

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Naskah kuno merupakan salah satu aset penting warisan budaya yang memiliki nilai historis, sosial, budaya, dan keagamaan. Naskah ini memuat hasil pemikiran, pengetahuan, dan ekspresi intelektual masyarakat masa lalu, yang mencakup informasi tentang sejarah, hukum adat, tradisi, ajaran keagamaan, pengobatan tradisional, dan karya sastra (Baried dkk., 1994; Fathurahman, 2015). Kandungan pengetahuan tersebut menjadikan naskah kuno sebagai bagian dari warisan budaya takbenda (*intangible cultural heritage*), karena nilai utamanya berasal dari isi, makna, bahasa, dan sistem pengetahuan yang dikandungnya (UNESCO, 2003). Sebagai sumber primer yang autentik, naskah kuno memiliki relevansi sosial dan budaya yang tetap penting bagi masyarakat kontemporer (Chambert-Loir, 2013; S. O. Robson, 2002).

Selain sebagai warisan budaya takbenda, naskah kuno juga tergolong warisan budaya bendawi (*tangible cultural heritage*) karena memiliki bentuk fisik yang konkrit dan material. Naskah ditulis pada berbagai media, antara lain batu, logam, lontar, kulit kayu, daluwang, bambu, dan kertas, termasuk kertas Eropa (Bansa & Strlič, 2023; Brown, 2015). Sehingga pelestarian naskah kuno tidak hanya difokuskan pada kandungan informasinya, tetapi juga pada perlindungan aspek materialnya sebagai artefak budaya. Upaya konservasi, restorasi, dan digitalisasi menjadi strategi penting dalam menjaga keberlanjutan nilai budaya dan ilmiah naskah (UNESCO, 2003).

Di Indonesia, khususnya di Sulawesi Selatan, sejumlah naskah kuno berbahan kertas Eropa disimpan di institusi pelestarian, salah satunya Museum La Galigo. Kertas Eropa mulai digunakan secara luas sejak abad ke-17 seiring masuknya bangsa Eropa dan meningkatnya aktivitas perdagangan internasional, menggantikan sebagian penggunaan media tulis lokal seperti lontar, daluwang, dan bambu (Baried dkk., 1994; Brown, 2015). Naskah-naskah ini memuat berbagai informasi penting mengenai tradisi, hukum adat, sejarah, dan ajaran keagamaan, yang menjadi bagian dari identitas budaya masyarakat setempat.

Seiring waktu, naskah kuno mengalami berbagai bentuk kerusakan atau deteriorasi. Deteriorasi naskah tidak hanya disebabkan oleh faktor usia bahan, tetapi juga oleh faktor lingkungan, karakter bahan dasar penulisan, aktivitas mikroorganisme, dan perlakuan manusia terhadap koleksi (Strlič, 2015; Zervos, 2010b). Meskipun kertas Eropa memiliki kualitas yang relatif lebih baik dibandingkan kertas tradisional, bahan ini tetap rentan terhadap degradasi fisik, kimia, dan biologis. Fluktuasi suhu dan kelembapan dapat mempercepat reaksi hidrolisis dan oksidasi selulosa, menyebabkan kerapuhan kertas. Selain itu, paparan polutan udara seperti sulfur dioksida (SO₂), nitrogen oksida (NO₂), dan ozon, serta cahaya ultraviolet, dapat mempercepat kerusakan tinta dan struktur serat kertas (Strlič dkk., 2004; Zervos, 2010).

Kerusakan naskah kuno juga dipengaruhi oleh faktor biologis. Kertas bersifat higroskopis dan mengandung sumber karbon yang melimpah bagi organisme heterotrofik, sehingga rentan terhadap pertumbuhan jamur dan mikroorganisme lainnya (Sequeira dkk., 2012; Zervos, 2010b). Beberapa spesies jamur yang ditemukan pada naskah berbahan kertas antara lain *Aspergillus niger*, *A. terreus*, *A. ustus*, *Alternaria* sp., dan *Penicillium* sp. (Sequeira dkk., 2012). Selain itu, kerusakan biologis dapat terjadi akibat serangan hewan pengerat dan serangga seperti rayap, *silverfish*, *booklice*, dan kecoa (Florian, 2002).

Museum La Galigo sebagai lembaga penyimpan dan pengelola koleksi naskah kuno, memiliki tanggung jawab besar dalam menjaga kelestarian naskah. Sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2015 tentang Museum, museum berperan dalam perlindungan, perawatan, penelitian, dan penyebarluasan koleksi kepada publik (Indonesia, 2015). Kondisi lingkungan penyimpanan, sistem penataan koleksi, serta keterbatasan sarana konservasi merupakan faktor yang dapat memengaruhi tingkat kerusakan naskah. Beberapa bentuk kerusakan yang umum ditemukan meliputi kertas menguning, kerapuhan, sobekan, pemudaran dan korosi tinta, noda *foxing*, serta pertumbuhan jamur.

Berdasarkan observasi awal, naskah yang dipamerkan di Museum La Galigo menunjukkan berbagai gejala deteriorasi tersebut. Penelitian sebelumnya oleh Nurhamila (2016) masih bersifat deskriptif dan belum menyajikan data kuantitatif maupun analisis ilmiah terhadap bahan kertas, tinta, dan perekat. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memperoleh gambaran menyeluruh mengenai kondisi fisik, jenis kerusakan, dan faktor penyebab kerusakan naskah.

Penelitian ini difokuskan pada dua naskah berbahan kertas Eropa, yaitu Naskah *Sikkiri Tujua* dan Naskah Riwayat Nabi dan Rasul, yang menjadi koleksi Museum La Galigo. Analisis kondisi fisik, jenis kerusakan, dan faktor penyebab diharapkan dapat memberikan gambaran komprehensif mengenai tingkat deteriorasi serta menjadi dasar dalam penyusunan rekomendasi konservasi yang tepat. Sebelum melakukan kegiatan konservasi, penting untuk mengidentifikasi secara tepat berbagai jenis kerusakan yang terjadi pada naskah kuno. Michaelsen (2016) menekankan bahwa kurangnya pemahaman terhadap agen kerusakan, khususnya mikroorganisme, dapat menyebabkan metode konservasi yang diterapkan menjadi tidak tepat dan berpotensi menimbulkan masalah baru. Oleh karena itu, identifikasi jenis dan faktor kerusakan merupakan tahap awal yang krusial dalam perencanaan konservasi, sehingga metode yang diterapkan sesuai dengan kondisi dan kebutuhan koleksi (Fatmawati, 2018).

Dengan demikian, penelitian ini penting dilakukan sebagai upaya pelestarian warisan budaya tertulis sekaligus sebagai kontribusi ilmiah dalam bidang konservasi naskah kuno, khususnya naskah berbahan kertas di lingkungan museum.

