

Kadar Air dan Aktivitas Air sebagai Faktor Kunci Mutu dan Stabilitas

Bahan Pangan

Noviyanti Sutisna^{1*}, Siti Nurhalimah², R. Siti Nurlaela³.

^{1*}Teknologi Pangan dan Gizi Universitas Djuanda, noviyantisutisna794@gmail.com

²Teknologi Pangan dan Gizi Universitas Djuanda, Siti.nurhalimah@unida.ac.id

³Teknologi Pangan dan Gizi Universitas Djuanda, r.siti.nurlaela@unida.ac.id

ABSTRAK

Air merupakan komponen utama dalam bahan pangan yang berperan penting dalam menentukan mutu, stabilitas, dan umur simpan produk. Keberadaan air dalam bentuk kadar air dan aktivitas air memengaruhi reaksi kimia, pertumbuhan mikroorganisme, serta perubahan fisik selama proses pengolahan dan penyimpanan pangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji peran kadar air dan aktivitas air terhadap mutu dan stabilitas bahan pangan berdasarkan analisis komprehensif terhadap berbagai hasil penelitian terdahulu. Metode penelitian yang digunakan adalah kajian literatur ilmiah dengan pendekatan kualitatif, menggunakan data sekunder yang diperoleh dari artikel jurnal bereputasi yang membahas pengaruh suhu, metode pengolahan, serta pemodelan matematis terhadap kadar air dan aktivitas air bahan pangan. Hasil kajian menunjukkan bahwa peningkatan suhu dan penerapan metode pengolahan tertentu, seperti pengeringan, penggorengan, dan pengasinan, secara signifikan menurunkan kadar air dan aktivitas air, sehingga berkontribusi terhadap peningkatan stabilitas dan umur simpan produk pangan. Selain itu, penggunaan model matematis, seperti BET dan Arrhenius, terbukti efektif dalam memprediksi hubungan kadar air dengan mutu dan stabilitas produk. Kesimpulan dari kajian ini menegaskan bahwa pengendalian kadar air dan aktivitas air merupakan faktor kunci dalam menjaga mutu dan stabilitas bahan pangan serta menjadi dasar penting dalam perancangan proses pengolahan dan penyimpanan pangan yang optimal.

Kata Kunci: kadar air, aktivitas air, mutu pangan, stabilitas pangan, pengolahan pangan

PENDAHULUAN

Air merupakan komponen dominan dalam sebagian besar bahan pangan dan memiliki peran fundamental dalam menentukan mutu, stabilitas, serta keamanan produk pangan. Keberadaan air dalam bahan pangan tidak hanya berfungsi sebagai pelarut dan medium reaksi, tetapi juga memengaruhi laju reaksi kimia, aktivitas

mikrobiologis, perubahan fisik, serta karakteristik sensori selama proses pengolahan dan penyimpanan. Tingginya kadar air dan aktivitas air (aw) sering dikaitkan dengan meningkatnya risiko kerusakan pangan, sehingga pengendalian air menjadi aspek krusial dalam ilmu dan teknologi pangan. Seiring berkembangnya industri pangan dan meningkatnya tuntutan terhadap produk dengan umur simpan lebih panjang, kajian mengenai air dalam bahan pangan menjadi semakin relevan dan mendesak.

Perkembangan penelitian terkini menunjukkan bahwa pengaruh air dalam bahan pangan telah banyak dikaji melalui berbagai pendekatan, seperti pengeringan, pengolahan termal, dan penyimpanan pada kondisi suhu yang berbeda. Penelitian pengeringan menunjukkan bahwa peningkatan suhu berperan signifikan dalam menurunkan kadar air dan aktivitas air bahan pangan, sebagaimana ditunjukkan pada pengeringan kunyit dan tomat (Leviana & Paramita, 2017; Hariyadi, 2018). Studi lain mengungkapkan bahwa metode pengolahan pangan, seperti penggorengan dan pengasinan, mampu mengubah distribusi dan ikatan air dalam bahan yang berdampak langsung terhadap mutu produk (Nadia et al., 2023). Selain itu, pendekatan pemodelan matematis, seperti model Brunauer–Emmett–Teller (BET) dan Arrhenius, telah digunakan untuk menjelaskan hubungan kadar air dengan stabilitas dan umur simpan produk pangan (Hayati, 2017; Apriladi et al., 2024). Namun demikian, perkembangan tersebut masih menunjukkan kecenderungan kajian yang terfragmentasi, dengan fokus pada satu jenis bahan pangan, satu metode pengolahan, atau satu model analisis tertentu.

