



Total Mikroba dan Masa Simpan Tahu dengan Perendaman Ekstrak Kunyit

Ravi Masitah ^{*1}, Agus Wijanarka ², Devillya Puspita Dewi ³

¹Universitas Teuku Umar, Indonesia

²Poltekkes Kesmenkes Yogyakarta, Indonesia

³Universitas Respati Yogyakarta, Indonesia

Alamat: Jl Alue Peunyareng, Meulaboh, Aceh Barat

Korespondensi penulis: ravimasitah@utu.ac.id*

Abstract. Background: Tofu is a food which has high protein content but it is quickly damaged, so natural ingredients are needed to extend the shelf life and minimize microbial growth. Objective: The study aims to analyze the total microbial and tofu storage period by immersing turmeric extract. The research methods were in the form of survey in tofu factory, purchasing tofu, making turmeric extract, tofu storage, microbial total test with Total Plate Count and the tofu storage period were observed starting from the third, fourth and fifth days every 24 hours. The parameters observed were total microbes and shelf life of tofu. The study used a simple randomized design (RAS) with 4 treatments, 2 experimental units and 2 repetitions. The data obtained were analyzed descriptively and presented in tabular form and carried out documentation. Results: The results showed that tofu with the highest concentration of turmeric extract which was 15%, had a total microbial of at least 7.2×10^{10} CFU / gram and the longest shelf life was three days of storage. Conclusion: The conclusions are the higher concentration of turmeric extract is given; the raising level of total microbes will be lowest and make the shelf life of tofu longer.

Keywords: tofu; turmeric extract; total microbes; shelf life

Abstrak. Latar Belakang: Tahu adalah bahan makanan dengan kandungan protein yang tinggi namun cepat mengalami kerusakan sehingga diperlukan bahan alami untuk memperpanjang masa simpan dan meminimalisir pertumbuhan mikroba. Tujuan: Penelitian bertujuan menganalisis total mikroba dan masa simpan tahu dengan perendaman ekstrak kunyit. Metode: Metode penelitian berupa survey pabrik tahu, pembelian tahu dan pembuatan ekstrak kunyit, penyimpanan tahu, uji total mikroba dengan *Total Plate Count* dan masa simpan tahu yang diamati mulai dari hari ketiga, keempat dan kelima setiap 24 jam. Parameter yang diamati adalah total mikroba dan masa simpan tahu. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Sederhana (RAS) dengan 4 perlakuan, 2 unit percobaan dan 2 kali pengulangan. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel serta dilakukan dokumentasi. Hasil: Hasil penelitian menunjukkan tahu dengan konsentrasi ekstrak kunyit tertinggi yaitu 15% memiliki total mikroba paling sedikit $7,2 \times 10^{10}$ CFU/gram dan masa simpan terlama yaitu tiga hari penyimpanan. Kesimpulan: Kesimpulan yang diperoleh semakin tinggi konsentrasi ekstrak kunyit yang diberikan maka semakin rendah tingkat kenaikan total mikroba dan membuat masa simpan tahu lebih lama.

Kata kunci: tahu; ekstrak kunyit; total mikroba; masa simpan

1. LATAR BELAKANG

Tahu adalah makanan berbahan dasar kacang kedelai dan merupakan salah satu produk yang paling populer di banyak negara Asia (Saito et al., 2018). Tahu mengandung sekitar 6,0%-8,4% protein dan 79%-87% air. Oleh karena itu, tahu mudah terkontaminasi oleh mikroorganisme, bahkan ketika disimpan dalam kondisi dingin (Lee et al., 2017). Masalah utama pada produksi tahu adalah masa simpan tahu yang relatif sangat singkat, sehingga harus setiap hari diproduksi dengan jumlah terbatas. Tahu adalah bahan pangan yang cepat mengalami kerusakan karena banyak mengandung protein dan air yang merupakan media yang

cocok untuk tumbuhnya mikroba. Tahu hanya dapat bertahan selama kurang lebih tiga hari tanpa menggunakan bahan pengawet (Hendra, 2017).