1.2 Permasalahan Penelitian

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana kondisi fisik dan jenis kerusakan yang terdapat pada Naskah *Sikkiri Tujua* dan Naskah Riwayat Nabi dan Rasul di Museum La Galigo?
2. Apa saja faktor intrinsik dan ekstrinsik yang mempengaruhi deteriorasi kedua naskah tersebut?
3. Bagaimana strategi konservasi preventif dan kuratif yang direkomendasikan berdasarkan kondisi dan faktor deteriorasi kedua naskah tersebut?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mendeskripsikan kondisi fisik dan jenis kerusakan pada Naskah *Sikkiri Tujua* dan Naskah Riwayat Nabi dan Rasul di Museum La Galigo.
2. Mengidentifikasi faktor intrinsik dan ekstrinsik yang mempengaruhi deteriorasi kedua naskah di Museum La Galigo.
3. Merumuskan rekomendasi konservasi preventif dan kuratif berdasarkan hasil analisis kondisi dan faktor deteriorasi kedua naskah.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Manfaat Akademik

Memberikan kontribusi ilmiah dalam bidang konservasi naskah kuno, khususnya naskah berbahan kertas Eropa dan diharapkan menjadi referensi bagi peneliti lain yang ingin melakukan studi konservasi, pelestarian, dan analisis deteriorasi naskah kuno di Indonesia maupun di Kawasan Nusantara.

2. Manfaat Praktis

- a. Memberikan informasi yang dapat digunakan oleh Museum La Galigo dan institusi sejenis dalam merancang strategi konservasi, perawatan, dan penyimpanan naskah kuno.
- b. Membantu meningkatkan kualitas pengelolaan koleksi naskah kuno agar lebih aman dari kerusakan akibat faktor lingkungan, bahan, maupun mikroorganisme.
- c. Mendukung pengambilan kebijakan pelestarian koleksi berbahan kertas Eropa di lingkungan museum daerah.

1.5 Tinjauan Pustaka

1.5.1 Naskah Kuno berbahan Kertas Eropa

Sejak abad ke-17 hingga awal abad ke-20, kertas Eropa menjadi media penulisan utama di Nusantara, menggantikan bahan tradisional seperti lontar, daluang, bambu, atau kulit kayu (S. Robson, 2002). Kertas Eropa umumnya dibuat dari serat linen atau kapas (*rag paper*), yang memberikan kekuatan mekanis lebih baik dan ketahanan terhadap penuaan dibandingkan kertas lokal. *Rag paper* memiliki struktur serat yang panjang dan padat, sehingga relatif tahan terhadap robekan dan deformasi, serta dapat menyerap tinta secara merata, mendukung penulisan naskah yang jelas dan rapi.

Selain kualitas fisik kertas, salah satu aspek penting dalam naskah Eropa adalah penggunaan tinta *iron gall ink*. Tinta ini dibuat dari asam galat yang diekstrak dari kulit kayu atau biji tanaman, dicampur dengan garam besi (*ferrous sulfate*) dan air. *Iron gall ink* banyak digunakan pada naskah Nusantara karena menghasilkan

tulisan yang tahan lama, gelap, dan permanen (Zervos, 2010b). Kandungan senyawa besi dalam tinta membuat tulisan menempel kuat pada serat kertas, namun dalam jangka panjang dapat memicu korosi tinta, yaitu reaksi oksidasi yang dapat merusak serat selulosa di bawah lapisan tinta.

Naskah kuno merupakan salah satu bentuk warisan budaya *tangible* dan *intangible* yang memiliki nilai historis, ilmiah, dan budaya yang tinggi. Naskah kuno adalah dokumen tertulis yang dibuat pada masa lampau, baik di atas kertas, lontar, kulit kayu, atau bahan lainnya, yang berisi informasi mengenai kehidupan Masyarakat pada zamannya (Baried dkk., 1994). Naskah kuno merupakan peninggalan dalam bentuk benda yang ditulis tangan dan berisi tentang segala aspek kehidupan termasuk masalah sosial, politik, ekonomi, agama, kebudayaan, sastra, hingga bahasa. Lebih lanjut, jika naskah dilihat dari isinya, naskah mengacu pada sifat-sifat historis, didaktis, religius, dan belletri. Pada dasarnya, naskah dibuat untuk berbagai keperluan dan kandungan isinya tidak terbatas.

Di Indonesia, naskah kuno biasanya ditulis pada daun lontar, kulit kayu, daun nipah, hingga kertas sebagai media utama. Penggunaan kertas pada naskah kuno Nusantara mulai berkembang pesat sejak masuknya pengaruh Islam dan perdagangan internasional sekitar abad ke-13 hingga ke-19. Kertas yang digunakan umumnya berasal dari kertas impor seperti kertas Eropa yang ditandai dengan adanya *watermark* atau cap air. Keberadaan *watermark* tersebut mempermudah peneliti untuk menentukan usia dan asal-usul naskah. Namun, kertas Eropa bukan hanya dikenali dari cap kertas (*watermark*) atau cap tandingan (*countermark*), tetapi juga dari pola garis yang khas yang terbentuk selama proses pembuatannya. Kertas jenis ini, yang dikenal sebagai *laid paper*, memiliki garis horizontal tipis yang disebut *laid lines* atau *wire lines* serta garis vertikal yang lebih tebal yang disebut *chain lines*. Kedua jenis garis ini muncul akibat struktur kawat pada cetakan (*mould*) yang digunakan dalam pembuatan kertas secara manual, dimana kawat tipis menghasilkan *laid lines* dan kawat tebal menghasilkan *chain lines* yang bisa terlihat jelas ketika kertas diterawang cahaya (Khair dkk., 2024).

Secara sederhana, kertas didefinisikan sebagai lembaran serat yang kusut atau dapat diraba. Sedangkan berdasarkan metode produksinya, kertas didefinisikan sebagai bahan lembaran yang terdiri dari suspensi berair. Hasil yang diperoleh yaitu jaringan serat yang saling terkait dengan struktur berlapis dan memiliki tebal sekitar 30-300 um. Kertas bersifat higroskopis, yaitu mudah menyerap dan melepaskan kelembapan dari udara. Akibatnya, kertas sangat rentan akan kerusakan seperti jamur, pelapukan, perubahan warna, dan kerapuhan. Di dalam komponen penyusun naskah, selain kertas, komponen yang menjadi sumber kerusakan naskah yaitu kulit, kain, lem atau resin, dan semua bahan yang menjadi makanan mikroorganisme (Zonouz, 2023).

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki koleksi naskah kuno terbesar di dunia. Naskah kuno di Indonesia ditulis dengan menggunakan kurang lebih 20 ragam bahasa lokal Indonesia. Sudah sepatutnya naskah kuno terus dijaga dan dilestarikan agar nilai informasi penting didalamnya tetap lestari hingga ke generasi penerus Bangsa Indonesia.

