

POTENSI KONTAMINASI KAPANG PADA ASINAN KUBIS (SAUERKROUT)

Amanda Novitasari, Whita Syukrya Arini, Inayatul Maula, Nur Imamah, Hasyim As'ari*,
Lailatun Nazilah, Maqiyatul Mukarromah, Putri Utami, Erina Agustin
Program Studi Biologi, FMIPA, Universitas PGRI Banyuwangi
Jl. Ikan Tongkol No. 22, Kertosari, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur 68416
Email: hasyim.asari22@gmail.com

Abstrak

Produksi kubis di Indonesia selama tahun 2021-2022 mencapai 1,4 – 1,5 juta ton, dan dimanfaatkan masyarakat sebagai sayuran konsumsi. Kadar air yang tinggi menyebabkan kubis mudah membusuk, sehingga diperlukan pengolahan berkelanjutan untuk meningkatkan nilai gizi dan masa simpan diantaranya menjadi asinan kubis (*sauerkraut*). Proses pembuatan *sauerkraut* dilakukan dengan frementasi, hal tersebut menuntut menjaga kebersihan alat yang digunakan agar terhindar dari kontaminasi mekroorganisme. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi kontaminasi kapang pada fermentasi *sauerkraut* alami. Penelitian dilakukan dengan membersihkan terlebih dahulu kubis segar dan diiris tipis (\pm 2-3 mm), serta ditimbang 200gram untuk setiap perlakuan. Pelakuan penelitian adalah variasi konsentrasi pemberian garam yaitu; 2,5%, 7,5%, 10%, dan 12,5% dengan 3 kali pengulangan. Kemudian difermentasi dalam stoples kaca selama 7 hari. Pengamatan dilakukan mulai hari ke-4 hingga ke-7 fermentasi. Identifikasi kontaminasi kapang, menggunakan pengamatan morfologi makroskopik pada media PDA dan mikroskopis dengan teknik slide kultur. Analisis data dilakukan secara deskriptif berdasarkan morfologi kapang yang didapatkan secara makroskopik dan mikroskopik. Hasil penelitian menunjukkan terdapat kontaminasi 2 strains kapang. Pengamatan makroskopik dan mikroskopik pada strain kapang ke-1 menunjukkan koloni berwarna kehitaman dengan spora bulat coklat kehitaman, dengan konidia berbentuk bulat yang berwarna coklat kehitaman yang teridentifikasi sebagai kapang *Aspergillus niger*. Strains ke-2 memiliki morfologi berwarna hijau kecoklatan dengan pinggiran putih seperti kapas, serta mempunyai vesikula dan konidia berbentuk bulat berwarna hijau kecoklatan yang teridentifikasi sebagai *Aspergillus flavus*. Kesimpulan penelitian adalah kontaminasi kapang dapat terjadi jika peralatan atau bahan baku tidak steril, sehingga penting untuk menjaga kebersihan selama proses fermentasi *sauerkraut* agar resiko paparan aflatoksin tidak terjadi.

Kata kunci: *kubis, sauerkraut, fermentasi, kontaminasi kapang*

Abstract

Cabbage production in indonesia during 2021-2022 reached 1.4 – 1.5 million tons, utilized by the community as a vegetable for consumption. The high water content makes cabbage prone to spoilage, necessitating sustainable processing to enhance its nutritional value and shelf life, such as by making sauerkraut. The process of making sauerkraut involves fermentation, which requires maintaining the cleanliness of the equipment used to avoid microbial contamination.

*The objective of this study is to identify mold contamination in natural sauerkraut fermentation. The research was conducted by first cleaning fresh cabbage, slicing it thinly ($\pm 2-3$ mm), and weighing 200 grams for each treatment. The treatments included variations in salt concentration: 2.5%, 7.5%, 10%, and 12.5%, with three repetitions each. Fermentation was carried out in glass jars for seven days. Observations were made from the 4th to the 7th day of fermentation. Mold contamination identification was conducted using macroscopic morphological observations on PDA media and microscopic observations with the slide culture technique. Data analysis was descriptive, based on the macroscopic and microscopic morphology of the molds obtained. The results showed contamination of two mold strains. Macroscopic and microscopic observations of the first mold strain showed black colonies with dark brown round spores, with round conidia identified as *Aspergillus niger*. The second strain had a greenish-brown morphology with white cotton-like edges, and had vesicles and greenish-brown round conidia identified as *Aspergillus flavus*. The conclusion of the study is that mold contamination can occur if equipment or raw materials are not sterile, highlighting the importance of maintaining cleanliness during the sauerkraut fermentation process to prevent the risk of aflatoxin exposure.*

