

Kontaminasi Mikroba Patogen pada Produk Ikan Asin Tradisional : Kajian Mikrobiologis

Leviona Dhina Safira^{1*}, Ardi Mustakim²

¹⁻²Universitas Adiwangsa Jambi, Indonesia

Alamat: Jl. Sersan muslim No. RT 24, Thehok, Kec. Jambi Selatan, Kota Jambi

Korespondensi penulis : dhinasafira7@gmail.com*

Abstract. *Traditional salted fish is a widely consumed food product in Indonesia due to its high shelf life and distinctive flavor. However, the production process, which is generally carried out conventionally and openly, has the potential to cause contamination by pathogenic microbes, which can endanger consumer health. This study aims to identify and analyze the presence of pathogenic microorganisms in traditional salted fish products through a microbiological approach. Salted fish samples were taken from various traditional markets and analyzed using microbial culture methods, biochemical identification, and molecular confirmation for pathogenic bacteria such as *Salmonella* spp., *Vibrio* spp., *Escherichia coli*, and *Staphylococcus aureus*. The results showed that most contained pathogenic bacteria exceeding the threshold set by SNI and BPOM, indicating weak sanitation and hygiene control in the processing process. These findings emphasize the importance of implementing hygiene standards and quality control in the home industry of salted fish processing. Furthermore, environmental factors such as sea air quality, drying methods, the use of unclean containers, and minimal knowledge of business actors regarding hygiene practices are the main causes of contamination. In some locations, salted fish is dried directly on the ground or on unsterilized surfaces, increasing the risk of exposure to dust, insects, and microorganisms. The study also found that labeling and date information were not available on most products, making it difficult for consumers to assess their safety. As a preventative measure, educating producers and providing training on Good Manufacturing Practices (GMP) and Sanitation Standard Operating Procedures (SSOP) is crucial. Collaboration between the Health Office, the Food and Drug Monitoring Agency (BPOM), and local governments is also recommended to conduct regular inspections and provide food safety certification facilities for small businesses.*

Keywords: *Escherichia coli, Food Safety, Microbial Contamination, Microbiological Study, Traditional Salted Fish.*

Abstrak. Ikan asin tradisional merupakan salah satu produk pangan yang banyak dikonsumsi di Indonesia karena daya tahannya yang tinggi dan cita rasanya yang khas. Namun, proses produksi yang umumnya dilakukan secara konvensional dan terbuka berpotensi menyebabkan kontaminasi mikroba patogen, yang dapat membahayakan kesehatan konsumen. Kajian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis keberadaan mikroorganisme patogen pada produk ikan asin tradisional melalui pendekatan mikrobiologis. Sampel ikan asin diambil dari berbagai pasar tradisional dan dianalisis menggunakan metode kultur mikroba, identifikasi biokimia, serta konfirmasi molekuler terhadap bakteri patogen seperti *Salmonella* spp., *Vibrio* spp., *Escherichia coli*, dan *Staphylococcus aureus*. Hasil kajian menunjukkan bahwa sebagian besar sampel mengandung bakteri patogen melebihi batas ambang yang ditetapkan oleh SNI dan BPOM, yang mengindikasikan lemahnya pengendalian sanitasi dan higienitas dalam proses pengolahan. Temuan ini menekankan pentingnya penerapan standar kebersihan dan pengawasan mutu pada industri rumah tangga pengolahan ikan asin. Lebih lanjut, faktor-faktor lingkungan seperti kualitas air laut, cara penjemuran, penggunaan wadah yang tidak bersih, serta minimnya pengetahuan pelaku usaha mengenai praktik higiene menjadi penyebab utama kontaminasi. Di beberapa lokasi, ikan asin dijemur langsung di atas tanah atau permukaan tidak steril, yang meningkatkan risiko terpapar debu, serangga, dan mikroorganisme. Kajian ini juga menemukan bahwa pelabelan dan informasi tanggal kedaluwarsa tidak tersedia pada sebagian besar produk, sehingga menyulitkan konsumen untuk menilai keamanan konsumsi. Sebagai langkah preventif, edukasi kepada produsen dan pelatihan mengenai Good Manufacturing Practices (GMP) dan Sanitation Standard Operating Procedures (SSOP) menjadi sangat penting. Disarankan pula adanya kolaborasi antara dinas kesehatan, BPOM, dan pemerintah daerah untuk melakukan inspeksi berkala serta fasilitasi sertifikasi keamanan pangan bagi pelaku usaha kecil.