1.5.2 Agen Deteriorasi Koleksi

Koleksi museum sewaktu-waktu dapat mengalami kerusakan akibat beberapa agen atau faktor. Penyebab kerusakan koleksi museum dikenal sebagai Agen deteriorasi koleksi atau agen penyebab kerusakan koleksi. Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia, kata “deteriorasi” berarti penurunan mutu atau kemunduran, yang dapat diartikan sebagai penurunan mutu atau perubahan kualitas pada koleksi. Agen-agen penyebab deteriorasi tersebut telah diklasifikasikan menjadi sepuluh agen atau faktor deteriorasi oleh Komite Konservasi Dewan Museum Internasional (ICOM-CC) dan Komite Konservasi Kanada, yaitu:

- a. Gaya fisik: gaya ini memiliki dampak yang besar terhadap kerusakan koleksi, seperti benturan, guncangan, dan vibrasi. Contoh dari gaya ini yaitu ketika dilakukan perpindahan koleksi ke tempat yang lain, koleksi akan mengalami benturan, guncangan, dan juga kalibrasi selama perpindahan. Maka dari itu, proses perpindahan harus dilakukan dengan hati-hati dan sesuai prosedur agar dapat meminimalisir kerusakan yang bisa saja dapat terjadi. Selain itu, gaya fisik juga dapat terjadi akibat gempa bumi. Vibrasi yang terjadi akibat gempa bumi dapat memicu terjadinya kerusakan seperti tergores, retak, hingga koleksi pecah.
- b. Pencurian/vandalisme: pencurian atau vandalisme sering terjadi di lingkungan museum. Penguatan sistem instalasi seperti penggunaan alarm, sinar inframerah, serta detektor dapat mencegah terjadinya pencurian di lingkungan museum. Selain itu, menugaskan tenaga sekuriti terlatih juga dapat meminimalisir tindakan kriminal. Sedangkan vandalisme yang terjadi seperti coretan pada koleksi dapat merusak estetika dari koleksi. Maka dari itu, asuransi harus diperhatikan, terutama pada koleksi yang memiliki nilai yang tinggi.
- c. Api: api merupakan salah satu bahaya yang tidak dapat diprediksi datangnya. Biasanya api dipicu dari korslet listrik juga dari puntung rokok. Meskipun museum telah dilengkapi peralatan kebakaran yang lengkap, namun kemungkinan bahaya api masih bisa dapat terjadi. Maka dari itu, dibutuhkan pencegahan dan pemantauan sebagai strategi yang penting pada museum, seperti mengetahui dan meminimalisasi sumber-sumber api, pemasangan sistem pemadam kebakaran, menggunakan bahan yang tidak mudah terbakar, melakukan pelatihan pada sekuriti dan staf museum, hingga menyediakan protokol menghadapi kebakaran.
- d. Air: air termasuk salah satu agen penyebab kerusakan koleksi. Air dapat berasal dari alam seperti banjir dan juga dapat berasal dari kebocoran pipa AC, tetesan hujan, kebocoran pipa AC, hingga percikan air pada saat membersihkan ruangan.
- e. Hama: hama yang dapat ditemukan di museum yaitu serangga dan tikus. Serangga menyukai bahan organik yang biasanya menjadi bahan dasar koleksi museum. Serangga seperti kumbang *beetle* dapat mengunyah serat dan dapat merusak bahan tekstil. Sedangkan feses tikus maupun serangga

dapat menarik serangga lain untuk datang. Solusi yang dapat dilakukan yaitu menerapkan pengelolaan hama terpadu (*integrated pest management*) disekitar koleksi.

- f. Polutan: merupakan hasil dari polusi udara dan polusi dari bahan material pameran seperti tatakan koleksi, lemari, utamanya bahan yang mengandung hidrogen dan nitrogen dioksida.
- g. Cahaya: kerusakan koleksi dapat dipengaruhi oleh cahaya. Cahaya tersebut yaitu cahaya tampak, cahaya infra merah, dan cahaya ultraviolet.
- h. Temperatur yang tidak sesuai: merupakan situasi ketika terjadinya fluktuasi temperatur pada koleksi. Fluktuasi temperatur yang ekstrim pada siang dan malam hari dapat menyebabkan koleksi mengalami kerutan dan memuai. Jika hal tersebut terjadi secara berkala maka dapat membuat kualitas koleksi menurun.
- i. Kelembapan relatif yang tidak sesuai: kelembapan yang terlalu tinggi pada lingkungan koleksi dapat memicu tumbuhnya jamur. Selain itu, kondisi tersebut juga dapat memicu timbulnya karat, *cracking*, atau *crizzling*. Sedangkan, ketika lingkungan koleksi memiliki kelembapan yang rendah, hal tersebut dapat memicu timbulnya *crack* pada koleksi. Namun ketika koleksi museum mengalami fluktuasi kelembapan relatif, hal tersebut juga dapat mempercepat kerusakan koleksi semakin parah.
- j. Disosiasi/kelalaian pekerja: disosiasi dalam hal ini yaitu kecerobohan atau kelalaian manusia/pekerja pada saat menjalankan tugas di museum. Hal tersebut seperti hilangnya koleksi, data koleksi, atau kemampuan untuk menyinkronkan data dengan koleksi. Misalnya ketika petugas museum melepaskan label koleksi kemudian lupa untuk menempatkannya pada tempatnya semula. Hal itu dapat memicu kerusakan koleksi secara tidak langsung karena informasi pada koleksi tersebut akan hilang.

1.5.3 Faktor Deteriorasi Naskah

Deteriorasi naskah adalah proses penurunan kualitas bahan naskah secara bertahap dan permanen, yang mencakup kerusakan fisik, kimia, dan biologis (Bansa & Strlič, 2023; Strlič, 2015). Proses ini menyebabkan kehilangan informasi tertulis, perubahan bentuk fisik, penurunan nilai historis, serta hilangnya nilai estetika dan ilmiah naskah.

Deteriorasi pada naskah kuno bersifat kompleks dan saling terkait, karena merupakan kombinasi dari reaksi oksidasi dan hidrolisis selulosa yang dapat terjadi secara bersamaan. Deteriorasi naskah merupakan proses penurunan kualitas material yang terjadi akibat interaksi faktor intrinsik (bahan dasar material naskah) dan ekstrinsik (lingkungan yang terjadi di sekitar naskah) dalam jangka waktu tertentu (Iyishu, 2013). Dalam kajian konservasi bahan pustaka, deteriorasi pada kertas terutama berkaitan dengan degradasi selulosa sebagai komponen utama penyusun kertas (Florian, 2002; Strlič dkk., 2004).