Key words: *cabbage, sauerkraut, fermentation, mold contamination*

1. PENDAHULUAN

Kubis (*Brassica oleracea*) merupakan salah satu sayuran unggulan di Indonesia (Isnawiyah, *et al.*, 2023), dengan produksi hingga 1,4 juta ton pada tahun 2021 dan mengalami peningkatan hingga 1,5 juta ton pada tahun 2022 (BPS, 2023). Pemanfaatan kubis di Indonesia masih terbatas sebagai sayuran konsumsi (Sunarti, 2015). Kubis sebenarnya memiliki nilai gizi yang tinggi dengan kandungan vitamin, karbohidrat, protein, dan mineral (Hayati, *et al.*, 2017). Bahkan menurut Hallmann *et al.* (2017), kubis juga mengandung senyawa bioaktif seperti; glukosinolat, vitamin C, karotenoid, dan polifenol. Namun karena kandungan air pada kubis yang tinggi membuat kubis memiliki daya simpan yang terbatas dan mudah sekali membusuk (Hayati, *et al.*, 2017).

Penurunan kualitas kubis, menyebabkan kubis tidak dapat dimanfaatkan kembali, bahkan alternatifnya hanya sebatas untuk pakan ternak (Rahayu & Perdana, 2018). Sehingga untuk menangani permasalahan tersebut diperlukan upaya pengelolaan pasca panen yang baik (Hayati, *et al.*, 2017), dan mencari alternatif untuk meningkatkan daya simpan serta meningkatkan nilai gizi dari kubis tersebut. Upaya yang dapat dilakukan salah satunya adalah dengan melakukan fermentasi kubis menjadi *sauerkraut* (asinan

kubis) (Thakur & Kabir, 2015). Gandi *et al.* (2019), menjelaskan bahwa *sauerkraut* merupakan salah satu pengolahan sayuran kubis yang populer di negara Jerman, yang diproses dengan metode fermentasi. *Sauerkraut* dari hasil fermentasi kubis dapat mengandung senyawa fenolik dan kaya akan vitamin (Siddeeg *et al.*, 2022), serta juga mengandung senyawa flavonoid (Hallmann *et al.*, 2017). Sehingga *sauerkraut* dapat digunakan sebagai bahan pangan fungsional yang berpotensi mengatasi stres oksidatif, serta dapat bertindak sebagai pengikat radikal bebas yang kuat dan berpotensi sebagai terapeutik (pencegahan kanker, antioksidan, antiinflamasi) (Siddeeg *et al.*, 2022).

Proses pembuatan *sauerkraut* dapat dilakukan secara tradisional dengan fermentasi alami (Xiong *et al.*, 2016), atau dapat dengan bantuan penambahan BAL (Bakteri Asam Laktat) seperti; *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus brevis*, *Pediococcus cerevisiae*, dan *Lactobacillus plantarum* (Faridah & Sari 2019). Pembuatan *sauerkraut* diperlukan penambahan garam untuk mendukung pertumbuhan dan aktivitas bakteri *sauerkraut* (Yusmarini *et al.*, 2019). Hasil penelitian Xiong *et al.* (2016), menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi garam yang tinggi dapat menghambat pematangan *sauerkraut* dan menghambat metabolisme BAL, sedangkan konsentrasi garam yang sesuai dapat secara efektif menghambat kontaminasi fungi dan bakteri *E. coli*.

Menurut Jenie (2014), produk *sauerkraut* sangat berpotensi untuk terkontaminasi mikroorganisme patogen, jika peralatan dan lingkungan tempat fermentasi *sauerkraut* tidak bersih. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Satora *et al.* (2020), menunjukkan bahwa terdapat beberapa khamir yang ditemukan dalam fermentasi *sauerkraut* seperti; kultur *Debaryomyces hansenii*, *Clavispora lusitaniae* dan *Rhodotorula mucilaginosa*, serta diantara khamir tersebut menunjukkan aktivitas toksin berbahaya.

