Gambar 1 menghasilkan persamaan garis $y = -11,901x + 6,6$ dengan nilai regresi linearnya sebesar 0.8868. Melalui persamaan garis tersebut diperoleh nilai kadar air kritis biji kopi sebesar 0,147 g H₂O/g padatan. Hal ini berarti ketika biji kopi mengandung air sebesar 13,00% maka jamur mulai bertumbuh. Hasil yang diperoleh sesuai dengan pernyataan dari Susila (2004). Umumnya setiap jamur mempunyai kadar air minimal untuk pertumbuhannya. Hasil penelitian ini sesuai dengan laporan penelitian Susila (2004) dan Sari dkk., (2020) yang melakukan isolasi jamur pada biji kopi. Jamur *Aspergillus* dan *Penicillium* umumnya dapat tumbuh pada kadar air sekitar 13-14% dan mampu memproduksi mikotoksin pada kadar air 13-16%. Aktivitas air (Aw) minimum untuk perkecambahan spora dan pertumbuhan *Aspergillus ochraceus* adalah 0,77 - 0,83, *Aspergillus flavus* 0,78 - 0,80, *Aspergillus clavatus* 0.85 dan *Penicillium citrinum* 0,83-0,85 (Taoukis dan Richardson, 2020).

Kurva Isoterm Sorpsi Air

Penentuan kadar air kesetimbangan dilakukan dengan perubahan kadar air biji kopi selama penyimpanan pada beberapa RH (Gambar 2).



Gambar 2. Perubahan kadar air selama penyimpanan pada berbagai kelembaban

Selama penyimpanan terjadi fenomena peningkatan bobot sampel. Kenaikan bobot sampel ini disebabkan karena uap air yang ada di udara dapat bermigrasi ke dalam biji kopi. Perpindahan uap air ini terjadi akibat dari perbedaan RH lingkungan dengan biji kopi. Uap air cenderung berpindah dari RH tinggi ke RH rendah. Perpindahan air ini akan berhenti jika kondisi setimbang tercapai dimana kandungan air di dalam biji kopi sama dengan kandungan air di udara sama. Kondisi setimbang mulai ditunjukkan pada hari ke-8 dimana tidak ada perubahan kadar air yang signifikan pada setiap RH penyimpanan. Biji kopi yang berkulit tanduk lebih mampu mempertahankan mutunya selama penyimpanan. Kulit tanduk berfungsi menghambat keluar masuknya air ke dalam biji (Yusianto dkk., 2007).

Data hasil pengamatan digunakan dalam pembuatan kurva isotherm sorpsi air (ISA) untuk memperoleh informasi kadar air setimbang pada RH penyimpanan. Kurva isotherm sorpsi air dibuat dengan memplotkan data hubungan kadar air dengan A_w dengan menggunakan model persamaan Guggenheim-Anderson-de Boer (GAB), Hasley, Henderson, Oswin, dan Chen Clayton sehingga diperoleh persamaan garis untuk setiap model matematikanya (Tabel 3).

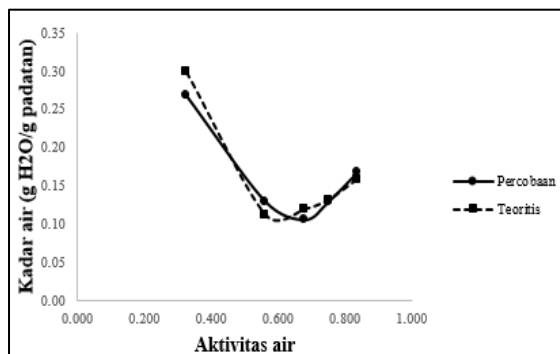
Tabel 3. Persamaan kurva isotherm sorpsi air biji kopi dan nilai MRD

Model matematika	Persamaan	MRD (%)
GAB	$\frac{a_w}{M} = -30,47 x^2 + 43,50 x - 9,81$	9,06
Hasley	$\ln M = 0,2635 \ln(-\ln a_w) - 1,6572$	25,57
Henderson	$\ln M = -0,3895 \ln(-\ln(1-a_w)) - 1,8928$	149,64
Oswin	$\ln M = -0,2263 \ln \left(\frac{a_w}{1-a_w} \right) - 1,751$	24,30
Chen-Clayton	$\ln \left(\ln \left(\frac{1}{a_w} \right) \right) = 6,4152 M - 1,8952$	57,40

Nilai *Mean Relative Determination* (MRD) menunjukkan ketepatan model matematika dalam menggambarkan kondisi percobaan. Semakin kecil nilai MRD maka semakin tepat model matematika tersebut dalam menggambarkan kondisi percobaan. Sebaliknya semakin besar nilai MRD maka semakin kurang tepat model matematika tersebut untuk menggambarkan kondisi percobaan. Berdasarkan tabel di atas maka dapat disimpulkan bahwa model matematika GAB (9,06%) yang paling mendekati kondisi percobaan sehingga dipilih untuk digunakan dalam menentukan nilai A_w pada saat kadar air kritis tercapai. Menurut Somantri (2003), model matematika GAB merupakan model terbaik dalam menggambarkan sorpsi isotherm berbagai jenis bahan pangan pada rentang A_w yang cukup lebar. Hasil yang diperoleh sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Widyotomo dkk. (2011) yang mengkaji karakterisasi isotherm sorpsi air biji kopi dengan model BET dan GAB.