A. Faktor Intrinsik

Faktor intrinsik adalah karakter bawaan objek—komposisi, struktur, dan residu proses pembuatan—yang menentukan laju penuaan kimia dan kekuatan mekanik naskah, bahkan ketika disimpan pada kondisi yang relatif baik. Literatur kimia-konservasi menekankan bahwa degradasi kertas didominasi oleh hidrolisis (sering dipicu keasaman) dan oksidasi pada rantai selulosa; keduanya menurunkan derajat polimerisasi dan membuat kertas rapuh/getas (Zhang, 2023).

a. Komposisi serat dan impuritas (lignin/hemiselulosa, katalis logam)

- Kertas dengan kandungan lignin/komponen non-selulosa lebih rentan terhadap penguningan dan kerapuhan karena jalur oksidasi dan pembentukan produk asam volatil. Keasaman internal juga dapat meningkat seiring waktu akibat akumulasi asam organik hasil degradasi.
- Keberadaan katalis redoks (mis. ion logam) dan oksigen mempercepat oksidasi; inilah sebabnya beberapa kertas “menua” jauh lebih cepat walau tampak serupa secara visual di awal.

b. pH (keasaman) dan sistem *sizing/adhesive*

Keasaman merupakan prediktor kuat stabilitas kertas dalam penuaan alami maupun dipercepat. Literatur review tentang penuaan selulosa/kertas menempatkan pH sebagai variabel kunci yang mengendalikan percepatan hidrolisis asam-katalitik. Selain itu, bahan pengisi, *sizing* (mis. gelatin, rosin-alum pada kertas industri tertentu), serta perekat/bahan penjilidan dapat menjadi sumber asam atau memicu migrasi komponen yang memperburuk kestabilan lokal.

c. Tinta dan media tulis

Salah satu faktor intrinsik paling destruktif pada naskah adalah tinta besi-gal (*iron gall ink*). Banyak formulasi bersifat korosif: menyebabkan hilangnya dukungan kertas, *bleeding*, *strike-through*, migrasi asam, hingga teks hilang. Mekanismenya terutama kombinasi oksidasi dan hidrolisis yang dipromosikan oleh kelebihan besi dan kondisi lembap/panas. Panduan dan riset konservasi juga menekankan bahwa kerusakan iron gall ink sangat sulit “dihentikan total” tanpa perubahan pada tampilan tinta, sehingga penilaian risiko dan pemilihan *treatment* harus sangat hati-hati.

d. Inklusi fisik dan material campuran

Unsur seperti klip/pin, pigmen tertentu, residu proses, atau kontaminan yang “menempel sejak awal” dapat bertindak sebagai titik lemah yang memicu sobekan, noda, atau korosi lokal. *Toolkit* perawatan arsip menyebut contoh faktor intrinsik seperti *iron gall ink*, pin, dan inklusi lain yang berasal dari objek itu sendiri.

B. Faktor Ekstrinsik

Faktor ekstrinsik adalah kondisi eksternal yang mempercepat degradasi atau memicu kerusakan mendadak. Empat variabel lingkungan yang paling sering disebut sebagai “pengungkit utama” umur simpan koleksi kertas adalah suhu, kelembapan relatif (RH), cahaya, dan kualitas udara/polutan.

a. Suhu dan Kelembapan Relatif (RH)

- Peningkatan suhu umumnya meningkatkan laju reaksi degradasi (hidrolisis/oksidasi), sehingga umur kertas memendek. Studi penuaan

selulosa menunjukkan relasi kinetika yang sering dimodelkan dengan pendekatan Arrhenius (sebagai basis “*accelerated aging*”).

- RH tinggi meningkatkan kadar air pada serat, memfasilitasi hidrolisis dan memperbesar risiko jamur serta aktivitas serangga; RH yang fluktuatif juga memperparah deformasi, *cockling*, dan tegangan pada struktur jilid.

b. Cahaya (termasuk UV)

Paparan cahaya menyebabkan fotodegradasi pada selulosa, pewarna, dan pigmen: memicu pemudaran tinta/pigmen, penguningan, serta melemahkan serat. Karena itu pedoman pameran arsip menekankan kontrol iluminasi, durasi pajang, dan filtrasi UV sebagai mitigasi standar.

c. Polutan dan Kualitas udara

Gas reaktif dan partikel (debu, jelaga, VOC, senyawa asam) dapat memicu pengasaman, perubahan warna, dan kerapuhan; juga menyediakan nutrisi/permukaan bagi mikroorganisme. NEDCC menempatkan kualitas udara sejajar dengan suhu–RH dan cahaya sebagai pilar kontrol lingkungan koleksi.

d. Faktor Biologis

Hama (serangga/rodensia) serta jamur merusak melalui konsumsi serat, perforasi, noda metabolit, dan melemahkan struktur. Program *Integrated Pest Management* adalah praktik baku lembaga koleksi untuk mengendalikan risiko biologis secara berkelanjutan.

e. Penanganan, penggunaan, dan penyimpanan

Kerusakan mekanik (robek, lipatan, patah jilid, abrasi) sering lebih “cepat terjadi” daripada degradasi kimia, terutama bila ada penanganan intensif tanpa dukungan (*support*), tanpa wadah, atau penggunaan bahan penyimpanan yang tidak inert. *Toolkit “agents of deterioration”* menempatkan *handling* sebagai agen risiko utama dalam preservasi.

f. Bencana

Air (banjir/kebocoran), api, dan kejadian darurat lain menciptakan kerusakan masif: pelarutan tinta, *gelatinisasi sizing* tertentu, kolaps struktur jilid, dan ledakan pertumbuhan jamur pascakejadian. Karena sifatnya “*high impact–low frequency*”, literatur konservasi preventif biasanya memasukkan kesiapsiagaan bencana sebagai bagian manajemen risiko (walau pembahasannya sering berada di bab tersendiri).

1.5.4 Konservasi Naskah Kuno

Konservasi merupakan serangkaian tindakan ilmiah dan teknis yang bertujuan untuk memperpanjang usia guna suatu objek warisan budaya dengan cara mempertahankan stabilitas fisik, kimia, dan biologisnya. Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2015 tentang Museum, istilah konservasi diganti menjadi kata pemeliharaan. Pemeliharaan pada Peraturan Pemerintah tersebut disebutkan pada pasal 29 bahwa “pengelola museum wajib melakukan pemeliharaan koleksi yang dilakukan secara terintegrasi”. Berikutnya pada pasal 30 juga disebutkan bahwa “pemeliharaan koleksi dilakukan oleh konservator”. Maka dari itu, museum sebagai salah satu institusi yang melakukan konservasi atau pemeliharaan, harus memiliki seorang konservator. *International Council of Museum-Committee for Conservation*

(ICOM-CC), mendefinisikan konservasi sebagai segala kegiatan serta tindakan yang bertujuan untuk melindungi warisan budaya berwujud sambil memastikan aksesibilitasnya ke generasi sekarang dan mendatang.

Dalam konteks naskah kuno berbasis kertas, konservasi tidak dimaksudkan untuk mengembalikan kondisi naskah seperti keadaan awal pembuatannya, melainkan untuk memperlambat proses deteriorasi serta menjaga integritas material dan informasi yang terkandung di dalamnya. Prinsip konservasi modern sebagaimana dirumuskan oleh *International Council of Museums* (ICOM) menekankan pentingnya etika profesional, tanggung jawab kelembagaan, dan keberlanjutan pelestarian. Sejalan dengan itu, *International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works* (IIC) menggarisbawahi prinsip *minimal intervention* dan *reversibility*, yakni setiap tindakan konservasi harus dilakukan seminimal mungkin serta tidak merusak material asli.

Secara material, kertas tersusun atas serat selulosa yang rentan terhadap degradasi kimia melalui oksidasi dan hidrolisis asam. Reaksi tersebut menyebabkan pemutusan rantai polimer selulosa sehingga menurunkan kekuatan mekanis kertas. Florian (2002) menjelaskan bahwa oksidasi mempercepat proses penuaan kertas, terutama pada lingkungan dengan suhu dan kelembapan tinggi. Zervos (2010) dalam *Cellulose* menegaskan bahwa degradasi selulosa bersifat kumulatif dan tidak dapat dipulihkan sepenuhnya, sehingga strategi konservasi berfokus pada stabilisasi dan pengendalian faktor risiko.