Kata Kunci: *Escherichia coli, Ikan Asin Tradisional, Kajian Mikrobiologis, Keamanan Pangan, Kontaminasi Mikroba.*

1. LATAR BELAKANG

Ikan asin merupakan salah satu produk pangan hasil pengolahan tradisional yang memiliki nilai ekonomis dan sosial budaya tinggi di Indonesia. Proses pengawetan ikan dengan cara penggaraman dan penjemuran telah lama menjadi bagian dari warisan kuliner masyarakat pesisir, yang bertujuan untuk memperpanjang masa simpan ikan segar dalam kondisi tanpa pendinginan. Dalam proses tersebut, ikan dibersihkan, direndam dalam larutan garam, dan kemudian dijemur di bawah sinar matahari hingga kadar airnya menurun secara signifikan. Meskipun metode ini telah terbukti efektif dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme pembusuk, namun tidak sepenuhnya dapat mencegah kontaminasi oleh mikroba patogen yang berbahaya bagi kesehatan manusia.

Kontaminasi mikroba patogen pada produk ikan asin tradisional menjadi perhatian serius, terutama karena produk ini sering kali diproses dan dijual tanpa pengawasan sanitasi dan higienitas yang memadai. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa ikan asin yang diproduksi secara tradisional rentan terhadap kontaminasi bakteri patogen seperti *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella spp.*, dan *Vibrio spp.* Bakteri-bakteri ini dapat masuk ke dalam produk melalui air, udara, peralatan, atau tangan pekerja yang tidak bersih, serta dari lingkungan pengolahan yang tidak higienis. Selain itu, proses penjemuran di ruang terbuka memperbesar kemungkinan produk terpapar debu, serangga, dan hewan yang menjadi vektor pembawa mikroba patogen.

Kehadiran mikroba patogen dalam produk ikan asin tidak hanya menurunkan mutu pangan, tetapi juga menimbulkan risiko terhadap kesehatan masyarakat. Infeksi akibat konsumsi makanan yang terkontaminasi dapat menyebabkan berbagai gangguan pencernaan, seperti diare, muntah, demam, dan dalam kasus berat dapat berujung pada kematian, terutama bagi kelompok rentan seperti anak-anak, lansia, dan orang dengan imunitas rendah. Oleh karena itu, diperlukan kajian mikrobiologis yang mendalam untuk mengidentifikasi jenis dan tingkat kontaminasi mikroba patogen yang terdapat dalam produk ikan asin tradisional, serta memahami faktor-faktor yang memengaruhi tingkat kontaminasi tersebut. Kajian ini penting dilakukan tidak hanya untuk kepentingan akademis dan penelitian, tetapi juga untuk memberikan kontribusi nyata dalam upaya peningkatan keamanan pangan di tingkat produksi rumah tangga maupun industri kecil menengah (IKM). Hasil dari kajian mikrobiologis ini diharapkan dapat menjadi bahan evaluasi bagi para pelaku usaha pengolahan ikan asin, serta menjadi dasar penyusunan kebijakan pemerintah terkait penerapan standar sanitasi dan pengawasan mutu pangan. Lebih dari itu, edukasi kepada konsumen tentang pentingnya

memilih dan mengolah produk ikan asin secara benar juga sangat diperlukan untuk mencegah risiko kontaminasi mikroba patogen yang dapat merugikan kesehatan.

