

NASKAH ORISINAL

QR Code Edukatif sebagai Media Belajar Terintegrasi untuk Pengelolaan Keanekaragaman Hayati Bambu di Kawasan Ekowisata Boonpring, Kabupaten Malang

Indah Trisnawati^{1,*} | Arwi Yudhi Koswara² | Agus Budi Raharjo³ | Putra Maulida⁴ | Farid Kamal Muzaki¹

¹Departemen Biologi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia

²Departemen Perencanaan Wilayah dan Tata Kota, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia

³Departemen Teknik Informatika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia

⁴Departemen Teknik Geomatika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia

Korespondensi

*Indah Trisnawati, Departemen Biologi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia. Alamat e-mail: indahtris@yahoo.com

Alamat

Laboratorium Ekologi, Departemen Biologi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia

Abstrak

Kawasan wisata alam Boonpring Desa Sanankerto, Kecamatan Turen (Malang) memiliki potensi besar sebagai destinasi wisata edukasi lingkungan berupa arboretum pusat pendidikan, penelitian dan konservasi tumbuhan bambu. Untuk wisata edukasi lingkungan berupa perpustakaan dan museum bambu, diharapkan Boonpring menyediakan informasi memadai mengenai potensi lokalnya yaitu beragam jenis bambu. Kegiatan Abmas ITS ini telah melakukan inventarisasi karakteristik (morfologi luar, distribusi, status konservasi) dan sistematika (taksonomi dan nama ilmiah) bambu. Dilanjutkan dengan menyusun dan mengembangkan media belajar terintegrasi dengan *barcode* edukatif Sistem Informasi Inventarisasi Tumbuhan Berbasis *Quick Response (QR) Code*, dan *e-booklet* potensi keanekaragaman bambu. Sistem ini memudahkan pihak pengelola untuk mengelola semua informasi tentang bambu, serta memonitor data koleksi bambu di arboretum, sehingga pengelolaan keanekaragaman bambu dapat dilakukan secara efisien. Selain itu, sistem ini dapat membantu permasalahan dan kelemahan metode manual. Hal ini bermanfaat bagi rencana pemanfaatannya di masa datang sebagai perpustakaan dan museum bambu di Indonesia, yang mampu meningkatkan pemberdayaan masyarakat desa cerdas di bidang edukasi lingkungan. Dalam pengaplikasian sistem informasi ini perlu ditingkatkan kesiapan sarana, terutama internet di lokasi eduwisata. Komunikasi dan koordinasi tim abmas dengan pengelola eduwisata perlu dilakukan secara berkelanjutan, terutama terkait dengan pengelolaan keanekaragaman hayati dan wisata alamnya agar edukasi lingkungan masyarakat ini dapat tercapai secara optimal.

Kata Kunci:

Arboretum bambu, Barcode edukatif, Inventarisasi tumbuhan, Sistem informasi

1 | PENDAHULUAN

1.1 | Latar Belakang

Aktivitas wisata, terutama wisata alam, merupakan salah satu aktivitas yang rawan terjadinya tekanan lingkungan, yang pada akhirnya dapat mengancam kelestarian sumber daya dan kualitas lingkungan. Adanya kasus permasalahan konservasi sumber daya dan lingkungannya yang merupakan dampak aktivitas wisata alam dapat ditengahi melalui upaya-upaya pengelolaan sumber daya dan keanekaragaman hayati yang berkelanjutan. Salah satu strategi pengelolaan dan monitoring keanekaragaman sumber daya tumbuhan adalah dengan melakukan pengelolaan inventarisasi dan identifikasi terpadu keanekaragaman hayati melalui pemanfaatan sistem informasi. Pemanfaatan sistem informasi mampu mendukung edukasi lingkungan.