Selain faktor kimia, deteriorasi juga dipengaruhi oleh faktor biologis, terutama pertumbuhan jamur dan bakteri pada material selulosa. Studi Abdel-Maksoud dan Marcinkowska (2000) dalam *International Biodeterioration & Biodegradation* menunjukkan bahwa kelembapan relatif di atas 65% secara signifikan meningkatkan kolonisasi jamur pada arsip kertas. Dalam konteks Asia Tenggara, penelitian biodeteriorasi arsip di Malaysia dan Thailand yang dipublikasikan dalam *Journal of Cultural Heritage* dan *Studies in Conservation* menunjukkan bahwa iklim tropis yang lembap menjadi faktor dominan dalam kerusakan koleksi kertas akibat pertumbuhan mikroorganisme.

Tujuan konservasi naskah kuno meliputi:

1. Menghambat laju deteriorasi fisik, kimia, dan biologis;
2. Menstabilkan kondisi material untuk mencegah percepatan kerusakan;
3. Mengendalikan faktor risiko lingkungan;
4. Menjamin keberlanjutan akses ilmiah terhadap informasi yang terkandung dalam naskah.

Konservasi preventif merupakan pendekatan pengelolaan koleksi yang berfokus pada pencegahan kerusakan melalui pengendalian lingkungan tanpa intervensi langsung terhadap objek. Pendekatan ini dinilai paling efektif dan berkelanjutan karena mampu mengurangi risiko sebelum terjadi kerusakan permanen (Michalski, 2004).

Menurut pedoman *Canadian Conservation Institute* (CCI), pengendalian lingkungan merupakan faktor utama dalam pelestarian koleksi berbasis kertas. Parameter yang direkomendasikan meliputi suhu 18–22°C dan kelembapan relatif

45–55%. Namun demikian, dalam konteks iklim tropis seperti Indonesia, pencapaian angka ideal tersebut sering kali menghadapi kendala teknis dan ekonomi. Oleh karena itu, pendekatan konservasi di wilayah tropis lebih menekankan pada stabilitas lingkungan dibandingkan sekadar pencapaian angka absolut. Penelitian di kawasan Asia Tenggara yang diterbitkan dalam *International Biodeterioration & Biodegradation* menunjukkan bahwa fluktuasi kelembapan yang ekstrem lebih berbahaya dibandingkan kondisi yang sedikit di luar standar tetapi stabil.

Pengendalian cahaya juga menjadi aspek penting dalam konservasi preventif. Paparan sinar ultraviolet mempercepat degradasi selulosa dan pemudaran tinta. Oleh karena itu, intensitas cahaya untuk pameran naskah umumnya dibatasi hingga ≤ 50 lux. Selain itu, sistem ventilasi dan filtrasi udara diperlukan untuk mengurangi akumulasi polutan seperti sulfur dioksida dan nitrogen oksida yang dapat membentuk asam pada permukaan kertas.

Monitoring berkala terhadap suhu, kelembapan, intensitas cahaya, serta kondisi fisik koleksi merupakan bagian integral dari manajemen risiko. Pendekatan berbasis manajemen risiko ini banyak diadopsi dalam kebijakan konservasi museum modern di kawasan Asia, termasuk Indonesia, sebagai respons terhadap tantangan iklim tropis yang mempercepat biodeteriorasi. Dalam konteks pengelolaan koleksi naskah di Museum La Galigo, penerapan konservasi preventif menjadi tanggung jawab institusional untuk menjaga stabilitas ruang penyimpanan dan meminimalkan risiko kerusakan akibat faktor lingkungan tropis yang lembap dan bersuhu tinggi.

Museum merupakan institusi permanen yang melayani masyarakat dan terbuka untuk umum, dengan fungsi mengumpulkan, merawat, meneliti, dan memamerkan warisan budaya untuk tujuan pendidikan dan penelitian. Definisi ini sejalan dengan rumusan *International Council of Museums (ICOM)* yang menempatkan fungsi pelestarian sebagai mandat utama museum. Dalam konteks pelestarian naskah kuno, museum memiliki peran strategis sebagai lembaga yang:

1. Menyediakan ruang penyimpanan terkontrol sesuai standar konservasi;
2. Melakukan dokumentasi kondisi koleksi secara sistematis;
3. Menyusun kebijakan konservasi preventif dan kuratif berbasis kajian ilmiah;
4. Mengintegrasikan manajemen risiko dalam perencanaan pelestarian jangka panjang.

Stanley-Price et al. (2013) menekankan bahwa museum modern harus menerapkan pendekatan manajemen risiko untuk mengantisipasi ancaman lingkungan, biologis, dan antropogenik. Dalam konteks Asia Tenggara, sejumlah studi konservasi arsip di Indonesia dan Malaysia menunjukkan bahwa keterbatasan sistem pengendalian iklim menjadi tantangan utama dalam pelestarian koleksi kertas di museum dan lembaga arsip.

Oleh karena itu, museum di wilayah tropis perlu mengintegrasikan standar internasional dengan adaptasi lokal, termasuk penggunaan sistem ventilasi alami yang terkontrol, *dehumidifier*, serta program inspeksi rutin untuk mendeteksi tanda awal pertumbuhan jamur. Implementasi kebijakan konservasi yang konsisten akan

memastikan bahwa nilai historis, ilmiah, dan kultural naskah dapat dipertahankan secara berkelanjutan meskipun berada dalam kondisi lingkungan tropis yang berisiko tinggi terhadap deteriorasi.

1.6 Penelitian yang Relevan

Nurhamila (2016) melakukan penelitian yang berjudul “Analisis Faktor Kerusakan Naskah Kuno di Museum La Galigo Provinsi Sulawesi Selatan”. Penelitian ini menggunakan jenis penelitian deskriptif dengan menggunakan pendekatan kualitatif untuk mengumpulkan informasi yang berkaitan dengan faktor kerusakan naskah kuno di Perpustakaan Museum La Galigo. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor penyebab kerusakan naskah kuno di Museum La Galigo Provinsi Sulawesi Selatan yaitu faktor manusia, faktor serangga, dan faktor yang disebabkan oleh suhu dan kelembaban udara. Sedangkan Upaya untuk menanggulangi kerusakan tersebut dapat dicegah dengan cara: faktor manusia, maka tidak dengan menyentuh naskah secara langsung menggunakan tangan, memperketat peraturan, dan tidak menyalin naskah dengan mesin fotocopy secara berulang. Upaya menanggulangi dari serangga yaitu meletakkan obat-obatan anti serangga seperti kapur barus dan *silica gel*. Sedangkan penanggulangan oleh faktor suhu dan kelembaban udara dilakukan dengan cara mengatur suhu dan kelembaban udara yang ideal bagi naskah kuno. Persamaan pada penelitian ini yaitu mengenai identifikasi kerusakan pada naskah kuno di Museum La Galigo. Perbedaan dalam penelitian ini yaitu terkait metode penelitian yang digunakan dan objek penelitian yang lebih spesifik yaitu naskah kuno berbahan kertas.