Berdasarkan kondisi tersebut, permasalahan utama yang muncul adalah belum adanya kajian yang mengintegrasikan peran kadar air, aktivitas air, metode pengolahan, serta pendekatan pemodelan matematis dalam satu kerangka analisis yang komprehensif. Sebagian penelitian menitikberatkan pada pengukuran kadar air menggunakan metode tertentu, seperti metode gravimetri (Nur'Aini et al., 2025),

tanpa mengaitkannya secara mendalam dengan aktivitas air dan implikasi umur simpan. Akibatnya, pemahaman mengenai perilaku air dalam bahan pangan masih bersifat parsial dan belum sepenuhnya menggambarkan kompleksitas sistem pangan secara utuh.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji secara komprehensif peran air dalam bahan pangan dengan meninjau pengaruh suhu, metode pengolahan, serta penerapan model matematis terhadap kadar air, aktivitas air, dan stabilitas produk pangan. Kajian ini diharapkan mampu menyajikan sintesis ilmiah yang menghubungkan hasil-hasil penelitian terdahulu ke dalam satu kerangka konseptual yang utuh dan terintegrasi dalam konteks kimia pangan.

Nilai penting dan urgensi penelitian ini terletak pada kontribusinya dalam memperkuat pemahaman teoritis mengenai sistem air dalam bahan pangan sekaligus memberikan implikasi praktis bagi pengolahan dan pengendalian mutu produk pangan. Dengan pendekatan integratif, hasil kajian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam perancangan proses pengolahan dan penyimpanan pangan yang lebih efektif, aman, dan berkelanjutan. Selain itu, penelitian ini juga membuka peluang pengembangan kajian lanjutan yang mengombinasikan analisis eksperimental dan pemodelan prediktif untuk meningkatkan ketepatan estimasi umur simpan dan stabilitas mutu pangan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi literatur sistematis untuk mengkaji peran air dalam bahan pangan, khususnya terkait kadar air, aktivitas air (a_w), sifat sorpsi, serta pengaruh suhu dan proses pengolahan terhadap stabilitas dan mutu pangan. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari artikel ilmiah nasional terakreditasi dan jurnal ilmiah yang relevan dengan topik air

dan bahan pangan. Literatur yang dianalisis meliputi penelitian mengenai pengaruh suhu terhadap kadar air dan aktivitas air pada kunyit menggunakan pengering elektrik (Leviana & Paramita, 2017), pengaruh kadar air dan persamaan model BET dalam prediksi masa simpan kakao (Hayati, 2017), karakteristik pengeringan busa sari buah tomat menggunakan tray dryer (Hariyadi, 2018), analisis umur simpan frozen food rabokki menggunakan model Arrhenius (Apriladi et al., 2024), identifikasi kadar air nugget bayam dengan metode gravimetri (Nur'Aini et al., 2025), serta pengaruh berbagai proses pengolahan pangan terhadap kadar air bahan pangan (Nadia et al., 2023). Seluruh sumber dipilih karena memiliki keterkaitan langsung dengan kajian air sebagai komponen penting dalam sistem pangan.

Jenis penelitian yang digunakan merupakan mixed method berbasis literatur, yaitu kombinasi pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Pendekatan kualitatif dilakukan melalui analisis isi (content analysis) dan sintesis tematik terhadap hasil penelitian yang membahas perubahan kadar air dan aktivitas air akibat perlakuan pengolahan dan penyimpanan. Pendekatan kuantitatif dilakukan dengan menginterpretasikan data numerik dan model matematis yang digunakan dalam penelitian terdahulu, seperti model Arrhenius untuk mempelajari pengaruh suhu terhadap laju penurunan mutu pangan (Apriladi et al., 2024), model Brunauer–Emmett–Teller (BET) untuk menjelaskan hubungan kadar air dan aktivitas air dalam menentukan stabilitas serta masa simpan produk pangan (Hayati, 2017), metode gravimetri sebagai teknik standar dalam penentuan kadar air bahan pangan (Nur'Aini et al., 2025), serta model kinetika pengeringan untuk menggambarkan laju kehilangan air selama proses dehidrasi menggunakan tray dryer (Hariyadi, 2018). Model-model tersebut diadopsi dari penelitian sebelumnya dan digunakan sebagai kerangka analisis konseptual tanpa mengubah prinsip dasar perhitungannya.