Kabupaten Malang yang terletak pada wilayah dataran tinggi, terdiri atas 33 kecamatan memiliki daya tarik wisata yang beraneka ragam dan tersebar di seluruh kecamatan. Lokasi Kabupaten Malang yang dapat diakses dari Kota Surabaya, Pasuruan, Mojokerto, Kabupaten Blitar, Kabupaten Kediri, dan Kabupaten Lumajang sangat mendukung perkembangan sektor pariwisatanya terutama wisata alam. Wisata alam di Kabupaten Malang sangat potensial apabila dibandingkan dengan wilayah sekitarnya. Daya tarik wisata tersebut di antaranya wisata alam yang berupa pantai, hutan, pegunungan, dan danau. Kabupaten Malang memiliki kawasan hutan yang mendukung cukupnya sumber air, mengalir sepanjang tahun melalui sungai-sungainya mampu mengairi lahan pertanian yang ada di sekitarnya^[1].

Desa Sanankerto, Kecamatan Turen, Kabupaten Malang, dikenal dengan Kampung Bambu sejak tahun 1983. Desa ini memiliki potensi sebagai arboretum untuk jenis-jenis bambu. Di kawasan desa tersebut terdapat Ekowisata Boonpring, yang merupakan area ekowisata air seluas total 36,8 Ha, dengan 20 Ha merupakan hamparan hutan bambu. Boonpring merupakan lahan wisata yang dikelilingi oleh hutan bambu dan memiliki 2 danau yang menjadi embung atau sumber mata air. Air telaga berasal dari enam mata air, yakni Sumber Adem, Sumber Towo, Sumber Gatel, Sumber Maron, Sumber Krecek, dan Sumber Seger. Sumber Adem dan Sumber Towo menjadi mata air terbesar^[2]. Kawasan ini dominan dengan tumbuhan bambu yang secara ekologi memiliki peran dalam konservasi, terutama tanah dan air. Hutan bambu ini merupakan salah satu usaha yang dikelola Badan Usaha Milik Desa Sanankerto, yang diresmikan pada tahun 2017. Boonpring memiliki arti: “anugerah yang turun di hutan bambu”^[3]. Pada kawasan yang ditujukan sebagai arboretum dan laboratorium bambu ini terdapat 115 jenis bambu, dalamnya terdapat 5 jenis bambu langka dan lokal Malang. Arboretum dan laboratorium bambu ini bertujuan sebagai pusat pembibitan dan pelestarian bambu langka. Selain itu keberadaan hutan bambu ini sebagai upaya konservasi mata air di Boonpring Andeman.

Dalam inventarisasi keanekaragaman hayati (kehati), penyimpanan data secara manual dengan buku catatan maupun *file* komputer memiliki peluang besar untuk hilang^[4]. Selain itu pemberian label konvensional pada tumbuhan umumnya hanya menjelaskan nama tumbuhan, mengakibatkan pengunjung ekowisata hutan tidak bisa mendapatkan informasi lebih lanjut mengenai tumbuhan yang menjadi fokus pengunjung. Pada kasus ekowisata hutan kota *Forest Education Center* Sultan Idris Shah Malaysia, meskipun pengunjung dapat membawa *flyer*, pamflet, atau buku, tetapi mereka merasa tidak praktis untuk mendapatkan informasi dengan cepat, serta kesulitan untuk mendapatkan informasi lebih banyak. Dokumen yang berukuran kecil seperti selebaran atau pamflet tidak memberi cukup informasi mengenai tumbuhan yang mereka minati^[5]. Oleh karena itu pemanfaatan sistem informasi merupakan upaya pengelolaan kehati yang lebih baik. Pemanfaatan sistem informasi yang diperlukan saat ini, seperti aplikasi *barcode* edukatif berbasis *Quick Response (QR) code*. *QR code* atau kode tegakan dua dimensi, digunakan untuk menyampaikan informasi dengan cepat dan mendapatkan respons yang cepat. *QR code* dapat digunakan pada ponsel yang memiliki aplikasi pembaca *QR code*. Selain itu ponsel juga memiliki akses internet GPRS pengguna WiFi, 3G dan 4G untuk menghubungkan ponsel dengan situs web (*database*) yang dituju via *QR code* tersebut. Pengguna telepon seluler cukup mengaktifkan program pembaca *QR code*, kemudian mengarahkan kamera ke *QR code*, selanjutnya program pembaca kode tersebut akan secara otomatis memindai data yang telah tertanam pada QR^[6]. Data tumbuhan yang telah disimpan dalam sistem informasi hasil inventarisasi digunakan untuk penandaan atau pelabelan tanaman dengan menggunakan teknologi *QR code*, pengelola ataupun pengunjung cukup memindai label *QR code* kemudian akan dialihkan ke URL halaman *website* berisi sistem informasi data inventarisasi tumbuhan. Aplikasi pelabelan tanaman berbasis *QR code* untuk data tumbuhan telah dilakukan di Sultan Idris Shah *Forest Education Center*, dan aplikasi ini berjalan dengan baik, dimana pengunjung dapat memindai label *QR code* pada tanaman dengan menggunakan *smartphone* dan mendapatkan informasi detail mengenai tumbuhan^[5].