P. Lavin, S.G. Gomez de Saravia, dan P.S. Guiamet (2014), dalam penelitiannya yang berjudul “*An Environmental Assessment of Biodeterioration in Document Repositories*”. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki bioadhesi, pembentukan biofilm, *foxing*, *micropitting* dalam koleksi dokumenter, menilai resiko biodeteriorasi, menyelidiki konsentrasi mikroba lingkungan, dan mempelajari pengaruh faktor lingkungan dalam biodeteriorasi koleksi arsip. Beberapa metode dilakukan dalam penelitian ini, seperti karakterisasi parameter lingkungan pada objek penelitian, pengambilan sampel dan isolasi mikroorganisme pada lingkungan dan dokumen bersejarah, *sampling* dokumen bersejarah, identifikasi mikroorganisme yang telah diisolasi, tes laboratorium: pembentukan biofilm dan uji foxing, dan pemantauan bioadhesi dan pembentukan biofilm dengan teknik mikroskopis. Hasil dari penelitian tersebut bahwa *Bacillus* sp. dan *Scopulariopsis* sp. yang telah diisolasi dari buku berbahan kertas menunjukkan bukti yang cukup menyerang struktur kertas dan produksi pigmen yang menjadi pemicu bahaya hilangnya warisan dokumenter.

A. Oetari dan kawan-kawan (2018), dalam artikelnya yang berjudul “*Fungal Deterioration of Old Manuscripts of European Paper Origin*”. Penelitian ini berfokus pada Keraton Kasepuhan Cirebon yang memiliki koleksi manuskrip tua asal Eropa dari abad ke-19 dan bekas perpustakaan Fakultas Humaniora Universitas Indonesia yang memiliki empat koleksi manuskrip tua asal Eropa dari abad ke 19-20. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengkarakterisasi jamur secara morfologis. Keseluruhan dari manuskrip tersebut menunjukkan tanda bintik-bintik coklat dan

hitam dan terdapat spora jamur pada permukaan kertas. Metode penelitian di lapangan menggunakan loop untuk mengamati dan menentukan jenis kertas serta untuk mendeteksi biodeteriorasi manuskrip. Terdapat dua puluh dua isolat jamur yang diperoleh dengan menggunakan kapas steril dan metode yang bergantung pada kultur pada *Dichloran Glycerol Agar* (DG18). Pendeteksian kerusakan akibat jamur di atas kertas dilakukan dengan metode strip kertas dengan kertas lama yang berasal dari Eropa pada *Czapek's Dox Agar* (CA) tanpa sumber karbon. Strip kertas tersebut kemudian diinokulasi dengan suspensi sel pada konsentrasi sekitar 1×10^7 sel/mL. Dari penelitian tersebut, uji coba yang dilakukan pada strip kertas menghasilkan dua puluh isolat jamur yang dapat tumbuh pada strip kertas lama, hal tersebut menunjukkan bahwa naskah lama lebih rentan terhadap degradasi jamur. *Xerophilic* merupakan sifat dari isolat jamur. Sedangkan karakterisasi morfologis menghasilkan gambaran isolat jamur dalam genera *Aspergillus*, *Penicillium*, dan *Eurotium*. Namun dari isolat jamur tersebut yang dapat diidentifikasi, terdapat tiga isolat jamur yang tidak dapat dijelaskan dan dikelompokkan sebagai *Mycelia Sterilia*.

Mustika (2020) dalam artikelnya yang berjudul "Analisis Faktor Penyebab Kerusakan Naskah Kuno Koleksi Abdul Mulku Zahari di Kelurahan Baadia Kecamatan Murhum Kota Bau-Bau Provinsi Sulawesi Selatan". Penelitian ini berfokus pada jenis kerusakan, faktor penyebab kerusakan, dan solusi perbaikan pada naskah kuno koleksi Abdul Mulku Zahari. Penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif serta penalaran induktif untuk menghasilkan kesimpulan dalam penelitian ini. Hasil dari penelitian ini yaitu dari enam sampel koleksi naskah Abdul Mulku Zahari, kerusakan yang terjadi antara lain; coretan pulpen, kertas menguning, bercak hitam, tinta merembes dan melebar, tulisan robek serta pudar. Sedangkan faktor penyebab kerusakan koleksi tersebut yaitu: 1). Faktor suhu dan kelembapan, termasuk jamur yang diakibatkan oleh kelalaian manusia yakni pemilik atau kolega, 2). Faktor serangga, diantaranya rayap, tikus, kutu buku, dan kecoa, 3). Faktor alam, yaitu disebabkan oleh air yang membuat tinta pada naskah menjadi merembes dan melebar sehingga tulisan pada naskah menjadi tidak terbaca. Dalam penelitian ini, Mustika dkk, menyarankan upaya pencegahan kerusakan naskah tersebut yaitu dengan cara menempatkan obat anti serangga seperti kapur barus dan silica gel, mengatur suhu dan kelembapan udara agar ideal untuk naskah, serta digitalisasi naskah untuk menjaga naskah tetap terjaga dalam bentuk digital.

Ahmad Hanafi (2022) dalam artikel jurnal Denham dengan judul "Delapan Naskah Keislaman yang berada di Kota Jember" Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ahmad Hanafi, dalam jurnal yang berjudul Delapan Naskah Keislaman yang berada di Kota Jember, salah satu naskah tersebut yaitu naskah *Al-Quran* yang berbahan dasar kertas Eropa. Naskah tersebut mengalami kerusakan berupa pertumbuhan mikroorganisme dan jamur yang disebabkan oleh faktor kelembapan yang tidak dikontrol oleh pemilik naskah tersebut. Dari kerusakan tersebut menimbulkan naskah menjadi hancur terutama pada bagian tepinya. Kerusakan lainnya yaitu disebabkan oleh faktor cahaya, dimana naskah berubah menjadi kecoklatan akibat dari paparan sinar UV dari cahaya matahari dan lampu secara terus menerus. Cahaya dapat memutuskan ikatan rantai serat selulosa pada

kertas yang membuat kertas akan menjadi rapuh serta mudah hancur. Faktor utama dari kerusakan naskah-naskah tersebut utamanya disebabkan oleh ketidaktahuan pemilik naskah dalam merawat dan menyimpan naskah. Namun pada penelitian ini, belum dijelaskan mikroorganisme apa yang menyebabkan kerusakan pada naskah tersebut.