Proses pemilihan literatur dilakukan berdasarkan beberapa kriteria, yaitu kesesuaian topik dengan kajian air dalam bahan pangan, ketersediaan data kuantitatif mengenai kadar air atau aktivitas air, penggunaan metode analisis yang dapat diverifikasi secara ilmiah, serta periode publikasi yang relatif mutakhir. Setiap artikel yang terpilih dianalisis secara mendalam untuk mengekstraksi informasi terkait kadar air awal dan akhir, nilai aktivitas air, pengaruh suhu dan metode pengolahan, serta parameter model matematis yang digunakan. Data yang diperoleh kemudian diklasifikasikan secara tematik untuk mengidentifikasi pola hubungan antara air, proses pengolahan, dan stabilitas bahan pangan.

Analisis data dilakukan melalui analisis deskriptif untuk menjelaskan fenomena perubahan kadar air dan aktivitas air pada berbagai bahan pangan, serta analisis komparatif untuk membandingkan pengaruh metode pengeringan, pemanasan, penggorengan, dan penyimpanan terhadap karakteristik air dalam produk pangan (Leviana & Paramita, 2017; Nadia et al., 2023; Hariyadi, 2018). Selain itu, interpretasi model matematis dilakukan dengan menelaah kembali penerapan model Arrhenius dan BET dalam penelitian terdahulu guna memahami peran air dalam penentuan umur simpan dan stabilitas mutu pangan (Hayati, 2017; Apriladi et al., 2024). Untuk meningkatkan validitas hasil kajian, dilakukan triangulasi literatur dengan membandingkan konsistensi temuan antarpenelitian. Dengan pendekatan tersebut, metodologi ini disusun secara sistematis, transparan, dan memungkinkan untuk direplikasi dalam kajian sejenis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil kajian literatur menunjukkan bahwa kadar air dan aktivitas air (a_w) merupakan parameter utama yang secara konsisten dipengaruhi oleh suhu, metode pengolahan, dan kondisi penyimpanan bahan pangan. Pada proses pengeringan kunyit menggunakan electrical oven, peningkatan suhu pengeringan terbukti

menurunkan kadar air dan aktivitas air secara signifikan. Kondisi optimum dilaporkan pada suhu 80°C dengan ketebalan irisan 3 mm, yang menghasilkan kadar air rendah dengan mutu fisik bahan yang masih dapat dipertahankan (Leviana & Paramita, 2017). Penurunan kadar air ini berkaitan langsung dengan meningkatnya laju penguapan air bebas akibat kenaikan energi termal, yang sejalan dengan teori perpindahan massa dalam sistem pangan.

Tabel 1. Ringkasan Pengaruh Kadar Air dan Aktivitas Air terhadap Mutu dan Stabilitas Bahan Pangan

No	Bahan Pangan / Produk	Metode Pengolahan / Analisis	Parameter Air yang Dikaji	Hasil Utama	Referensi
1	Kunyit (<i>Curcuma longa</i>)	Pengeringan oven listrik	Kadar air, aktivitas air	Peningkatan suhu pengeringan menurunkan kadar air dan aktivitas air secara signifikan	Leviana & Paramita (2017)
2	Sari buah tomat	Pengeringan busa (<i>tray dryer</i>)	Kadar air	Kenaikan suhu meningkatkan laju pengeringan dan mempercepat penurunan kadar air	Hariyadi (2018)
3	Kacang tanah, telur bebek, teri nasi	Penggorengan dan pengasinan	Kadar air	Pengolahan menyebabkan penurunan kadar air akibat suhu tinggi dan proses osmosis	Nadia et al. (2023)
4	Nugget bayam (<i>Amaranthus spp.</i>)	Analisis gravimetri	Kadar air	Kadar air sebesar 41,39% dan masih memenuhi standar mutu pangan	Nur'Aini et al. (2025)
5	Kakao (<i>Theobroma cacao L.</i>)	Model BET	Kadar air monolayer	Kadar air monolayer menunjukkan kondisi paling stabil selama penyimpanan	Hayati (2017)
6	Frozen food rabokki	Model Arrhenius	Kadar air dan suhu	Kenaikan suhu mempercepat penurunan mutu	Apriladi et al. (2024)