Berdasarkan uraian di atas, adanya potensi kontaminasi pada proses fermentasi *sauerkraut* khususnya dalam fermentasi *sauerkraut* secara alami. Sehingga tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi kontaminasi dari kelompok kapang yang mungkin terjadi pada proses pembuatan *sauerkraut*.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan digital, oven, pH meter digital, wadah kaca, erlenmeyer, pisau, talenan, autoklav, cawan petri, mikropipet, ose, mikroskop, gelas benda dan penutup, serta stoples. Sedangkan bahan yang digunakan adalah sayuran kubis (*Brassica oleracea*), garam dapur non-yodium, aquades, spistus, *Potato Dextro Agara* (PDA), dan kertas koran.

2.2 Prosedur Penelitian

Kubis segar dicuci dan diiris tipis $\pm 2-3$ mm, serta dilakukan penimbangan dengan setiap perlakuan sebanyak 200 gram. Variasi perlakuan dalam pembuatan *sauerkraut* dengan menambahkan variasi pemberian garam dengan konsentrasi 2,5%, 7,5%, 10%, dan 12,5%, perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali. Perlakuan penggaraman dilakukan dengan cara kering yaitu dengan melumurkan garam padat secara langsung pada irisan kubis dengan cara meremas-remas hingga irisan kubi layu dan berair, selanjutnya setiap perlakuan dimasukkan ke stoples kaca yang berbeda, dan dilakukan fermentasi selama 7 hari. Selanjutnya *sauerkraut* dilakukan pengamatan pada hari ke 4 – 7 fermentasi. Pengamatan yang dilakukan terkait keberadaan kontaminasi kapang pada permukaan *sauerkraut* yang dilakukan dengan cara pengamatan morfologi secara makroskopis dengan pengamatan kapang pada media PDA. Selain itu melakukan pengamatan morfologi secara mikroskopik dengan teknik slide kultur, yang diamati dengan mikroskop.

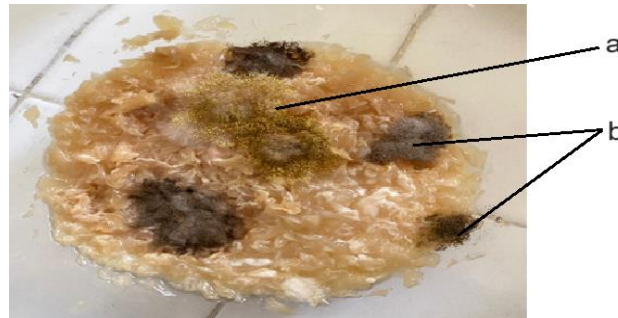
2.3 Analisa Data

Data hasil pengamatan kapang yang tumbuh pada *sauerkraut* dianalisis secara deskriptif berdasarkan karakteristik morfologi kapang secara makroskopik dan mikroskopik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dengan perlakuan penggaraman dengan variasi konsentrasi 2,5%, 7,5%, 10%, dan 12,5% dengan 3 kali ulangan,

menunjukkan bahwa pada hari ke-4 seluruh perlakuan menunjukkan adanya kontaminasi di permukaan *sauerkraut* yang telah dibuat. Adapun hasil penelitian dapat dilihat pada Gambar 1. di bawah ini.



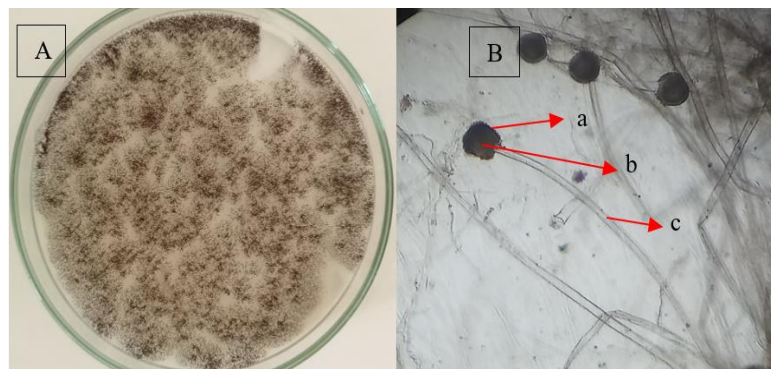
Gambar 1. Pertumbuhan kapang pada *sauerkraut* pada hari ke-4; a) strains kapang 1, b) starin kapang 2