Parisa Mohammadi, dan kawan-kawan (2023), dalam artikel jurnal berjudul “*investigation on microbial deterioration of exquisite collection of old manuscripts in Iran*”. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi keragaman mikroba yang menghuni manuskrip penting yang mengalami biodeteriorasi dari *Al-Qur’an* yang berada di salah satu repositori Perpustakaan Astan Quds Razavi (AQR) serta hubungannya dengan keragaman mikroba udara. Penelitian ini menggunakan tiga metode, yaitu metode pengambilan sampel non-invasif, Teknik berbasis kultur, dan identifikasi molekuler yang digunakan untuk mengidentifikasi mikroorganisme yang terlibat dalam kerusakan. Penyelidikan terhadap kualitas mikroba udara dan perannya dalam penghancuran objek repositori, sampel udara diambil dari enam titik berbeda di dalam repositori. Perancangan studi biomodeling dilakukan untuk memverifikasi dampak isolate mikroba. Dari hasil penelitian tersebut, sebanyak 14 isolat jamur diperoleh dari tiga manuskrip *Quran* kuno yang mengalami biodeteriorasi. Jamur yang paling banyak ditemui dari tiga substrat yang berbeda yaitu *Aspergillus sp.*, dan *Penicillium sp.* Di udara, genera jamur yang didapatkan cukup seragam. Terdapat 30 spesies bakteri yang diidentifikasi dari tiga manuskrip yang berbeda. Hasil yang diperoleh yaitu menunjukkan bahwa spesies bakteri dari genera yang berbeda milik tiga filum: *Proteobacteria* (n=2), *Actiobacteria* (n=4), dan *Firmicutes* (n=24). Strip kertas yang ditumbuhi oleh *Aspergillus sp.*, *Penicillium chrysogenum*, dan *Talaromyces diversus* menunjukkan bintik-bintik atau *foxing* yang dapat dilihat secara langsung. Karakteristik kertas yang diinokulasi secara artifisial dengan isolate mikroba ini mengkonfirmasi efek memburuknya. Berdasarkan identifikasi molekuler, kesamaan spesies jamur dan bakteri yang diisolasi dari kedua substrat dan sampel udara menunjukkan hubungan langsung antara mikroorganisme dari udara dan yang diisolasi dari manuskrip.

1.7 Sistematika Penulisan

Skripsi ini dibagi menjadi beberapa Bab yang sistematis dan disajikan sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan, berisi latar belakang, permasalahan penelitian, tujuan dan manfaat penelitian, tinjauan pustaka, penelitian yang relevan, dan sistematika penulisan.

BAB II Metode Penelitian, yang menjelaskan tempat dan waktu penelitian, pengumpulan data, analisis data, interpretasi data, profil Museum La Galigo, objek penelitian, dan kondisi lingkungan ruangan objek penelitian.

BAB III Hasil dan Pembahasan, yang menyajikan temuan penelitian, pembahasannya, serta rekomendasi.

BAB IV Kesimpulan dan Saran, yang berisi kesimpulan penelitian dan saran untuk pelestarian naskah.

BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Museum La Galigo, Sulawesi Selatan yang berlokasi di Kompleks Benteng Rotterdam, Jl. Ujung Pandang, Bulu Gading, Kec. Ujung Pandang, Kota Makassar. Penelitian juga dilakukan di Laboratorium Penyakit Tanaman, Departemen Ilmu Hama dan Penyakit Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, untuk keperluan isolasi, pemurnian, dan identifikasi mikroorganisme pada naskah. Penelitian dilakukan mulai dari bulan Juni-November 2023, mencakup kegiatan observasi lapangan, pengambilan sampel mikroba, pengukuran parameter lingkungan, serta analisis laboratorium.

2.2 Alat dan Bahan Penelitian

2.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

- a. Alat tulis dan dokumentasi: laptop, kamera, buku, pulpen, *handphone*.
- b. Alat laboratorium: *laminar air flow*, *autoclave*, cawan petri, pipet eppendorf, jarum preparat, tabung sentrifuge, pinset, korek api, bunsen, erlenmeyer, mikroskop, dan roll meter.

2.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan antara lain:

- a. Bahan kimia dan media: alcohol 70%, *chloramphenicol*, gula, kentang, dan agar-agar.
- b. Bahan pendukung laboratorium: aluminium foil, *plastic wrap*, *tissue*, label nama, kapas, spirtus.

2.3 Pengumpulan Data

2.3.1 Studi Pustaka

Dalam penelitian ini, pengumpulan data dilakukan dalam dua tahap, yaitu studi pustaka dan studi lapangan. Tahap studi pustaka merupakan tahap yang dilakukan penulis untuk mengumpulkan referensi yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan. Literatur yang dikumpulkan tersebut mempunyai hubungan dengan beberapa hal, pertama; mengenai naskah kuno berbahan kertas, seperti teori, bahan dasar naskah, kerusakan-kerusakan naskah, hingga faktor kerusakan naskah. Kedua; mengenai Museum La Galigo, meliputi data sejarah, pengelolaan museum, dan koleksi museum.

2.3.2 Observasi dan identifikasi

Pada tahap observasi dilakukan pengamatan terhadap koleksi-koleksi naskah yang berada di ruang pameran tetap dan ruang penyimpanan (*storage*). Sedangkan tahap identifikasi dilakukan untuk mengidentifikasi kerusakan-kerusakan yang terjadi pada naskah kuno berbahan kertas. Metode pemilihan sampel naskah kuno

berbahan kertas pada Museum La Galigo dilakukan dengan cara metode *Purposive Sampling*.

Museum La Galigo memiliki 157 koleksi naskah yang tersimpan di ruang pameran dan di ruang *storage*. Pemilihan sampel menggunakan metode *purposive sampling*, yakni metode penentuan sampel dengan sengaja dan berdasarkan pertimbangan tertentu yang relevan dengan kebutuhan penelitian. Dari keseluruhan naskah, sampel dipilih berdasarkan lokasi penempatan naskah yakni di ruang *storage* dan ruang pameran. Hal tersebut bertujuan untuk mengetahui bagaimana perbedaan kondisi naskah pada ruang dan perlakuan yang berbeda. Sampel pertama, naskah kuno berbahan kertas yang disimpan pada gedung M (Naskah *Sikkiri Tujua*) sebagai koleksi pameran tetap dan disimpan pada vitrin bersamaan dengan objek lainnya, sedangkan sampel kedua (Naskah Riwayat Nabi dan Rasul) berada di gedung O yang merupakan ruang *storage* naskah kuno sekaligus menjadi ruang kantor, sampel tersebut tersimpan di lemari kayu bersama dengan naskah kuno lainnya.

2.3.3 Identifikasi Mikroorganisme

2.3.3.1 Pembuatan Media *Potato Dextrosa Agar* (PDA)

Pembuatan satu liter media *Potato Dextrosa Agar* dibuat dari 200 gram kentang yang diiris menjadi bagian-bagian kecil dan direbus dengan aquades kemudian disaring untuk mendapatkan ekstraknya. Ekstrak tersebut dimasukkan ke dalam *erlenmeyer* kemudian ditambahkan glukosa sebanyak 20 gram, agar sebanyak 15 gram, dan *chloramphenicol* lalu ditambahkan aquades hingga larutan menjadi 1000 ml. Kemudian *Erlenmeyer* tersebut ditutup menggunakan aluminium foil dan *plastic wrap*. Setelah itu dipanaskan Kembali hingga mendidih lalu larutan disterilkan menggunakan *autoclave* pada suhu 121°C. Setelah larutan tersebut steril, kemudian dituang ke cawan petri di bawah *laminar air flow*.