Untuk menghindari sejumlah kerusakan tersebut, maka perlu dilakukan upaya pengawetan agar tahu dapat disimpan lebih lama. Tahu tidak dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama, terutama pada suhu ruang. Oleh karena itu, bahan makanan seperti tahu sering ditambahkan bahan pengawet seperti formalin agar lebih tahan lama (Pusparini & Triyantoro, 2018). Penggunaan formalin marak di kalangan penjual tahu, karena dianggap paling efektif untuk mengawetkan makanan. Formalin bersifat karsinogenik, alergenik, dan menginduksi genotoksisitas (Hoque et al., 2016).

Berdasarkan permasalahan tersebut perlu dilakukan upaya untuk mempertahankan kesegaran atau kualitas tahu dengan penggunaan bahan pengawet yang aman, mudah penerapannya dan ekonomis. Kunyit telah terkenal dan terbukti dapat digunakan sebagai bahan pengawet alami makanan. Kandungan kimia yang terdapat pada kunyit adalah minyak atsiri 4,2%-14%, minyak lemak 4,4%-12,7% dan senyawa kurkuminoid 60%-70%. Kurkuminoid berpotensi sebagai antibakteri baik bakteri Gram positif maupun bakteri Gram negatif, seperti *S. aureus*, *Bacillus subtilis*, *E. coli*, *Salmonella thypi* dan sebagainya. Ekstrak alkohol dan minyak atsiri dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme meliputi bakteri dan fungi (Rini et al., 2018). Bahan pengawet alami relatif aman dibandingkan bahan pengawet sintetis. Rempah-rempah seperti kunyit merupakan bahan pengawet alami yang mengandung zat antimikroba sehingga dapat digunakan untuk mengawetkan suatu bahan makanan (Saputra & Sitorus, 2016). Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh perendaman ekstrak kunyit terhadap total mikroba dan masa simpan tahu.

2. KAJIAN TEORITIS

Kedelai dipilih sebagai salah satu sumber protein nabati dan digunakan sebagai bahan baku utama untuk diversifikasi produk olahan kedelai untuk meningkatkan kualitas sumber daya manusia. Kedelai memiliki tingkat protein yang relatif tinggi ($\pm 40\%$) dibandingkan dengan sumber protein nabati lainnya. Tahu, salah satu produk olahan kedelai, adalah salah satu sumber protein nabati yang paling tinggi karena harganya yang terjangkau, tahu juga dikenal sebagai makanan rakyat. Produk ini sangat diminati karena penggunaanya yang beragam (Astuti, 2024). Tahu yang disimpan pada suhu kamar hanya bertahan satu hingga dua hari. Setelah itu, tahu akan mengalami perubahan sensori, seperti rasa dan aromanya menjadi asam dan busuk, sehingga tidak layak untuk dimakan. Pengrajin tahu dan penjual tahu biasanya berusaha untuk menjaga tahu agar tetap segar karena tidak banyak tahu yang dapat disimpan.

Formalin adalah sarana pengawetan tahu yang digunakan oleh individu yang tidak bertanggung jawab. Pedagang dan pengolah pangan masih menggunakan formalin, juga dikenal sebagai formaldehida, untuk mengawetkan barang dagangannya (Fadhoil 2024; Kholidanata et al., 2023).

Sebagai pengawet makanan, bahan pengawet alami memiliki banyak keuntungan. Mereka lebih aman daripada bahan pengawet sintetis yang dapat mengandung zat berbahaya jika proses pembuatannya tidak sempurna. Rempah-rempah, seperti wijen, cengkeh, kunyit, cumin, biji pala, dan basil, memiliki bahan antioksidan dan antimikroba yang dapat mempertahankan makanan. Untuk contoh, kunyit sering digunakan dalam pengolahan makanan untuk menambah cita rasa, aroma, memperpanjang masa simpan, dan mempertahankan nilai gizi (Damayanti¹ et al., 2023). Masyarakat Indonesia telah lama menggunakan kunyit sebagai bumbu masakan, pengawet alami, dan obat tradisional. Kunyit mengandung senyawa fenolik, antioksidan, dan efek farmakologi (Muthi'ah & Qurrota, 2021).

3. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian adalah *True eksperimen* dengan Rancangan Acak Sederhana (RAS) dengan 4 perlakuan, 2 unit percobaan dan 2 kali pengulangan. Penelitian dilaksanakan pada tanggal 01 Februari–01 Maret 2017. Data total mikroba diperoleh dengan uji laboratorium di Balai Laboratorium Kesehatan Yogyakarta. Data masa simpan tahu diperoleh melalui pengamatan setiap 24 jam di Laboratorium Teknologi Pangan Universitas Respati Yogyakarta. Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah tahu putih sebanyak 49 potong dengan ukuran 5 x 5 cm dan berat 50 gram serta kunyit sebanyak 750 gram. Peralatan yang digunakan adalah mortal, tabung reaksi, rak tabung reaksi, pipet tetes, gelas ukur dan kompor listrik untuk uji formalin, timbangan, gelas ukur, stomacher, pipet tip, tabung reaksi, cawan petri, inkubator, bunsen, plastik dan botol steril untuk uji total mikroba dan nampan, plastik, karet gelang dan label untuk proses penyimpanan tahu.

Penelitian tahap pertama berupa survey pabrik tahu yang produknya akan digunakan sebagai bahan utama pada proses penelitian, uji formalin dan uji total mikroba sebelum perlakuan. Tahap ke dua adalah pembelian bahan penelitian dan pembuatan ekstrak kunyit. Pembuatan ekstrak kunyit dengan cara kunyit dikupas dan dicuci bersih dengan air mengalir lalu diparut, diperas, disaring dan diambil ekstraknya serta dilakukan formulasi masing-masing konsentrasi yaitu 5%, 10% dan 15%. Formulasi dilakukan dengan cara menambahkan masing-masing ekstrak kunyit sebanyak 5 ml, 10 ml dan 15 ml, dimasukkan dalam gelas ukur kemudian ditambahkan air matang hingga 100 ml.

Tahap ke tiga adalah penyimpanan 36 tahu perlakuan dengan cara merendam tahu dalam 3,2 liter air matang yang telah ditambahkan ekstrak kunyit sebanyak 360 ml dan 12 tahu kontrol dalam 3,6 liter air matang. Tahu disimpan dalam plastik yang telah diberi label, diikat karet gelang dan diletakkan di atas nampan dalam suhu ruang. Penelitian tahap ke empat adalah uji total mikroba dilakukan dengan metode *Total Plate Count* dan masa simpan tahu yang diamati langsung oleh peneliti dimulai pada hari ketiga, keempat dan kelima. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel serta dilakukan dokumentasi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Total mikroba tahu dengan perendaman ekstrak kunyit

Uji total mikroba pada tahu dilakukan sebelum dan setelah perlakuan. Uji total mikroba setelah perlakuan dilakukan pada hari ketiga, keempat dan kelima penyimpanan karena sebagian besar kerusakan tahu dimulai pada hari ketiga.

Tabel 1. Total mikroba tahu dengan perendaman ekstrak kunyit

Lama penyimpanan	Total mikroba tahu (CFU/gram)			
	0%	5%	10%	15%
Hari 0	$2,8 \times 10^7$			
Hari ke-3	$5,9 \times 10^9$	$4,2 \times 10^9$	$3,8 \times 10^9$	$9,1 \times 10^8$
Hari ke-4	$3,4 \times 10^{10}$	$3,2 \times 10^{10}$	$2,4 \times 10^{10}$	$1,1 \times 10^{10}$
Hari ke-5	$1,9 \times 10^{11}$	$1,7 \times 10^{11}$	$1,0 \times 10^{11}$	$7,2 \times 10^{10}$

Hasil uji total mikroba menunjukkan total mikroba tahu dengan konsentrasi ekstrak kunyit 15% pada hari terakhir penyimpanan memiliki total mikroba paling sedikit yaitu $7,2 \times 10^{10}$ CFU/gram. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa total mikroba awal tahu adalah $2,8 \times 10^7$ CFU/gram. Hal ini menunjukkan bahwa tahu yang diproduksi sudah menunjukkan mutu mikrobiologi yang buruk karena sudah melebihi batas cemaran mikroba pada tahu yaitu $1,0 \times 10^6$ CFU/gram. Faktor penyebabnya adalah petugas pabrik tidak menggunakan alat pelindung diri (APD) selama proses persiapan, pengolahan dan pengemasan tahu, selain itu peralatan yang digunakan tidak bersih. Penelitian ini mempunyai tujuan untuk mengamati efektivitas dari suatu bahan pengawet yang diujikan sehingga walaupun nilai total mikroba pada tahu di awal penyimpanan sudah melampaui batas yang diharapkan, perubahan nilai yang diujikan masih dapat dikorelasikan untuk mengukur efektivitas ekstrak kunyit terhadap total mikroba pada tahu.