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kontaminasi pada fermentasi *sauerkraut* dapat terjadi karena sebagian dari irisan kubis tidak terendam dengan larutan garam. Bagian *sauerkraut* yang tidak terendam garam tersebut mengalami pembusukan oleh mikroorganisme, diantaranya yang terlihat seperti kultur kapang (Gambar 1.). Anggraeni *et al.* (2021), menjelaskan bahwa penambahan garam dapat menarik cairan dalam jaringan sayuran dan dapat menurunkan kadar air bahan pangan, keadaan tersebut dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme pembusuk. Sehingga dalam pembuatan *sauerkraut* irisan kubis harus dipastikan terendam larutan garam seluruhnya, agar potensi kontaminasi mikroorganisme tidak terjadi (Hayati, *et al.*, 2017).

Penelitian yang dilakukan oleh Xiong *et al.* (2016), menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi garam yang sesuai dapat efektif dalam menghambat kontaminasi fungi dan bakteri *E. coli*. Penambahan konsentrasi garam sebanyak 2,5% pada proses fermentasi sayuran jangka pendek dapat menyebabkan pertumbuhan bakteri pembusuk dan bakteri proteolitik, sedangkan penambahan garam dengan konsentrasi di atas 10% dapat menyebabkan tumbuhnya bakteri halofilik yang dapat menghambat proses fermentasi (Anggraeni *et al.*, 2021). Satora *et al.* (2020), menjelaskan bahwa dalam fermentasi dalam kondisi anaerobik pada saat pembuatan

sauerkraut berpotensi terjadi kontaminasi diantaranya dari kelompok ragi (*yeast*) diantaranya dalam *sauerkraut* dapat ditemukan kultur ragi seperti: *Debaryomyces hansenii*, *Clavispora lusitaniae* dan *Rhodotorula mucilaginosa*.

Berdasarkan identifikasi secara makroskopik, kontaminasi *sauerkraut* ditunjukkan dengan 2 jenis strains kapang yang berbeda. Selanjutnya ke-2 strains kapang tersebut dilakukan isolasi pada media PDA dan dilakukan pengamatan dengan metode slide kultur. Adapun hasil identifikasi morfologi secara makroskopik dan mikroskopik pada strains kapang dapat dilihat pada Gambar 2. di bawah ini.



Gambar 2. Gambar: A) koloni kapang strains kapang ke-1. B) Mikroskopik strains kapang ke-1 dengan pembesaran 40× (a. Conidia, b. Vesicle, c. Conidiophore)

Berdasarkan pengamatan secara makroskopik dan mikroskopik pada strains kapang ke-1, menunjukkan bahwa morfologi koloni kapang berwarna hitam. Sedangkan pengamatan secara mikroskopik menunjukkan terdapat spora berwarna kehitaman, memiliki conidia berbentuk bulat yang berwarna coklat kehitaman. Hasil identifikasi tersebut strains kapang ke-1 mengarah pada jenis kapang *Aspergillus niger*. Menurut Irma (2013), *Aspergillus niger* memiliki koloni yang berwarna hitam karena dipenuhi spora, memiliki conidia yang berbentuk bulat atau semi bulat berwarna coklat kehitaman (Hasanah, 2017). Sukmawati *et al.* (2018), menjelaskan bahwa kapang *Aspergillus niger* miselium berwarna putih dengan sporulasi berwarna hitam, tidak memiliki cairan eksudat, serta mempunyai tekstur koloni berbentuk *granular-flucose*. Serta Indriani *et al.* (2020), menjelaskan bahwa *Aspergillus niger* memiliki konidia yang besar dan padat, bulat berwarna hitam, kasar dan mengandung pigmen.