Kadar Air Kesetimbangan

Persamaan matematika GAB terpilih untuk menentukan nilai Aw pada saat kadar air kritis tercapai. Nilai kadar air setimbang yang diperoleh dari percobaan dan secara teoritis dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Kurva isotherm air kopi model GAB

Melalui model matematis GAB maka dapat diketahui nilai kadar air kritis pada RH penyimpanan 68 - 84%. Semakin tinggi nilai kadar air kesetimbangannya maka proses difusi uap air mencapai kesetimbangan semakin lama. Apabila nilai aktivitas air (A_w) produk dengan RH lingkungan semakin dekat maka waktu yang diperlukan untuk tercapai kesetimbangan semakin cepat. Menurut Syarief dan Halid (1993) kondisi penyimpanan bahan pangan yang baik yaitu pada titik kritis ambang batas toleransi minimum pertumbuhan kapang dan khamir (a_w 0,625). Widyotomo dkk. (2011) melaporkan bahwa permukaan biji kopi mulai berjamur pada kadar air minimal 12,6 – 13,3 %, dan nilai a_w 0,75.

Nilai slope kurva Isotherm Sorpsi Air (ISA) ditentukan pada daerah linear dari kurva ISA (Arpah, 2001). Berdasarkan kurva ISA maka nilai slope kopi sebesar 0,393. Nilai slope ini yang akan menjadi dasar untuk melakukan perhitungan pendugaan umur simpan kopi.

Penentuan Umur Simpan

Selain kondisi penyimpanan, bahan pengemas juga mempengaruhi daya simpan dari produk kopi. Setiap kemasan mempunyai nilai permeabilitas uap air yang berbeda-beda. Permeabilitas uap air menunjukkan laju migrasi uap air melewati suatu bahan dengan luas dan ketebalan tertentu. Perpindahan uap air terjadi akibat perbedaan tekanan uap air antara permukaan produk pada suhu dan RH tertentu. Semakin besar nilai permeabilitas kemasan maka cenderung mudah dilewati uap air. Pada penelitian ini pendekatan kemasan yang dipilih yaitu *metallized plastic* karena kemasan tersebut yang umumnya digunakan dalam mengemas kopi. Permeabilitas uap air dari *metallized plastic* yaitu 0,0180 g H₂O/m².hari.mmHg² (Kusnandar, 2010). Dalam memprediksi umur simpan kopi dibutuhkan informasi dari beberapa parameter seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Parameter untuk perhitungan umur simpan biji kopi

Parameter	Nilai
Kadar air awal (g H ₂ O/g padatan)	0,13
Kadar air kritis (g H ₂ O/g padatan)	0,15
Slope kurva ISA	0,393
Berat padatan (g)	100
Luas kemasan (m ²)	0,058
Permeabilitas uap air kemasan (g H ₂ O/m ² .hari.mmHg ²)	0,0180
Tekanan uap air murni pada 30°C (mmHg)	31,820

Pendugaan umur simpan kopi dilakukan dengan memasukkan informasi parameter pada tabel 4.3 ke dalam persamaan Labuza. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh umur simpan kopi dengan kemasan *metallized plastic* sebesar 11,3 bulan pada RH 68%. Penelitian yang mengkaji penentuan umur simpan biji kopi dengan metode kadar air kritis sangat jarang. Kajian yang dilakukan baru sebatas proses isoterms sorpsi air yang terjadi (Widyotomo dkk., 2011; Goneli dkk., 2013). Prediksi umur simpan yang diperoleh dari penelitian ini lebih panjang dibandingkan dengan hasil yang dilaporkan oleh Mardjan dan Halim (2019), namun penentuan umur simpan yang dilakukan menggunakan pendekatan Arrhenius yaitu sekitar 15 hari pada suhu 30°C berdasarkan parameter sensori.