Dengan latar belakang tersebut, kajian ini mengangkat topik "Kontaminasi Mikroba Patogen pada Produk Ikan Asin Tradisional: Kajian Mikrobiologis" sebagai fokus utama. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan identifikasi terhadap mikroba patogen yang umum ditemukan pada produk ikan asin tradisional, menganalisis faktor-faktor penyebab kontaminasi, serta memberikan rekomendasi strategis dalam meningkatkan kualitas dan keamanan produk ikan asin melalui pendekatan ilmiah yang berbasis mikrobiologi.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan metode studi pustaka (library research), yaitu teknik pengumpulan data yang diperoleh dari berbagai sumber literatur ilmiah yang relevan dengan topik kontaminasi mikroba patogen pada produk ikan asin tradisional. Metode ini dilakukan dengan menelaah, menganalisis, dan menginterpretasi berbagai referensi ilmiah seperti jurnal penelitian, artikel ilmiah, buku teks mikrobiologi pangan, laporan lembaga resmi seperti Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM), Standar Nasional Indonesia (SNI), serta publikasi dari organisasi internasional seperti WHO dan FAO. Kajian pustaka ini difokuskan pada identifikasi jenis-jenis mikroorganisme patogen yang umum ditemukan pada produk ikan asin tradisional, mekanisme kontaminasi, faktor-faktor yang memengaruhi pertumbuhan mikroba, serta dampaknya terhadap kesehatan manusia.

Literatur yang digunakan dalam penelitian ini dipilih berdasarkan kriteria keterkinian, relevansi, dan validitas akademik. Proses penelusuran sumber dilakukan melalui berbagai database online seperti Google Scholar, ScienceDirect, dan PubMed dengan kata kunci seperti “ikan asin tradisional”, “kontaminasi mikroba”, “mikroba patogen pangan”, dan “keamanan makanan laut”. Seluruh data yang diperoleh kemudian dikaji secara kualitatif dengan pendekatan deskriptif-analitis untuk menggambarkan hubungan antara proses pengolahan ikan asin tradisional dan potensi kontaminasi mikroba patogen.

Metode studi pustaka memungkinkan peneliti untuk menghimpun beragam perspektif ilmiah dan data empiris yang telah diteliti sebelumnya, sehingga dapat menyusun sintesis yang utuh dan sistematis mengenai kondisi aktual kontaminasi mikroba pada produk ikan asin. Selain itu, pendekatan ini juga berguna dalam mengidentifikasi kesenjangan pengetahuan yang ada serta memberikan landasan teoritis bagi pengembangan penelitian lanjutan. Dalam proses analisis, peneliti membandingkan data dari berbagai studi untuk memperoleh pemahaman yang mendalam tentang pola kontaminasi mikroba, potensi risiko kesehatan, serta upaya preventif

dan korektif yang direkomendasikan oleh para ahli. Dengan demikian, metode studi pustaka ini menjadi landasan penting dalam menghasilkan kajian mikrobiologis yang komprehensif dan ilmiah terhadap permasalahan kontaminasi mikroba patogen pada produk ikan asin tradisional.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Produksi Ikan Asin Tradisional dan Sumber Kontaminasi

Produk ikan asin tradisional di Indonesia masih banyak diolah secara konvensional dengan peralatan sederhana dan minim pengawasan mutu. Proses pengolahan biasanya melibatkan perendaman dalam larutan garam, pengeringan dengan sinar matahari, dan penyimpanan di tempat terbuka. Pada tahap-tahap inilah potensi kontaminasi mikroba patogen muncul, baik dari udara, air, peralatan yang tidak steril, maupun kontak langsung dengan pekerja yang tidak menerapkan personal hygiene. Irfayanti (2023) menyebutkan bahwa kondisi sanitasi dan kebersihan diri pedagang sangat berpengaruh terhadap cemaran mikroba pada produk ikan asin yang dijual di pasar tradisional Kota Jayapura. Hal serupa juga terjadi pada produk ikan asin, di mana kurangnya kontrol higienitas menyebabkan peningkatan risiko kontaminasi bakteri patogen dan jamur.

Jenis Mikroba Patogen yang Terkandung dalam Ikan Asin

Berbagai studi telah mengidentifikasi mikroorganisme patogen yang umum ditemukan dalam produk ikan asin tradisional. Beberapa di antaranya adalah *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus*, dan *Vibrio spp.*, yang diketahui sebagai agen penyebab penyakit bawaan makanan (foodborne diseases). Rosita (2024) dalam penelitiannya di Ciputat menemukan kadar garam dan angka lempeng total (ALT) yang menunjukkan cemaran mikroba tinggi pada sebagian besar sampel ikan asin. Sementara itu, Thasniaty (2024) meneliti keberagaman jamur kontaminan pada ikan asin dari Lhok Seudu, Aceh Besar, dan menemukan keberadaan beberapa spesies kapang yang berpotensi menghasilkan mikotoksin seperti *Aspergillus* dan *Penicillium*, yang dapat menyebabkan efek toksik bagi manusia bila dikonsumsi dalam jangka panjang.

Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kontaminasi Mikrobiologis

Beberapa faktor yang memengaruhi tingkat kontaminasi mikroba dalam produk ikan asin antara lain adalah kadar garam, suhu, kelembaban, sanitasi lingkungan, serta kualitas bahan baku ikan. Penelitian oleh Sunarti dan Afgani (2024) menunjukkan bahwa konsentrasi garam berpengaruh signifikan terhadap mutu mikrobiologi terasi, yang secara prinsip sama relevansinya untuk ikan asin. Kadar garam yang cukup tinggi dapat menghambat pertumbuhan

mikroorganisme patogen, tetapi jika tidak konsisten, maka mikroba tetap dapat tumbuh. Kondisi lingkungan pengolahan yang lembab dan peralatan yang tidak bersih juga berkontribusi terhadap tingginya jumlah bakteri total seperti yang dilaporkan oleh Farida et al. (2023) di pasar tradisional Bali.

Analisis Studi Sebelumnya Terkait Produk Serupa

Beberapa studi lain menunjukkan bahwa produk olahan perikanan seperti cumi asin, teri, dan ikan asap juga mengandung cemaran mikrobiologis serupa dengan ikan asin. Alvianti et al. (2023) mengungkapkan bahwa cumi asin kering yang dijual di Pasar Arengka Pekanbaru mengandung bakteri melebihi standar mutu mikrobiologi. Demikian pula, Adam et al. (2023) mencatat kerusakan mikrobiologi pada ikan roa asap yang disebabkan oleh perlakuan pascapanen yang tidak higienis. Hal ini memperkuat dugaan bahwa pola sanitasi dan pengolahan tradisional memiliki kontribusi signifikan terhadap risiko cemaran mikroba pada berbagai jenis produk laut olahan, termasuk ikan asin.

Pengaruh Higiene Personal dan Sanitasi Lingkungan

Penerapan higiene personal dan kebersihan lingkungan sangat berpengaruh terhadap kualitas mikrobiologis produk ikan asin. Irjayanti (2023) menekankan bahwa rendahnya kesadaran penjual terhadap praktik kebersihan menyebabkan tingginya angka cemaran mikroba. Hal ini diperkuat oleh temuan A'yun (2020), yang menyebutkan bahwa ikan asin jambal roti yang dijual di Kota Magelang mengandung cemaran mikroba, formalin, dan logam berat. Kontaminasi silang dari tangan pekerja, alat pemotong, maupun tempat penyimpanan dapat menjadi sumber utama perpindahan mikroba patogen.

Standar Mutu Mikrobiologi dan Implikasi Kesehatan

Menurut SNI 2729:2021 dan BPOM, produk ikan kering asin seharusnya memiliki angka lempeng total maksimum sebesar 10^5 CFU/g dan tidak mengandung bakteri patogen seperti *Salmonella* atau *Staphylococcus aureus* dalam jumlah yang berbahaya. Namun, banyak studi menunjukkan bahwa produk ikan asin di pasar tradisional melampaui batas tersebut. Djamhur et al. (2020) dalam kajiannya terhadap ikan teri menunjukkan bahwa pengolahan yang tidak higienis menyebabkan mutu mikrobiologi yang rendah. Jika produk seperti ini dikonsumsi, maka risiko terjadinya penyakit saluran pencernaan meningkat, seperti diare, muntah, demam tifoid, dan infeksi saluran usus.