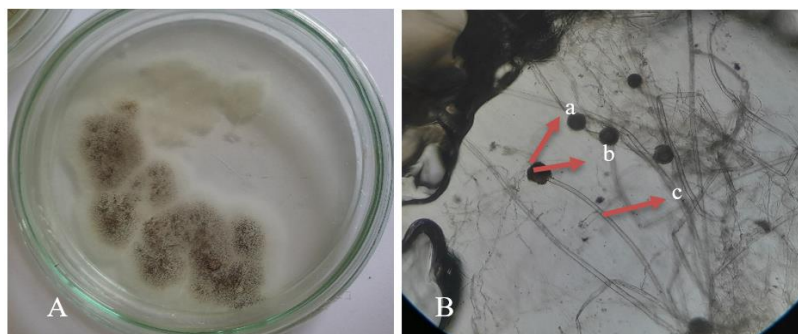
Aspergillus niger merupakan kapang saprofit (organisme yang hidup dan mendapatkan nutrisi dari bahan organik yang sudah mati atau membusuk) yang banyak ditemukan di alam (Ariantini, 2023). *Aspergillus niger* memiliki kemampuan untuk memproduksi berbagai enzim hidrolitik seperti *N-acetylglukosamine*, *glukose*, *mannose*, *galaktose*, *α-amylase*, *glukoamilase*, *sellulase*, *β-d-galaktosidase (laktose)*, *endo 1,3(4) ghukonase*, *gluko-oksidase*, *phitase*, *katalase*, *pektinase* dan *poligalakturinase* (Miskiyah, 2005). Selain itu menurut Indriani *et al.* (2020), juga dapat menghasilkan enzim seperti *proteinase* dan *lipase* yang dapat memetabolisme nutrisi, protein, karbohidrat yang terdapat pada substrat yang digunakan untuk pertumbuhannya (Indriani *et al.*, 2020). Sukmawati *et al.* (2018), juga menjelaskan bahwa *Aspergillus niger* dapat memproduksi mikotoksin seperti *oxalic acid* yang dapat menghasilkan warna koloni putih.

Aspergillus niger sebagai penghasil asam-asam organik seperti asam sitrat, asam glukonat (Kusuma *et al.*, 2019), serta juga dapat memproduksi asam malat dan oksalat (Sastro *et al.*, 2019). Umumnya *Aspergillus niger* dimanfaatkan masyarakat dalam pengolahan pangan dan pakan ternak, selain itu juga dimanfaatkan dalam pengolahan limbah industri dan hasil pertanian. Selain itu *Aspergillus niger* dapat digunakan sebagai probiotik, yang dapat dimanfaatkan dalam pengolahan pangan seperti pembuatan roti, bir, dan permen (Kusuma *et al.*, 2019). Adapun klasifikasi *Aspergillus niger* (Irma, 2013) yakni:

Kingdom : Fungi
Divisi : Eumycetes
Kelas : Deuteromycetes
Ordo : Moniliales
Famili : Moniliaceae
Genus : *Aspergillus*
Spesies : *Aspergillus niger*

Berdasarkan hasil pengamatan morfologi koloni secara makroskopik strain kapang ke-2, menunjukkan kapang berwarna hijau kecoklatan dengan pinggiran putih,

permukaan seperti kapas tipis, sedangkan pengamatan morfologi secara maskroskopik menunjukkan kapang vesikula berbentuk bulat dan konidia berbentuk bulat dengan warna hijau kecoklatan. Berdasarkan karakteristik morfologi tersebut, menunjukkan bahwa pada strain kapang ke-2 merujuk pada jenis kapang *Aspergillus flavus*. Adapun hasil pengamatan dapat di lihat pada Gambar 3. di bawah ini.



Gambar 3. Strain Kapang ke-2; A) Koloni strain kapang ke-2, B) Mikroskopik strain kapang ke-2 dengan pembesaran 40× (a. Conidia, b. Vesicle, c. Conidiophore)

Lindawati & Rini (2019), menjelaskan bahwa *Aspergillus flavus* secara makroskopis terlihat koloni berwarna hijau kekuningan dan pada bagian dasar berwarna kekuningan sampai coklat, secara mikroskopis vesikula dan konidoida berbentuk bulat. Kurniawati *et al.* (2021), juga menyebutkan *Aspergillus flavus* mempunyai karakteristik koloni dengan warna hijau kekuningan, bagian tepi berwarna putih, permukaan seperti kapas dan koloni tebal. Rodrigues *et al.* (2007), studi mikroskop cahaya dan mikroskop elektron menunjukkan *Aspergillus flavus* memiliki konidia dengan ornamen terdapat sklerotia berbentuk bulat. Konidiofor tidak berwarna, bagian atas agak bulat serta konidia kasar dengan ukuran kurang lebih 1 mm, dan dibagian bawah vesikel bulat dengan tekstur kasar (Nathalie, 2011). Selain itu, *Aspergillus flavus* memiliki hyfa yang berseptat seperti *aspergillus* pada umumnya (Indriani *et al.*, 2020).