KESIMPULAN

Penentuan umur simpan kopi dapat diprediksi dengan menggunakan metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) pendekatan air kritis. Perubahan kualitas kopi mulai terjadi pada kadar air produk mencapai 0,147 g H₂O/g padatan yang ditunjukkan dengan mulai tumbuhnya jamur. Berdasarkan hasil penelitian, pendugaan umur simpan kopi yang dikemas dengan *metallized plastic* pada RH 68% sekitar 11,3 bulan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PNBP Universitas Mataram yang telah memberikan dukungan finansial terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Ghouti, M.A., AlHusaini, A., Abu-Dieyeh, M.H., Elkhabeer, M.A., Alam, M.M. 2020. Determination of aflatoxins in coffee by means of ultra-high performance liquid chromatography-fluorescence detector and fungi isolation, *Int. J. Food Microbiol.* 85: 293–300.
- Aliyani, N., Wulandari, N., dan Adawiyah, D. R. 2019. Validasi Metode Pendugaan Umur Simpan Produk Pangan Renyah dengan Metode Kadar Air Kritis. *Jurnal Mutu Pangan.* 6(1): 1-8.
- Aprilia, F.A., Ayuliansari, Y., Putri, T., Azis, Y.M., Camelina, D.W., dan Putra, R.M., 2018. Analisis Kandungan Kafein dalam Kopi Tradisional Gayo dan kopi Lombok Menggunakan HPLC dan spektrofotometri UV-Vis. *Biotika* 16 (2) : 38–39.
- Arpah. 2001. *Penentuan Kedaluwarsa Produk Pangan*. Program Studi Ilmu Pangan IPB. Bogor.
- Aryadi, M.I., Arfi, F., Harahap, M.R., 2020. Literature Review: Perbandingan Kadar Kafein Dalam Kopi Robusta (*Coffea Canephora*), Kopi Arabika (*Coffea Arabica*) Dan Kopi Liberika (*Coffea Liberica*) Dengan Metode Spektrofotometri Uv-Vis. *Amina* 2(2) : 64–70.
- Bell, L.N., dan Labuza, T.P. 2000. *Moisture Sorption Practical Aspects of Isotherm Measurement and Use*. 2nd ed. The American Association of cereal Chemist, Inc.
- Błaszkiwicz, J., Bogdan, E. W., Barabosz, K., Kulesza, R., D. E., Woszczyński, P., Biłos, L., Matuszek, D. B., dan Szkutnik, K. 2023. Effect of green and roasted coffee storage conditions on selected characteristic quality parameters. *Scientific Reports* 13: 6447.
- Borem, F. M., Ribeiro, F. C., Figueiredo, L. P., Giomo, G. S., Siqueira, V. C., dan Dias, C. A. 2019. Sensory analysis and fatty acid profile of specialty coffees stored in different packages. *Journal of Food Science and Technology* 56(9): 4101-4109.
- Caporaso, N., Whitworth, M.B., Grebby, S., dan Fisk, I.D. 2018. Rapid Prediction of Single Green Coffee Bean Moisture and Lipid Content by Hyperspectral Imaging. *Journal of Food Engineering* 227: 18-29.