Adanya permasalahan dan urgensi masyarakat Desa Sanankerto pada rencana pemanfaatan kawasan Ekowisata Boonpring sebagai perpustakaan dan museum bambu di Indonesia, maka kegiatan pengabdian pada masyarakat (abmas) ITS perlu dilakukan. Kegiatan abmas ini melakukan inventarisasi pada karakteristik (morfologi luar, distribusi, status konservasi) dan sistematika (taksonomi dan nama ilmiah) tumbuhan bambu. *Database* yang ada kemudian diintegrasikan untuk membuat sistem informasi inventarisasi tumbuhan bambu dan *QR code* sebagai penanda atau pelabelan tumbuhan yang dapat dipindai menggunakan *smartphone*/perangkat *mobile* lain.

Melalui aplikasi teknologi dan sistem informasi dengan *barcode* edukatif, pihak pengelola kawasan dapat dimudahkan dalam mengelola semua informasi tentang tumbuhan bambu, serta memonitor data koleksi bambu yang ada. Program kegiatan abmas ITS ini diharapkan pula meningkatkan pemberdayaan masyarakat desa yang cerdas di bidang edukasi lingkungan. Dengan demikian, program abmas dapat membangun kesadaran masyarakat pada potensi sumber daya alam yang ada di daerahnya. Pengetahuan akan potensi daerah maupun manfaatnya dapat meningkatkan kesadaran masyarakat desa untuk saling bekerjasama mengelola sumber daya hutan bambu, dan sumber airnya secara berkelanjutan.

1.2 | Solusi Permasalah atau Strategi Kegiatan

Permasalahan pokok yang telah diidentifikasi adalah pengelolaan arboretrum bambu yang belum optimal. Hal ini tampak pada pengelolaan data bambu secara konvensional yang belum memanfaatkan sistem informasi terintegrasi. Selain belum optimalnya pengelolaan data bambu, pelabelan bambu di arboretrum masih belum efektif dilakukan serta masih menggunakan papan nama konvensional. Beberapa jenis bambu bahkan tidak ditemukan di lokasi, atau beberapa nama bambu untuk spesies yang sama, sehingga perlu inventarisasi secara berkala pada arboretrum tersebut. Hal ini dapat menjadi penghambat bagi rencana pihak pengelola dan pihak desa untuk menjadikan kawasan Boonpring sebagai eduwisata dan wisata literasi bagi sekolah-sekolah, terutama potensi bambunya.

Berkenaan dengan permasalahan tersebut, kegiatan abmas ini memberikan solusi terutama inovasi dan pengembangan sistem pengelolaan keanekaragaman tumbuhan, meliputi inventarisasi *baseline* data bambu, sistem informasi inventarisasi dengan *Barcode* Edukatif, penyusunan media belajar *e-booklet*.

Produk teknik pelabelan spesies bambu berupa *barcode* edukatif, disusun sebagai hasil dari pengumpulan informasi berupa inventarisasi keanekaragaman spesies, karakteristik (morfologi luar, distribusi, status konservasi), serta sistematika bambu (taksonomi, nama ilmiah dan lokal). Hasil inventarisasi ini kemudian dimasukkan dalam situs web. Saat semua *data source* spesies bambu tersebut telah dimasukkan dalam situs, maka akan tampil *Barcode* Edukatif berbasis *QR code* untuk masing-masing spesies bambu tersebut. Selain menghasilkan media belajar berupa situs web dan *QR code*, kegiatan Abmas juga menghasilkan produk media belajar berupa *e-booklet* potensi keanekaragaman bambu di Boonpring.