Setelah dilakukan penyimpanan, total mikroba pada tahu meningkat. Hal ini menunjukkan adanya pertumbuhan mikroba selama proses penyimpanan. Hasil penelitian pada Tabel 1 menunjukkan bahwa pada tahu kontrol tingkat kenaikan total mikroba lebih besar dibandingkan tahu dengan penambahan ekstrak kunyit. Tahu dengan konsentrasi ekstrak kunyit tertinggi yaitu 15% memiliki total mikroba paling sedikit dibandingkan dengan tahu konsentrasi lain. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak kunyit yang diberikan maka semakin rendah tingkat kenaikan total mikroba pada tahu. Hasil penelitian sejalan menunjukkan bahwa setelah 72 jam penyimpanan, ekstrak kunyit dalam rendaman tahu menghambat total mikroba *E.coli* dan *S.aureus* berturut-turut sebesar 2,4 dan 4 log CFU/gram. Penambahan ekstrak kunyit dapat mengendalikan pertumbuhan mikroorganisme dan meningkatkan waktu simpan tahu pada suhu ruang (Tohyeng et al., 2018)

Pengawetan dengan kunyit mempunyai nilai tambah tersendiri karena kunyit mengandung *Curcuminoid* dan minyak atsiri antara 2,5-7,5% yang merupakan golongan senyawa bioaktif yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri (Jumiati et al., 2019). Respon daya hambat dan pertumbuhan mikroba dipengaruhi oleh kandungan senyawa aktif yang terdapat pada kunyit berupa minyak atsiri, alkaloid, flavonoid, tanin, kurkuminoid dan terpenoid. Senyawa fenol seperti kurkumin dapat berinteraksi dengan dinding sel bakteri, sehingga menyebabkan denaturasi protein yang akan melisiskan membran sel bakteri (Lestari et al., 2019).

Masa simpan tahu dengan perendaman ekstrak kunyit

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tahu perlakuan dengan penambahan ekstrak kunyit memiliki masa simpan lebih lama dibandingkan tahu kontrol. Tahu dinyatakan rusak apabila telah terjadi salah satu atau semua perubahan yaitu rasa asam, aroma busuk, tekstur lunak dan berlendir.

Tabel 2. Masa simpan tahu dengan perendaman ekstrak kunyit

Konsentras i ekstrak kunyit	Lama hari penyimpanan					Masa simpan
	Hari ke- 1	Hari ke- 2	Hari ke- 3	Hari ke- 4	Hari ke- 5	
0%	Tidak rusak	Rusak	Rusak	Rusak	Rusak	1 hari
5%	Tidak rusak	Tidak rusak	Rusak	Rusak	Rusak	2 hari
10%	Tidak rusak	Tidak rusak	Rusak	Rusak	Rusak	2 hari
15%	Tidak rusak	Tidak rusak	Tidak rusak	Rusak	Rusak	3 hari

Hasil uji masa simpan menunjukkan masa simpan tahu dengan konsentrasi ekstrak kunyit 15% memiliki masa simpan paling lama yaitu selama 3 hari. Tahu kontrol memiliki masa simpan tersingkat yaitu satu hari sedangkan tahu perlakuan dengan konsentrasi 15% memiliki masa simpan terlama yaitu tiga hari penyimpanan. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak kunyit yang diberikan maka semakin lama masa simpan tahu. Hasil penelitian sejalan menunjukkan bahwa pemanjangan masa simpan buah tomat dapat ditinjau dari 50% penyusutan bobot buah tomat, perubahan masa simpan buah tomat yang tidak dilapisi edible film (kontrol) yaitu 45 hari menjadi 48 hari (buah tomat dilapisi edible film tanpa ekstrak) dan buah tomat yang dilapisi edible film dengan penambahan ekstrak yaitu 60 hari. Sedangkan apabila ditinjau dari prosentase penurunan tekstur 63%, masa simpan buah tomat dari 7 hari menjadi 7,5 hari (pelapisan edible film tanpa ekstrak) dan 186 hari (pelapisan edible film dengan penambahan ekstrak) (Kusumawati et al., 2018).