Kapang *Aspergillus flavus* merupakan salah satu fungi yang sering mengkontaminasi makanan (Kurniawati *et al.*, 2021) dan juga pada biji-bijian (Fakruddin *et al.*, 2015). *Aspergillus flavus* dapat menginfeksi hewan, tumbuhan, dan

juga manusia, yang dapat menyebabkan penyakit *aspergillosis* (Hasibuan *et al.*, 2021). *Aspergillus flavus* mempunyai gen toksigenik seperti *aflR* , *aflS* , *aflQ* , *aflP* , *aflD* , *aflM* , dan *aflO* yang dapat memproduksi aflatoksin dan bersifat bersifat aflatoksinogenik (Fakruddin *et al.*, 2015). *Aspergillus flavus* menyebabkan berbagai penyakit pada manusia seperti *aspergilosis bronkopulmonal alergi*, *pneumonitis hipersensitivitas*, *aspergiloma*, dan *aspergilosis invasif*, yang terutama sulit didiagnosis dan diobati pada pasien imunokompromi. Konidia *Aspergillus*, setelah terhirup, berkecambah di saluran udara bagian bawah, dan hifa menyerang pada jaringan paru-paru serta pembuluh darah, yang dapat menyebar ke kulit, tulang, otak, dan organ lainnya (Hetherington *et al.*, 1994). Penurunan paparan risiko *Aspergillus flavus*, dapat dilakukan dengan manajemen pasca panen agar yang tepat agar risiko aflatoksin pada pakan dan biji-bijian tidak terjadi (Fakruddin *et al.*, 2015). Adapun klasifikasi *Aspergillus flavus* (Indriani *et al.*, 2020):

Kingdom : Fungi
Filum : Ascomycota
Class : Eurotiomycetes
Ordo : Eurotiales
Family : Trichocomaceae
Genus : *Aspergillus*
Spesies : *Aspergillus flavus*

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kontaminasi kapang dapat terjadi pada pembuatan *sauerkraut*, potensi kontaminasi dapat terjadi dari peralatan dan bahan yang kurang bersih. Penelitian yang dilakukan menggunakan alat yang telah disterilkan, namun untuk penanganan kubis dilakukan dengan jalan mengurangi dahan bagian luar dan kemudian dilakukan pencucian, dari proses pencucian dan pencindangan kubis dan lingkungan yang kurang steril dapat menyebabkan kontaminasi, hal ini dapat ditunjukkan pada hasil penelitian bahwa selama proses

fermentasi *sauerkraut* selama 4 hari mulai mencul kapang khususnya pada bagian irisan kubis yang tidak terendam larutan garam dengan baik. Adapun kapang yang mengontaminasi sauerkraut adalah jenis *Aspergillus niger* dan *Aspergillus flavus*.

Proses fermentasi *sauerkraut* yang melibatkan garam untuk menghambat pertumbuhan bakteri merugikan. Namun, kontaminasi dapat terjadi jika peralatan atau bahan baku tidak steril. Oleh karena itu, penting untuk menjaga kebersihan dan kesterilan selama proses fermentasi, agar resiko paparan aflatoxin tidak terjadi.

4.2 Saran

Perlu adanya penelitian lebih lanjut, terkait potensi kontaminasi berbagai mikroorganisme patogen khususnya dalam pembuatan *sauerkraut* alami, sehingga dapat memberikan gambaran lebih menyeluruh potensi *sauerkraut* bagi kesehatan.