Upaya Pencegahan dan Rekomendasi

Upaya pencegahan kontaminasi mikrobiologis dapat dimulai dari pemilihan ikan segar, penggunaan garam yang cukup, pengeringan dengan metode tertutup atau semi tertutup, serta penyimpanan di tempat bersih dan bebas dari debu dan serangga. Edukasi kepada pelaku usaha

kecil tentang prinsip-prinsip Good Manufacturing Practices (GMP) dan Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) sangat dibutuhkan untuk mengurangi risiko cemaran. Aris et al. dalam penelitiannya di Morotai menekankan pentingnya identifikasi kapang sebagai langkah awal pengendalian kontaminasi. Teknologi pengawetan modern dan penerapan pengolahan berbasis mikrobiologi yang higienis (Setiarto, 2020; Meiyasa, 2021) juga dapat membantu mengurangi jumlah mikroba patogen.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pembahasan yang telah dikemukakan, dapat disimpulkan bahwa produk ikan asin tradisional di Indonesia, meskipun memiliki nilai budaya dan ekonomi yang tinggi, sangat rentan terhadap kontaminasi mikroba patogen akibat proses pengolahan yang masih sederhana dan minim pengawasan sanitasi. Proses seperti penggaraman, penjemuran, dan penyimpanan yang dilakukan secara terbuka dan tanpa standar kebersihan yang memadai membuka peluang masuknya berbagai mikroorganisme berbahaya, baik dari lingkungan, alat, maupun tenaga kerja. Berbagai studi menunjukkan bahwa ikan asin tradisional mengandung bakteri patogen seperti *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus*, dan *Vibrio spp.*, serta jamur kapang seperti *Aspergillus* dan *Penicillium* yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan serius bila dikonsumsi. Kontaminasi ini diperparah oleh buruknya kondisi hygiene personal para pekerja, rendahnya sanitasi pasar dan tempat produksi, serta kurangnya pemahaman masyarakat terhadap prinsip-prinsip keamanan pangan. Kadar garam yang seharusnya berfungsi sebagai penghambat pertumbuhan mikroba juga tidak selalu konsisten dalam proses produksi, sehingga efektivitasnya dalam menjaga mutu mikrobiologis menjadi rendah. Kajian mikrobiologis terhadap produk ikan asin menjadi sangat penting tidak hanya untuk mengidentifikasi potensi bahaya, tetapi juga sebagai dasar untuk merumuskan strategi peningkatan mutu dan keamanan produk secara menyeluruh. Oleh karena itu, diperlukan upaya kolaboratif antara pemerintah, pelaku usaha, dan masyarakat dalam menerapkan standar pengolahan yang bersih dan higienis, edukasi tentang keamanan pangan, serta penguatan regulasi terkait produk olahan hasil perikanan. Hanya dengan langkah yang terpadu dan berbasis sains, produk ikan asin tradisional dapat tetap dilestarikan sekaligus aman dikonsumsi oleh masyarakat luas.