Senyawa-senyawa kurkumin dan minyak atsiri yang terkandung dalam kunyit mampu menghambat pertumbuhan bakteri, sehingga dapat mempertahankan mutu pangan. Senyawa kurkumin yang terkandung dalam kunyit sekitar 3-4%. Semakin banyak kandungan senyawa kurkumin dan minyak atsiri dalam kunyit maka semakin lama pula daya tahan bahan makanan tersebut (Jayati et al., 2018). Kurkumin sebagai senyawa *polifenol* mempunyai mekanisme antibakteri melalui penghambatan enzim *thiolase* (enzim *sulfidril*) pada bakteri sehingga ikatan disulfida tidak terbentuk, yang kemudian menyebabkan struktur sekunder protein sekunder rusak dan *terdenaturasi*. Minyak atsiri merupakan senyawa *terpenoid* yang dapat mendestruksi membran sel bakteri. Sedangkan pada senyawa *flavonoid* memiliki aktivitas mampu mengikat adhesi, membentuk kompleks dengan protein ekstraseluler dan terlarut serta membentuk kompleks dengan dinding sel sehingga dapat merusak membran mikroba (Cantika, 2024; Kurniawan et al., 2018). Kelemahan penelitian ini yaitu tidak melakukan uji daya terima terhadap tahu yang diawetkan dengan ekstrak kunyit sehingga tidak diketahui perbandingannya dengan tahu putih tanpa pengawet.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang diperoleh semakin tinggi konsentrasi ekstrak kunyit yang diberikan maka semakin rendah tingkat kenaikan total mikroba dan membuat masa simpan tahu lebih lama. Berdasarkan masa simpan tahu ekstrak kunyit dapat digunakan sebagai bahan pengawet alami sampai dengan 3 hari pada suhu ruang. Kunyit dapat digunakan sebagai bahan pengawet alami pada makanan yang aman untuk kesehatan. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan untuk mengetahui daya terima tahu yang telah diawetkan menggunakan kunyit.

DAFTAR REFERENSI

- Astuti, S. et all. (2024). Sosialisasi Perbaikan Proses Produksi Tahu Di Desa Candiretno Kecamatan Pagelaran, Kabupaten Pringsewu. *Jurnal Pengabdian Ilmu Komputer Universitas Lampung*, 02(01), 14–20.
- Cantika, S.D., Solichah, K.M.A. and Alfitri, K.N., 2024. Uji Organoleptik dan Kandungan Zat Besi Mochi Kacang Tanah Dengan Penambahan Kacang Merah (*Phaseolus Vulgaris* L.) dan Stroberi (*Fragaria Ananassa*). *Jurnal Pembaruan Kesehatan Indonesia*, 1(1), pp.19-27.
- Damayanti¹, A., Saepudin¹, M., & Susilawati¹. (2023). Efektivitas Kombinasi Kunyit (*Curcuma Domestica*), Ketumbar (*Coriandrum Sativum*) Dan Bunga Cengkeh (*Syzygium Aromaticum*) Sebagai Pengawet Ikan Nila (Bentuk Fisik). *Journal of Environmental Health and Sanitation Technology*, 2(1), 136–140.
- Fadhoil, H.F., Kurniati, W.D. and Hayati, N., 2024. Analisis Proksimat dan Serat Pangan pada Pembuatan Snack Bar dengan Penambahan Kesemek (*Diospyros kaki* L.) dan Kacang Koro Pedang (*Canavalia ensiformis* [L.] DC). *Media Gizi Ilmiah Indonesia*, 2(2), pp.86-95.
- Hendra, H. (2017). Pengaruh Pemberian Ekstrak Bawang Putih (*Allium Sativum* L.) Dan Lama Penyimpanan Terhadap Daya Awet Tahu Putih. *Biota*, 3(2), 54. <https://doi.org/10.19109/biota.v3i2.1193>
- Hoque, M. S., Jacxsens, L., De Meulenaer, B., & Alam, A. K. M. N. (2016). Quantitative Risk Assessment for Formalin Treatment in Fish Preservation: Food Safety Concern in Local Market of Bangladesh. *Procedia Food Science*, 6(Icsusl 2015), 151–158. <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2016.02.037>
- Jayati, R. D., S, S., & Agustina, S. (2018). Perbandingan Daya Simpan Dan Uji Organoleptik Mie Basah Dari Berbagai Macam Bahan Alami. *Jurnal Biosilampari: Jurnal Biologi*, 1(1), 10–20. <https://doi.org/10.31540/biosilampari.v1i1.64>
- Jumiati, Ratnasari, D., & Sudianto, A. (2019). Effect of Using Turmeric Extract (*Curcuma domestica*) on The Quality of Squid Crackers (*Loligo* sp.). *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 11(1), 55–61. <https://doi.org/10.20473/jipk.v11i1.11914>
- Kholidanata, F., Widarsih, W., Rosalina, R., Supriatna, D., Amalia, A., & Anwar, C. (2023). Penyuluhan Potensi Bahan Alami Dalam Pengawetan Tahu di IKM Kota Manis Kecamatan Gunung Putri Kota Bogor. *Jurnal Pengabdian Masyarakat AKA*, 2(2), 46–52. <https://doi.org/10.55075/jpm-aka.v2i2.152>
- Kurniawan, C., Siagian, J. W., & Hutomo, S. (2018). Daya Hambat Minyak Atsiri Rimpang Kunyit terhadap Pertumbuhan *Candida Albicans* in vitro. *Jurnal Vokasi Kesehatan*, 4(1), 1–5.
- Kusumawati, M., Sedyadi, E., & Nugraha, I. (2018). Pengaruh Penambahan Ekstrak Kunyit Pada Edible Film Umbi Ganyong Dan Lidah Buaya (*Aloe Vera* L) Terhadap Kualitas Buah Tomat. *Integrated Lab Journal*, 06(01), 13–20.
- Lee, D. Y., Kwon, K. H., Chai, C., & Oh, S. W. (2017). Microbial contamination of tofu in