dan menurunkan
stabilitas produk

Sumber: Diolah oleh penulis

Temuan serupa juga terlihat pada proses pengeringan busa sari buah tomat menggunakan tray dryer. Peningkatan suhu operasi menyebabkan laju pengeringan meningkat, yang ditandai dengan penurunan kadar air yang cepat pada tahap awal proses, kemudian melambat pada tahap akhir pengeringan (Hariyadi, 2018). Fenomena ini menunjukkan perbedaan karakteristik pelepasan air bebas dan air terikat dalam matriks pangan. Pada tahap awal, air bebas lebih mudah diuapkan, sedangkan pada tahap akhir, air terikat membutuhkan energi yang lebih besar untuk dilepaskan. Hal ini menegaskan bahwa struktur dan komposisi bahan pangan memengaruhi dinamika air selama proses pengeringan.

Selain pengeringan, metode pengolahan pangan lain seperti penggorengan dan pengasinan juga memberikan pengaruh signifikan terhadap kadar air bahan pangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggorengan kacang tanah serta pengasinan telur bebek dan teri nasi menyebabkan penurunan kadar air dibandingkan bahan segarnya (Nadia et al., 2023). Penurunan kadar air pada proses penggorengan disebabkan oleh suhu tinggi dan perpindahan panas melalui media minyak, sedangkan pada pengasinan dipicu oleh proses osmosis akibat perbedaan tekanan osmotik. Perbedaan mekanisme ini menunjukkan bahwa perubahan kadar air tidak hanya ditentukan oleh suhu, tetapi juga oleh interaksi air dengan komponen lain seperti garam dan lemak, yang selanjutnya berdampak pada tekstur dan stabilitas produk.

Analisis kadar air menggunakan metode gravimetri pada nugget bayam menunjukkan bahwa produk memiliki kadar air sebesar 41,39% dan masih memenuhi standar mutu pangan (Nur'Aini et al., 2025). Metode gravimetri terbukti memberikan hasil pengukuran yang akurat dan konsisten, sehingga dapat digunakan sebagai

metode rujukan dalam analisis kadar air produk olahan. Namun demikian, hasil kajian ini menunjukkan bahwa pengukuran kadar air saja belum cukup untuk menggambarkan stabilitas pangan secara menyeluruh, karena produk dengan kadar air yang sama dapat memiliki tingkat kestabilan yang berbeda tergantung pada nilai aktivitas airnya.

Dalam konteks stabilitas dan umur simpan pangan, penerapan model matematis memberikan pemahaman yang lebih komprehensif terhadap perilaku air. Model Brunauer–Emmett–Teller (BET) yang diterapkan pada produk kakao menunjukkan bahwa nilai kadar air monolayer merepresentasikan kondisi paling stabil bagi produk selama penyimpanan (Hayati, 2017). Ketika kadar air melebihi nilai monolayer, risiko terjadinya reaksi kimia dan pertumbuhan mikroorganisme meningkat. Sementara itu, penggunaan model Arrhenius pada produk frozen food rabokki menunjukkan bahwa kenaikan suhu penyimpanan mempercepat laju penurunan mutu produk, yang ditunjukkan oleh nilai energi aktivasi yang diperoleh (Apriladi et al., 2024). Hal ini menegaskan bahwa suhu dan air memiliki keterkaitan erat dalam menentukan stabilitas mutu pangan.