5. REFERENSI

- Anggraeni, L., Lubis, N., & Junaedi, E. C. (2021). Review: Pengaruh Konsentrasi Garam Terhadap Produk Fermentasi Sayuran. *Jurnal Sains Dan Kesehatan*, 3(6), 891–899. <https://doi.org/10.25026/jsk.v3i6.459>
- Ariantini, M. M. (2023). Identifikasi Jamur Pada Kemiri, Kunyit, Wortel, Stoberi, Cabai. *Jurnal Farmasi Malahayati*, 6(2), 192–202. <https://doi.org/10.33024/jfm.v6i2.10710>
- Badan Pusat Statistik. (2023). *Produksi Tanaman Sayuran, 2021-2022*. Badan Pusat Statistik Indonesia. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NjEjMg==/produksi-tanaman-sayuran.html>
- Fakruddin, M., Chowdhury, A., Hossain, M. N., & Ahmed, M. M. (2015). Characterization of aflatoxin producing *Aspergillus flavus* from food and feed samples. *SpringerPlus*, 4(159). <https://doi.org/10.1186/s40064-015-0947-1>
- Faridah, H. D., & Sari, S. K. (2019). Pemanfaatan Mikroorganisme Dalam Pengembangan Makanan Halal Berbasis Bioteknologi. *Journal of Halal Product and Research*, 2(1), 33. <https://doi.org/10.20473/jhpr.vol.2-issue.1.33-43>
- Gandi, N. L. G., Getas, I. W., & Jannah, M. (2019). Studi Jamur *Aspergillus fumigatus* penyebab Aspergillosis di Pasar Cakranegara Kota Mataram dengan Media Pertumbuhan Potato Dextrose Agar (PDA). *Jurnal Analis Medika Biosains (JAMBS)*, 6(1), 81. <https://doi.org/10.32807/jambs.v6i1.128>
- Hallmann, E., Kazimierczak, R., Marszałek, K., Drela, N., Kiernożek, E., Toomik, P., Matt, D., Luik, A., & Rembiałkowska, E. (2017). The Nutritive Value of Organic and Conventional White Cabbage (*Brassica Oleracea* L. Var. *Capitata*) and Anti-Apoptotic Activity in Gastric Adenocarcinoma Cells of *Sauerkraut* Juice Produced Therof. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 65(37), 8171–8183. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b01078>

- Hasanah, U. (2017). Mengenal Aspergillois, Infeksi Jamur Genus Aspergillus. *Jurnal Keluarga Sehat Sejahtera*, 15(2), 76–86. <https://doi.org/10.24114/jkss.v15i2.8777>
- Hasibuan, H. S., Erina, E., & TR, T. A. (2021). Daya Hambat Ekstrak Etanol Daun Sirsak (*Annona muricata* L.) Terhadap Pertumbuhan Jamur Aspergillus sp. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa ...*, 5(2), 88–92. <http://www.jim.unsyiah.ac.id/FKH/article/view/16525>
- Hayati, R., Fadhil, R., & Agustina, R. (2017). Analisis Kualitas *Sauerkraut* (Asinan Jerman) dari Kol (*Brassica oleracea*) selama Fermentasi dengan Variasi Konsentrasi Garam. *Rona Teknik Pertanian*, 10(2), 18–34. <https://doi.org/10.17969/rtp.v10i2.8937>
- Hetherington, S. V., Henwick, S., Parham, D. M., & Patrick, C. C. (1994). Monoclonal antibodies against a 97-kilodalton antigen from *Aspergillus flavus*. *Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology*, 1(1), 63–67. <https://doi.org/10.1128/cdli.1.1.63-67.1994>
- Indriani, C., Fadhila, F. R., & Kodariah, L. (2020). Identification Of *Aspergillus* Sp Growth On White Bread Against Storage Temperature. *Jurnal Kesehatan Rajawali*, 10(2), 92–103.
- Irma. (2013). Optimasi Media Pertumbuhan *Aspergillus niger* dengan menggunakan Tepung Singkong. *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*, 12–26.
- Isnawiyah, Sudjani, M. N., & Rianti, T. S. M. (2023). Analisis Pendapatan Usahatani Dan Pemasaran Sayuran Kubis Di Desa Tulungrejo Kecamatan Bumiaji Kota Batu Jawa Timur. *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian Dan Agribisnis*, 1(2).
- Kurniawati, R., Rahmawati, U., & Suyana. (2021). Pemanfaatan Tepung Beras Putih (*Oryza sativa* L.) Varietas IR64 Sebagai Media Alternatif untuk Pertumbuhan Jamur *Aspergillus flavus*. *Journal of Nursing and Public Health*, 9(2), 88–93. <https://doi.org/10.37676/jnph.v9i2.1806>
- Kusuma, G. A., Antara, N. S., & Suwariani, N. P. (2019). Fermentasi Produksi Asam Sitrat menggunakan *Aspergillus Niger* ATCC 16404 dengan Substrat Hidrolisat Cair Limbah Padat Industri Brem. *Jurnal Rekayasa an Manajemen Agroindustri*, 7(4), 615–625. <https://doi.org/10.24843/jrma.2019.v07.i04.p13>
- Lindawati, S., & Rini, C. S. (2019). Identifikasi *Aspergillus flavus* pada Kue Pia yang Di Jual Di Dusun Warurejo Kabupaten Pasuruan. *Medicra (Journal of Medical Laboratory Science/Technology)*, 2(2), 56–62. <https://doi.org/10.21070/medicra.v2i2.1618>
- Lisa Nathalie. (2011). *A Study On Aspergillus flavus (Norderstedt Germany: GRIN Verlag)*.
- Miskiyah. (2005). Pemanfaatan *Aspergillus niger* sebagai Penghasil Enzim. *Prosiding Seminar Nasional Hasil-Hasil Penelitian/Pengkajian Spesifik*, 675–680.
- Rahayu, A., & Perdana, A. S. (2018). Analisis Jenis-Jenis Limbah Pasar Sebagai Pakan Ternak Di Kota Magelang. *Prosiding Seminar Teknologi Dan Agribisnis Peternakan*