1.3 | Target Luaran

Luaran kegiatan abmas ini adalah media pembelajaran terintegrasi, berupa : data source keanekaragaman bambu, sistem informasi inventarisasi bambu, teknik pelabelan/penamaan tumbuhan *Barcode* Edukatif dengan *QR code*, serta pengembangan media belajar berbasis digital *e-booklet*, yang dikemas dalam *website* dan aplikasi *drive*.

2 | TINJAUAN PUSTAKA

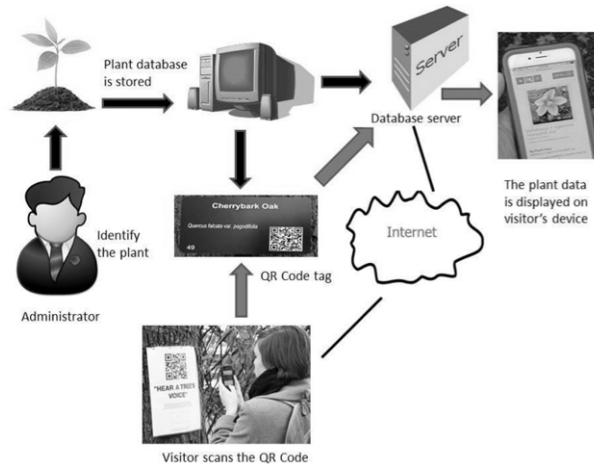
Perancangan sistem informasi inventarisasi tumbuhan bambu dilakukan dengan tahapan:

1. Analisa kebutuhan (survei dan diskusi)

Melakukan dan menentukan perancangan sistem informasi, dengan cara analisis kebutuhan melalui survei dan diskusi dengan pengelola wisata/pengguna^[7], serta menampilkan informasi tentang jenis tumbuhan, dan menampilkan secara detail tentang informasi tumbuhan tersebut.

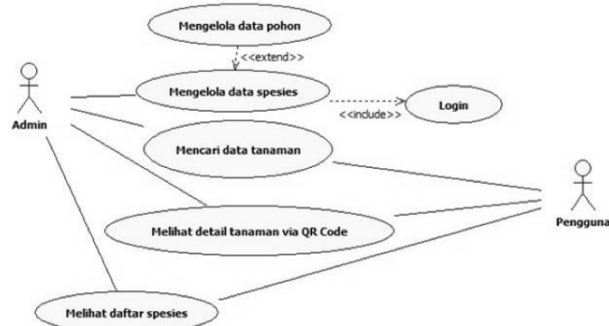
2. Perancangan desain *website* sistem informasi tumbuhan berbasis teknik *QR code*.

Website Sistem Informasi Inventarisasi Tumbuhan *QR code* ini dilakukan untuk menjawab permasalahan dalam pencatatan dan penyimpanan data tumbuhan secara manual tersebut^[7]. Administrator/pengelola dapat mengelola data tumbuhan di satu tempat yaitu *database* tumbuhan, data yang disimpan berupa gambar, posisi koordinat jenis tumbuhan, umur, informasi taksonomi (sistematika nama ilmiah), serta manfaat tumbuhan^[4]. Untuk mengakses informasi, pengguna terlebih dahulu meng-install aplikasi pemindai *QR code* atau fasilitas pemindai *QR code* telah tersedia di kamera *smartphone* pengguna.



Gambar 1 Rancangan sistem informasi inventarisasi tumbuhan dengan berbasis *QR code*^[4].

Proses rancangan sistem digambarkan dengan *use case diagram*. *Use case diagram* menunjukkan peranan dari bermacam-macam pengguna dan cara pengguna tersebut dalam berinteraksi dengan sistem^[4] ini.



Gambar 2 *Use case diagram* Sistem Informasi Inventarisasi Tumbuhan dengan *QR code*^[4].

3. Pembangunan *website* Sistem Informasi Inventarisasi Tumbuhan berbasis *QR code*.

Setelah *baseline* data tumbuhan diperoleh, data-data tersebut direkam dan disimpan pada *database* yang dijalankan *Server MySQL*^[4]. ID tumbuhan dikonversi menjadi *QR code* yang akan dicetak dan ditandai pada tumbuhan. Sistem ini diimplementasikan menggunakan bahasa pemrograman php dengan *framework laravel 5.4* dan *MySQL* sebagai basis data.