- Korea and growth characteristics of *Bacillus cereus* isolates in Tofu. *Lwt*, 78, 63–69. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.11.081>
- Lestari, T., Setiawan, B., Praja, R. N., Damayanti, R., Prastiya, R. A., & Wibawati, P. A. (2019). Effect Of Solution Curcuma domestica Val. On Beef Meat With Concentration Combination And Storage Time On Total Amount Of Bacteria. *Jurnal Medik Veteriner*, 2(1), 55–59. <https://doi.org/10.20473/jmv.vol2.iss1.2019.55-59>
- Muthi'ah, S. N., & Qurrota, A. (2021). Analisis kandungan boraks pada makanan menggunakan bahan alami kunyit. *Artikel Penelitian*, 2012, 13–18.
- Pusparini, I. D., & Triyantoro, B. (2018). Deskripsi Kadar Formalin Pada Tahu Putih Yang Dijual Di Pasar Segamas Kabupaten Purbalingga Tahun 2017. *Buletin Keslingmas*, 37(2), 117–125. <https://doi.org/10.31983/keslingmas.v37i2.3834>
- Rini, C. S., Rohmah, J., & Widyaningrum, L. Y. (2018). Efektivitas Kunyit (*Curcuma longa* Linn) terhadap *Esherichia coli* dan *Bacillus subtilis*. *Medicra (Journal of Medical Laboratory Science/Technology)*, 1(1), 1–6. <https://doi.org/10.21070/medicra.v1i1.1546>
- Saito, Y., Konagaya, K., Suzuki, T., & Kondo, N. (2018). Determination of optical coefficients of tofu using spatially resolved diffuse reflectance at 633 nm. *Engineering in Agriculture, Environment and Food*, 11(1), 38–42. <https://doi.org/10.1016/j.eaef.2017.12.001>
- Saputra, S. H., & Sitorus, S. (2016). Kunyit Putih (*Curcuma zedoaria* [Berg.] Roscoe) sebagai Pengawet dan Antioksidan Pangan. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 8(16), 168–176. <https://doi.org/10.26578/jrti.v8i16.1632>
- Tohyeng, N., Dewanti-Hariyadi, R., & Nuryani Lioe, H. (2018). Aplikasi Ekstrak Kunyit Untuk Pengendalian Pertumbuhan Mikroba Pada Tahu Selama Penyimpanan. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 29(1), 19–28. <https://doi.org/10.6066/jtip.2018.29.1.19>