2.3.3.2 Pengambilan Sampel Mikroorganisme

Pengambilan sampel mikroba dilakukan di Museum La Galigo pada naskah kuno berbahan kertas yang telah ditetapkan sebagai objek penelitian. Proses *sampling* menggunakan kapas steril yang sebelumnya telah disterilisasi dan disimpan dalam tabung sentrifuge untuk menjaga kondisi tetap aseptik hingga digunakan. Naskah yang menjadi sampel terlebih dahulu diamati secara langsung untuk mengidentifikasi adanya indikasi pertumbuhan jamur. Tanda-tanda yang diperhatikan meliputi munculnya bercak berwarna coklat, hitam, maupun kekuningan pada permukaan kertas. Area yang menunjukkan gejala tersebut kemudian diseka secara perlahan menggunakan kapas steril yang dijepit dengan pinset steril. Kapas hasil sekaan segera dimasukkan ke dalam cawan petri berisi media *Potato Dextrose Agar* (PDA) (Mohammadi dkk., 2023).

Untuk meminimalkan risiko kontaminasi, pengambilan sampel dilakukan dengan hati-hati menggunakan sarung tangan, dan cawan petri hanya dibuka kurang lebih 2 cm saat memasukkan kapas. Setelah kapas ditempatkan pada media, cawan segera ditutup kembali dan dilapisi *plastic wrap* guna menjaga sterilitas.

Setiap sampel kemudian diinkubasi pada suhu ruang, berkisar antara 20–25°C, selama ± 7 hari. Dalam periode ini diharapkan terjadi pertumbuhan koloni jamur yang berasal dari permukaan naskah. Seluruh hasil kultur disimpan dan diproses lebih lanjut di Laboratorium Penyakit Tanaman, Departemen Ilmu Hama dan Penyakit Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin. Dari tahapan ini diperoleh kultur campuran yang selanjutnya digunakan untuk proses pemurnian isolat.

2.3.3.3 Pemurnian Isolat

Pada tahap pemurnian isolat, koloni jamur yang tumbuh pada media PDA terlebih dahulu diamati secara makroskopis. Pengamatan dilakukan dengan memperhatikan warna koloni, tekstur permukaan (misalnya bertepung, berbulu, atau kapas), bentuk serta kerapian tepi koloni, dan pola pertumbuhan miselium pada media. Karakter-karakter ini kemudian dibandingkan antar cawan untuk melihat kemungkinan adanya kesamaan morfologi.

Apabila pada dua cawan petri ditemukan koloni dengan ciri yang tampak serupa, maka dipilih satu koloni yang dianggap mewakili (representatif) untuk dimurnikan lebih lanjut. Pemilihan ini didasarkan pada pendekatan morfologi komparatif sebagai tahap penyaringan awal (screening), dengan tujuan menghindari pemurnian berulang terhadap isolat yang menunjukkan karakter identik. Meskipun demikian, kesamaan secara visual tidak secara otomatis menunjukkan kesamaan pada tingkat spesies.

Koloni yang terpilih kemudian dipindahkan menggunakan jarum preparat steril ke media PDA steril yang baru, dan diinkubasi kembali selama ± 7 hari hingga diperoleh biakan murni. Pendekatan ini diarahkan untuk mengidentifikasi jamur yang dominan tumbuh pada kedua naskah, khususnya yang berpotensi sebagai agen biodeteriorasi. Namun demikian, interpretasi hasil tetap mempertimbangkan bahwa kemiripan morfologi makroskopis belum tentu sepenuhnya merepresentasikan kesamaan karakter mikroskopis ataupun molekuler.

2.3.3.4 Identifikasi Mikroorganisme

Setelah diperoleh biakan murni, isolat jamur kemudian diidentifikasi berdasarkan karakter morfologi makroskopis dan mikroskopis. Identifikasi makroskopis dilakukan dengan mengamati pertumbuhan koloni pada media PDA, meliputi warna permukaan dan bagian balik koloni (*reverse*), bentuk dan kerapian tepi koloni, tekstur permukaan (misalnya bertepung, berbulu, atau kapas), serta pola pertumbuhan miselium selama masa inkubasi.

Selanjutnya, identifikasi mikroskopis dilakukan untuk mengamati struktur morfologi yang lebih spesifik. Sebagian kecil koloni diambil menggunakan jarum preparat steril, kemudian diletakkan pada *object glass* yang telah ditetesi aquades steril dan ditutup dengan *cover glass*. Preparat tersebut diamati menggunakan mikroskop cahaya pada perbesaran tertentu untuk mengidentifikasi tipe hifa (septat atau aseptat), bentuk dan susunan spora atau konidia, serta struktur reproduktif lainnya. Hasil pengamatan makroskopis dan mikroskopis kemudian dibandingkan

dengan literatur identifikasi jamur untuk menentukan kesesuaian karakter morfologi dan menetapkan isolat pada tingkat genus.

2.3.4 Pengukuran Parameter Termo-Higrometrik

Pengukuran suhu (T) dan kelembapan relatif (RH%) dilakukan menggunakan alat termo-higrometrik. Parameter diukur di dalam vitrin dan lemari penyimpanan selama ± 7 hari, dengan interval 3 jam pada pukul 09:00, 12:00, dan 15:00. Hal ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kondisi iklim mikro terhadap deteriorasi naskah.

2.3.5 Wawancara

Wawancara dilakukan dengan pegawai Museum La Galigo untuk memperoleh informasi mengenai sejarah museum dan profil koleksi naskah, visi, misi, tujuan museum, dan kebijakan konservasi yang diterapkan dan perlakuan terhadap naskah, sistem penyimpanan, dan prosedur pemeliharaan.

2.4 Analisis Data

Analisis data dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu:

1. Analisis Material dan Teknologi: Mengidentifikasi bahan/material naskah dan teknik pembuatannya.
2. Analisis Jenis Aksara dan Bahasa: Mengklasifikasikan jenis aksara dan bahasa yang digunakan dalam naskah.
3. Analisis Mikroorganisme: Mengamati koloni mikroba di bawah mikroskop untuk mengetahui jenis dan karakteristik mikroorganisme yang menempel pada naskah (Oetari et al., 2018; Mohammadi et al., 2023).
4. Analisis Kerusakan Naskah: Melakukan pengamatan langsung pada objek untuk mengklasifikasikan bentuk-bentuk kerusakan dan faktor penyebabnya, termasuk faktor fisik, kimia, biologis, dan manusia.

2.5 Interpretasi Data (Eksplanasi)

Tahap ini melibatkan penjelasan hubungan antara:

- a. Bentuk kerusakan dan biodeteriorasi dengan jenis mikroorganisme yang teridentifikasi.
- b. Kerusakan dan kondisi lingkungan (mikroklimat, penataan ruang, perlakuan manusia) yang memengaruhi deteriorasi.
- c. Pengaruh lokasi penyimpanan terhadap tingkat kerusakan naskah, membandingkan antara ruang pameran tetap dan ruang storage.

Interpretasi data ini menjadi dasar untuk menyusun kesimpulan dan rekomendasi konservasi yang tepat bagi naskah kuno berbahan kertas Eropa di Museum La Galigo.