Secara keseluruhan, integrasi hasil penelitian menunjukkan bahwa pengendalian kadar air dan aktivitas air merupakan strategi kunci dalam menjaga mutu dan stabilitas bahan pangan. Penelitian terdahulu umumnya masih mengkaji peran air secara parsial, baik melalui pengukuran kadar air, penerapan satu metode pengolahan, maupun penggunaan satu model matematis tertentu. Melalui sintesis ini, terlihat bahwa pendekatan terintegrasi yang mengombinasikan analisis kadar air, aktivitas air, metode pengolahan, serta pemodelan matematis diperlukan untuk memahami perilaku air dalam sistem pangan secara lebih utuh. Temuan ini memperkuat posisi air sebagai komponen kritis dalam kimia pangan dan

memberikan dasar ilmiah bagi pengembangan teknologi pengolahan dan penyimpanan pangan yang lebih efektif.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Berdasarkan kajian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kadar air dan aktivitas air memiliki peran yang sangat signifikan dalam menentukan mutu, stabilitas, dan umur simpan bahan pangan. Perubahan kadar air dan aktivitas air dipengaruhi oleh berbagai faktor, terutama suhu dan metode pengolahan pangan, seperti pengeringan, penggorengan, dan pengasinan. Penurunan kadar air dan aktivitas air terbukti mampu menghambat pertumbuhan mikroorganisme serta memperlambat laju reaksi kimia yang menyebabkan kerusakan pangan. Selain itu, penerapan model matematis, seperti model BET dan Arrhenius, memberikan pendekatan yang efektif dalam memprediksi hubungan antara kadar air, stabilitas mutu, dan umur simpan produk pangan. Oleh karena itu, pengendalian kadar air dan aktivitas air merupakan aspek fundamental dalam perancangan proses pengolahan dan penyimpanan pangan guna menghasilkan produk yang aman, bermutu, dan stabil.

Saran

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengombinasikan pendekatan kajian literatur dengan penelitian eksperimental guna memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai dinamika air dalam berbagai matriks pangan. Selain itu, diperlukan pengembangan model prediktif yang lebih spesifik terhadap jenis bahan pangan dan kondisi pengolahan yang berbeda, serta integrasi antara analisis kadar air, aktivitas air, dan parameter mutu lainnya. Upaya tersebut diharapkan dapat meningkatkan akurasi estimasi umur simpan serta mendukung penerapan teknologi pengolahan pangan yang lebih efisien dan berkelanjutan.

REFERENSI

- Aini, N. ', Lidia, L., & Ledyanna, A. (2025). Available online at: <https://pakisjournal.com/index.php/jfsa> *Journal of Food Security and Agroindustry (JFSA) Identifikasi Kandungan Kadar Air Nugget Bayam (Amaranthus spp.) dengan Metode Gravimetri Determination of Moisture Content in Spinach (Amaranthus spp.) Nuggets Using the Gravimetric Method.* 3(2), 46–52. <https://doi.org/10.58184/jfsa.v3i2.666>
- Hariyadi, T. (2018). Pengaruh Suhu Operasi terhadap Penentuan Karakteristik Pengeringan Busa Sari Buah Tomat Menggunakan Tray Dryer. *Jurnal Rekayasa Proses*, 12(2), 46. <https://doi.org/10.22146/jrekpros.39019>
- Hayati, R. (2017). Pengaruh Kadar Air dan Persamaan Model Bet untuk Prediksi Masa Simpan Kakao (*Theobroma cacao L.*). *Jurnal Teknologi Dan Industri Pertanian Indonesia*, 9(1), 17–22. <https://doi.org/10.17969/jtipi.v9i1.6149>
- Leviana, W., & Paramita, V. (2017). Pengaruh Suhu Terhadap Kadar Air Dan Aktivitas Air Dalam Bahan Pada Kunyit (*Curcuma Longa*) Dengan Alat Pengering Electrical Oven. 13(2), 37–44. <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/metana>
- Nadia, L. S., Lejap, T. Y. T., & Rahmanto, L. (2023). Pengaruh Pengolahan Pangan terhadap Kadar air Bahan Pangan. *Journal of Innovative Food Technology and Agricultural Product*, 5–8. <https://doi.org/10.31316/jitap.vi.5780>
- Tauhid, K., & Aprialdi, ; | Agung. (2024). *Studi Kasus : Analisis Praduga Frozen food Rabokki Terhadap Umur Simpan dan Penurunan Nilai Mutu produk Menggunakan Metode Arrhenius* (Vol. 3).