Data hasil observasi dan studi pustaka keanekaragaman tumbuhan bambu di Kawasan Boonpring yang dikompilasi dalam bentuk *e-booklet*, diharapkan dapat digunakan sebagai sumber belajar alternatif bagi masyarakat yang diwakili oleh generasi muda/siswa-siswa sekolah. *Booklet* berisi informasi-informasi penting, jelas, tegas, mudah dimengerti dan akan lebih menarik

jika *booklet* tersebut disertai dengan gambar. *Booklet* bersifat informatif, desainnya yang menarik dapat menimbulkan rasa ingin tahu^[8].



Gambar 3 Sistem penandaan tumbuhan *mobile* dengan *QR code*; (a) tumbuhan yang telah ditandai; (b) sistem pada perangkat seluler yang diuji coba pada lingkungan hutan^[5].

Sistem penandaan tumbuhan berbasis seluler telah dikembangkan untuk meningkatkan pengalaman pengunjung dalam kawasan ekowisata dengan sistem penandaan dan label tumbuhan berbasis *QR code*^{[4] [5] [9]}.

3 | METODE KEGIATAN

Kegiatan pengabdian masyarakat ini dilaksanakan mulai bulan Mei–Oktober 2022, di Kawasan Ekowisata Boonpring Andeman yang terletak di Desa Sanankerto, Kecamatan Turen, Kabupaten Malang. Kawasan ini merupakan area ekowisata air seluas total 36,8 hektar, dengan 20 hektar yang merupakan hamparan hutan bambu. Pada kegiatan abmas ini melibatkan mahasiswa ITS, untuk mendukung program kegiatan Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) berupa KKN Abmas. Program KKN Abmas ini melibatkan 15 mahasiswa, yang ikut membantu dalam survei, pencacahan spesies bambu, dan pengelolaan data keanekaragaman bambu. Mitra kegiatan abmas adalah Kelompok Tani dan BUMDes Sanankerto, yang merupakan pengelola kawasan wisata dan arboretrum bambu di Boonpring.

3.1 | Inventarisasi vegetasi bambu

Survei lokasi dan observasi jenis-jenis bambu dilakukan untuk menghasilkan suatu baseline data keanekaragaman bambu, yang akan dimasukkan dalam situs web *data source*. Data yang dikumpulkan adalah keanekaragaman spesies, karakteristik (morfologi, distribusi, manfaat, dan status konservasi), sistematika (taksonomi, nama ilmiah dan lokal). Inventarisasi bambu didukung dengan pengambilan foto-foto bambu dan bagian-bagiannya di lokasi, serta pengambilan sampel daun untuk identifikasi taksa.

3.2 | Pembuatan sistem informasi inventarisasi dan teknik pelabelan bambu

Setelah mendapatkan *baseline* data tumbuhan bambu melalui observasi dan studi pustaka, maka dilakukan pembuatan sistem informasi inventarisasi tumbuhan. Dalam mengakomodasi kebutuhan informasi terperinci tentang tumbuhan bambu diperlukan sebuah situs web penyedia informasi yang alamat URL-nya akan ditautkan ke dalam *QR code*. Dengan teknologi *QR code* ini informasi detail mengenai jenis-jenis bambu yang terdapat di arboretrum Boonpring dapat diubah menjadi sebuah kode dua dimensi, yang tercetak ke dalam suatu media yang lebih ringkas.

3.3 | Penyusunan media belajar *e-booklet* potensi keanekaragaman bambu

Data hasil inventarisasi keanekaragaman tumbuhan bambu di Kawasan Boonpring yang berbentuk *e-booklet*, diharapkan dapat digunakan sebagai sumber belajar alternatif bagi masyarakat, terutama masyarakat sekitar Desa Sanankerto yang diwakili oleh generasi muda, karang taruna, serta siswa-siswa sekolah.

Booklet merupakan perpaduan antara buku dan *leaflet*. *Booklet* sebagai suatu sumber belajar dapat digunakan untuk menarik minat dan perhatian siswa karena bentuknya yang sederhana dan banyaknya warna serta gambar yang ditampilkan^[10] *Booklet* bersifat informatif, desainnya yang menarik dapat menimbulkan rasa ingin tahu^[8].