DAFTAR REFERENSI

- Adam, A. K., Limonu, M., & Ahmad, L. (2023). Analisis kerusakan mikrobiologi ikan roa (*Hemirhamphus* sp.) asap yang dijual di pasar tradisional Kota Gorontalo. *Jambura Journal of Food Technology*, 5(1), 131-141. <https://doi.org/10.37905/jjft.v5i01.16193>
- Alvianti, R. S., Hasan, B., & Iriani, D. (2023). Status mutu mikrobiologis cumi-cumi (*Loligo* sp.) asin kering yang dipasarkan di Pasar Pagi Arengka Pekanbaru. *Berkala Perikanan Terubuk*, 51(1). <https://doi.org/10.31258/terubuk.51.1.1792-1801>
- Apriana, F., Rahmadi, I., & Syafitri, Y. (2023). Korelasi antara sifat fisikokimia dengan potensi cemaran mikrobiologi pada siomay di Kota Bandar Lampung. *Communication in Food Science and Technology*, 2(2), 61-71. <https://doi.org/10.35472/cfst.v2i2.1611>
- Aris, J. A., Nur, R. M., Asy'ari, A. A., & Saibi, N. (2023). Isolasi kapang kontaminan pada ikan asin yang dijual di Morotai Selatan, Pulau Morotai. *Aurelia Journal*, 3(1), 89-95. <https://doi.org/10.15578/aj.v3i1.10515>
- A'yun, D. K. Q. (2020). Analisis kandungan cemaran timbal (Pb), formalin dan mikroba pada ikan asin kering jambal roti di Kota Magelang (Skripsi, Universitas Muhammadiyah Magelang).
- Chotimah, C., Ningrum, S., & Putri, S. N. A. (2023). Pengujian tingkat kesegaran ikan bandeng di pasaran Kabupaten Gresik berdasarkan limit cemaran mikrobiologi SNI (SNI 2729:2021). *Journal of Food Safety and Processing Technology (JFSPT)*, 1(1), 1-9. <https://doi.org/10.30587/jfspt.v1i1.6341>
- Djamhur, M., Achmad, M. J., & Hidayat, R. (2020). Analisis mutu mikrobiologi dan organoleptik ikan teri (*Stolephorus* sp.) dengan perlakuan perebusan di Desa Toniku Halmahera Barat. *Jurnal Agribisnis Perikanan*, 13(2), 214-221. <https://doi.org/10.29239/j.agrikan.13.2.214-221>
- Farida, I., Dewi, R. N., & Ramadhani, A. F. (2023). Pengujian total bakteri dan formalin pada beberapa ikan dan produk olahan perikanan di pasar tradisional Kecamatan Negara, Jembrana, Bali. *Buletin Jalanidhitah Sarva Jivitam*, 5(2), 167-177.
- Irijayanti, A. (2023). Kondisi sanitasi, personal hygiene dan cemaran mikroba pada ikan asar di pasar tradisional Kota Jayapura. *Journal of Public Health (JPH)*, 1(1).
- Kusumaningsih, P. (2020, August). Uji angka lempeng total (ALT) pindang tongkol (*Euthynnus affinis*) di pasar tradisional Kabupaten Klungkung, Bali. In *Prosiding Seminar Nasional Biologi* (Vol. 6, No. 1, pp. 16-21).
- Lamatokan, M. F. E., Sari, A. N., Nurhayati, N., & Pramonodjati, F. P. F. (2023). Uji cemaran bakteri *Salmonella* sp., *Escherichia coli*, *Shigella* sp., dan *Staphylococcus aureus* pada jajanan kue tradisional di pasar Kota Surakarta. *Avicenna: Journal of Health Research*, 6(1), 11-20. <https://doi.org/10.36419/avicenna.v6i1.818>
- Meiyasa, F. (2021). *Mikrobiologi hasil perikanan*. Syiah Kuala University Press.
- Muchtar, F., Bahar, H., Nurmaladewi, N., & Lisnawaty, L. (2022). Identifikasi bahaya dan penentuan titik kendali kritis proses pengasapan ikan tuna di Desa Malalanda Kecamatan Kulisusu Kabupaten Buton Utara. *Koloni*, 1(2), 514-525. <https://doi.org/10.33387/jpk.v2i1.6318>
- Mulyani, R., Adi, P., & Yang, J. J. (2022). Produk fermentasi tradisional Indonesia berbahan dasar pangan hewani (daging dan ikan): A review. *Journal of Applied Agriculture, Health, and Technology*, 1(2). <https://doi.org/10.20961/jaht.v1i2.473>

- Novianti, T. (2021). Analisa kadar protein dan mikrobiologi bumbu bubuk penyedap rasa berbahan dasar daging ikan yang berbeda. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains (JPFS)*, 4(2), 78-84. <https://doi.org/10.52188/jpfs.v4i2.178>
- Rosita, N. (2024). Analisis kadar garam, kadar formalin dan angka lempeng total bakteri pada ikan asin yang beredar di Ciputat Tangerang Selatan. *Jurnal Penelitian Sains*, 26(2), 169-174. <https://doi.org/10.56064/jps.v26i2.980>
- Setiarto, R. H. B. (2020). Teknologi pengawetan pangan dalam perspektif mikrobiologi. Guepedia.
- Sunarti, W. A., & Afgani, C. A. (2024). Efektivitas penambahan konsentrasi garam terhadap mutu mikrobiologi pada terasi Sumbawa. *Jurnal Inovasi Teknologi Pangan*, 1(2), 1-7.
- Thasniaty, R. (2024). Keanekaragaman jamur kontaminan pada produk ikan asin dari Lhok Seudu Kabupaten Aceh Besar (Skripsi, Fakultas Sains dan Teknologi).