VI, 110–114.

- Rodrigues, P., Soares, C., Kozakiewicz, Z., Paterson, R. R. M., & Lima, N. (2007). Identification and characterization of *Aspergillus flavus* and aflatoxins. *Communicating Current Research and Educational Topics and Trends in Applied Microbiology*, 527–534.
- Sastro, Y., Widiyanto, D., & Shiddieq, D. (2019). Sekresi Asam-asam Organik oleh *Aspergillus niger* YD 17 yang Ditumbuhkan dengan Batuan Fosfat. *Biota : Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, XI(3), 67–175. <https://doi.org/10.24002/biota.v11i3.2544>
- Satora, P., Skotniczny, M., Strnad, S., & Ženišová, K. (2020). Yeast microbiota during *sauerkraut* fermentation and its characteristics. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(24), 9699. <https://doi.org/10.3390/ijms21249699>
- Siddeeg, A., Afzaal, M., Saeed, F., Ali, R., Shah, Y. A., Shehzadi, U., Ateeq, H., Waris, N., Hussain, M., Raza, M. A., & Al-Farga, A. (2022). Recent updates and perspectives of fermented healthy super food *sauerkraut*: a review. *International Journal of Food Properties*, 25(1), 2320–2331. <https://doi.org/10.1080/10942912.2022.2135531>
- Sukmawati, D., Wahyudi, P., Rahayu, S., Moersilah, M., Handayani, T., Rustam, K. Y., & Puspitasari, S. I. (2018). Skrining Kapang *Aspergillus* spp. Penghasil Aflatoksin Pada Jagung Pipilan Di Daerah Bekasi, Jawa Barat. *Al-Kaunyah: Jurnal Biologi*, 11(2), 151–162. <https://doi.org/10.15408/kaunyah.v11i2.6961>
- Sunarti. (2015). Pengamatan Hama dan Penyakit Penting Tanaman Kubis Bunga (*Brassica oleracea* Var. *Botritys* L.) Dataran Rendah. *Jurnal Agroqua*, 13(2), 74–80. <https://journals.unihaz.ac.id/index.php/agroqua/article/view/18/10>
- Thakur, P. K., & Kabir, J. (2015). Effect of salt concentration on the quality of *sauerkraut*. *Environment & Ecology*, 11(1), 46–48. <https://www.researchgate.net/publication/279187687%0AEffect>
- Xiong, T., Li, J., Liang, F., Wang, Y., Guan, Q., & Xie, M. (2016). Effects of salt concentration on Chinese *sauerkraut* fermentation. *LWT - Food Science and Technology*, 69, 169–174. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.12.057>