3.4 | Pengenalan program dan sosialisasi produk media belajar terintegrasi

Kegiatan ini melibatkan dosen pengabdian dan mahasiswa KKN ITS untuk memberikan materi pengenalan tumbuhan bambu dan peran ekologisnya dalam ekosistem hutan, serta sosialisasi media belajar terintegrasi yaitu sistem informasi inventarisasi keanekaragaman hayati dengan teknik pelabelan *QR code*, dan *e-booklet* potensi keanekaragaman bambu. Kegiatan sosialisasi tersebut dilakukan di Balai Pertemuan Desa Sanankerto. Sasaran dari kegiatan sosialisasi tersebut adalah wakil dari kelompok masyarakat, seperti perwakilan dari pengelola wisata, dan generasi muda (karang taruna).

4 | HASIL DAN DISKUSI

4.1 | Survei dan inventarisasi vegetasi bambu

Survei lokasi dan observasi jenis-jenis bambu menghasilkan *baseline* data keanekaragaman bambu, telah dilakukan oleh mahasiswa abmas KKN yang didampingi wakil kelompok karang taruna (Gambar (4)). Survei ini dilakukan Mei-Agustus 2022, pada titik-titik sebaran vegetasi bambu yang berada di arboretrum bambu kawasan Boonpring, Desa Sanankerto.

Hasil inventarisasi jenis dan kelimpahan bambu diperoleh 87 spesies yang ditemukan di arboretrum bambu Boonpring. Dalam kegiatan ini juga diperoleh *baseline* data berupa karakteristik (morfologi, distribusi, manfaat, dan status konservasi), sistematika (taksonomi, nama ilmiah dan lokal). Untuk mendukung karakteristik bambu dilakukan dokumentasi berupa foto-foto bagian tumbuhan bambu di lokasi serta pengambilan sampel daun untuk identifikasi taksa lebih lanjut.



(a)



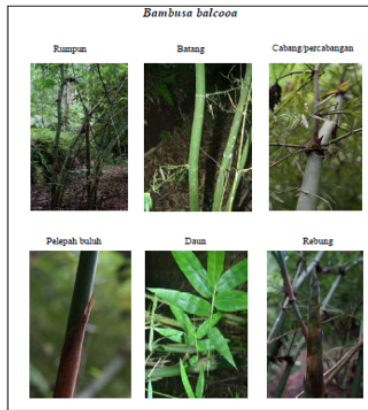
(b)

Gambar 4 Tim abmas ITS melakukan inventarisasi bambu untuk memperoleh *baseline* tumbuhan bambu di kawasan Boonpring Desa Sanankerto, Kecamatan Turen, Malang; (a) Observasi karakteristik tumbuhan bambu; (b) Dokumentasi digital bagian-bagian tumbuhan bambu.

4.2 | Sistem informasi inventarisasi tumbuhan dan teknik pelabelan nama

Sistem Informasi Inventarisasi Tumbuhan *QR code* ini dilakukan untuk menjawab permasalahan dalam pencatatan dan penyimpanan data tumbuhan secara manual tersebut^[7]. Administrator/ pengelola dapat mengelola data tumbuhan di satu tempat yaitu *database* tumbuhan, yang menyimpan data berupa gambar, posisi koordinat jenis tumbuhan, umur, informasi taksonomi (sistematika nama ilmiah), serta manfaat tumbuhan^[4]. *Database* tumbuhan bambu yang dimasukkan dapat dilihat pada Gambar (5).

Setelah memperoleh *baseline* data bambu dari kegiatan inventarisasi, data-data tersebut direkam dan disimpan pada *database* yang dijalankan *Server* (Gambar (6)). ID tumbuhan dikonversi menjadi *QR code* yang akan dicetak pada media dan ditandai pada tumbuhan^[4]. Untuk mengakses informasi tumbuhan bambu, pengguna terlebih dahulu meng-install aplikasi pemindai *QR code* atau menggunakan fasilitas pemindai *QR code* yang telah tersedia di kamera *smartphone* pengguna.