- Cong, S., Dong, W. Zhao, Hu, R., dan Chi, X. 2020. Characterization of Lipid Oxidation Process of Robusta Green Coffee Beans and Shelf Life Prediction during Accelerated Storage. *Molecules* 25(1157): 1-16.
- Coradi, P.C., Borem, F.M., Saath, R., dan Marques, E.R. 2007. Effect of Drying and Storage Condition on The Quality of Natural and Washed Coffe. *Coffe Science* 2(1):38-47.
- Daisa, J., Rossi, E., dan Dini, I. R. 2017. Pemanfaatan Ekstrak Kasar Enzim Papain pada Proses Dekafeinasi Kopi Robusta. *Jom Faperta* 1-14.
- Donovan, N.K., Foster, K. A., dan Salinas, C. A. P., 2019. Analysis of Green Coffee Quality using Hermetic Bag Storage. *Journal of Stored Product Research* 80: 1-9.
- Genoli, A.L.D., Correa, P.C., Oliveira, G.H.H, dan Junior, P.C.A. 2013. WATER Sorption Properties of Coffe Fruits, Pulped and Green Coffee. *LWT Food Science and Technology* 50: 386-391.
- Kath, J., Byrareddy, V.M., Mushtaq, S., Craparo, A., dan Porcel, M. 2021. Temperature and Rainfall Impact on Robusta Coffee Bean Characteristics. *Climate Risk Management* 32: 100281.
- Kusnandar, F., Adawiyah, D.R., dan Fitria, M. 2010. Pendugaan Umur Simpan Produk Biskuit dengan Metode Akselerasi Berdasarkan Pendekatan Kadar Air Kritis. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. XXI(2): 117-122.
- Labuza, T. P. 1982. *Shelf Life Dating of Foods*. Food and Nutrition Press. Westport (US): Connecticut Press Inc.
- Maman, M.; Sangchote, S.; Piasai, O.; Leesutthiphonchai, W.; Sukorini, H.; Khewkhom, N. 2021. Storage fungi and ochratoxin A associated with arabica coffee bean in postharvest processes in Northern Thailand. *Food Control* 130 (108351): 1-10.
- Mardjan, S. dan Hakim, F.R., 2019. Prediction Shelf Life of Arabica Java Preanger Coffee Beans under Hermetic Packaging Using Arrhenius Method. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 557 (012077): 1-7.
- Moon, S. A., Wongsakul, S., Kitazawa, H. dan Saengrayap, R., 2022. Lipid Oxidation Changes of Arabica Green Coffee Beans during Accelerated Storage with Different Packaging Types. *Food* 11 (3040): 1-21.
- Oktadina, F.D, A. B. Dwi dan M. B. Hermanto 2013. Pemanfaatan Nanas (Ananas Comosus L. Merr) Untuk Penurunan Kadar Kafein dan Perbaikan Citarasa Kopi (Coffe Sp) Dalam Pembuatan Kopi Bubuk. *Jurnal Keteknikian Pertanian Tropis dan Biosistem* 1 (3) : 265 – 273.
- Ratnayani, K., A. A. Ayu S. J., A. A. I. A. Mayun L. dan I G. A. K. Sri P. D. 2015. Uji Aktivitas Protease Getah Labu Siam dan Talas Serta Perbandingannya Terhadap Getah Pepaya. *Jurnal Kimia* 9 (2) : 147-152.
- Ribeiro, F. C., Borém, F. M., Giomo, G. S., Lima, R. R. D., Malta, M.R., dan Figueiredo, L. P. 2011. Storage of Green Bean Coffee in Hermatic Packaging injected with CO₂. *Journal of Stored Product Research* 47: 341-348.
- Ross, C., Pecka, K., dan Weller, K. 2006. Effect of Storage Conditions on The Sensory Quality of Ground Arabica Coffee. *Journal of Food Quality* 29: 596-606.
- Sari, M. R. P., Harsi D. K., dan Ratih, H. 2020. Prevalensi kapang okratoksigenik dan kandungan okratoksin A pada kopi Selang Semende. *Agricultural Technological* 40(2): 110-117.
- Somantri, A.S., 2003. Model matematika kadar air keseimbangan dua parameter untuk lada. *Buletin TRO XIV* (1), 8-17.

- Susila, W. 2004. *Standar OTA Eropa untuk Kopi: Musuh yang Konstruktif*. Lembaga Riset Perkebunan. Bogor: Lembaga Riset Perkebunan.
- Syarief, R. dan Halid, H., 1993. *Teknologi Penyimpanan Pangan Lanjut*. Cetakan I. Penerbit Arcan. Jakarta.
- Taoukis, P.S., dan Richardson, M. 2020. *Principles of Intermediate-Moisture Foods and Related Technology*. John Wiley & Sons, Inc., Ney York.
- Tarigan, E., Wardiana, E., dan Supriadi, H. 2021. Pengujian Umur Simpan Kopi Arabika Bubuk pada Jenis Kemasan dan Suhu Simpan yang Berbeda. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar* 8 (1): 37.
- Utama, Q. D., Zainuri, Paramartha, D. N. A., Widyasari, R., dan Aini, N. 2022. Dekafeinasi Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Lombok Menggunakan Sari Labu Siam (*Sechium edule*). *Pro Food* 8(1): 77-87.
- Widyotomo, S., & Sri, M. (2007). Senyawa penting pada biji kopi. *WARTA Puslitkoka Indonesia*, 23 (1), 44–50.
- Yani, A. 2008. Infeksi Cendawan pada biji kopi selama proses pengolahan primer (studi kasus di Propinsi Bengkulu). *Jurnal Akta Agrosia* 11: 87–95.
- Yusianto, Hulupi, R., Sulistyowati, mawardi, S., dan Ismayadi, C. 2007. Mutu Fisik dan Cita Rasa Beberapa Varietas Kopi Arabika Harapan pada Beberapa Periode Penyimpanan. *Pelita Perkebunan* 23(3): 205-230.
- Zainuri, Paramartha, D.N.A., Fatinah, A., Nofrida, R., Rahayu, N., Anggraini I.M.D., Utama, Q.D. 2023. The Chemical Characteristic of Arabica and Robusta Green Coffee Beans From Geopark Rinjani, Indonesia. *Biotropia* 30(3): 318-328.
- Zarebska, M., Stanek, N., Barabosz, K. Jaszkievicz, A., Kulesza, R., Matejuk, R., Andrzejewski, D., Biłos, L., dan Porada, A., 2022. Comparison of chemical compounds and their influence on the taste of coffee depending on green beans storage conditions. *Scientific Reports* 12: 2674.