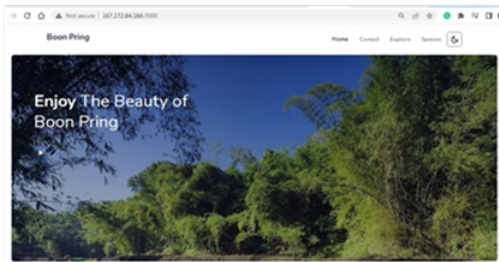


(a)

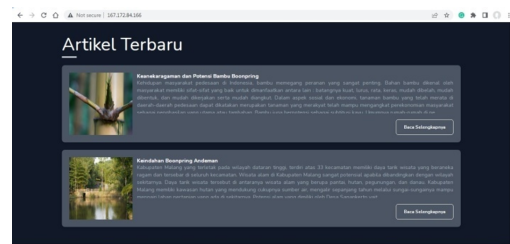
- DESKRIPSI**
- Nama lokal: Bambu balcoo
 - Klasifikasi:
 - Regnum : Plantae
 - Divisi : Tracheophyta
 - Kelas : Magnoliopsida
 - Ordo : Poales
 - Famili : Poaceae
 - Genus : Bambusa
 - Spesies : Bambusa balcooa (ITIS, 2022).
 - Tinggi bambu: Rumpun padat berserabut.
 - Warna rebung: Rebung berwarna hijau dan dimangi lilin putih pada pelepahnya dengan bulu putih, terkadang ada juga bulu hitamnya, memiliki paruk berwarna jingga dengan bulu coklat hingga hitam.
 - Ciri batang (diameter, warna batang): Batang berwarna hijau keemasan.
 - Bentuk cabang (cabang lateral/utama cabang sama besar): Cabang satu lebih besar dari cabang lainnya, disertai dari pada setiap ruas cabang.
 - Pelepah buah (pempelatan pelepah, bentuk pelepah, pelepah lekat/terpisah, ujung bentuk pelepah): Pelepah buah tegak ketika muda dan melengkung, mudah gugur ketika dewasa, liping pelepah buah membulat besar dengan ujung keluar dan berbulu kejur panjang, bulu kejur seringkali gugur sehingga tampak seperti tanduk. Daun pelepah buah menyebel bila sudah dewasa.
 - Ciri daun (bentuk, warna, daun berbulu/tidak): Daun memiliki bentuk memanjang kecil panjang.
 - Manfaat: Bambu ini sudah banyak ditanam di Indonesia untuk digunakan dalam eseng yang berbentuk seperti dari negara asalnya India.
 - Nomor koleksi: 25
 - Daftar Pustaka:
 - ITIS, 2022. Integrated Taxonomic Information System (ITIS). Report

(b)

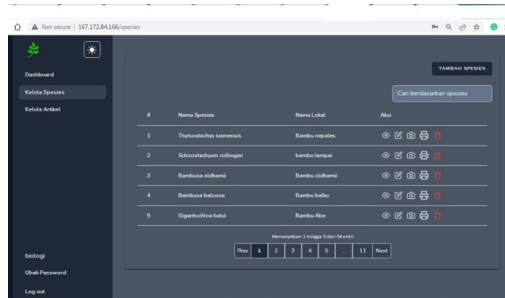
Gambar 5 Hasil *baseline* data untuk semua spesies akan dimasukkan dalam situs web *data source* bambu, dengan contoh spesies *Bambusa balcooa* (bambu balkoa) berupa (a) foto digital bagian-bagian tumbuhan; (b) karakteristik spesies.



(a)



(b)



(c)

Gambar 6 Hasil penyusunan *website* penyedia informasi *data source* spesies-spesies bambu hasil inventarisasi; a) tampilan halaman depan; b) artikel pengenalan lokasi eduwisata; c) tampilan pengelolaan spesies bambu.

Dari Gambar (6) di atas tampak *data source* spesies-spesies bambu yang telah dimasukkan, dan siap untuk dicetak *QR code*-nya. Hasil penyusunan *website data source* bambu ini sudah dapat dilihat oleh pengunjung, selain oleh tim Abmas ITS dan pengelola arboretrum bambu, yaitu <http://www.ecobambunesia.com>.

Hasil *QR code* kemudian dicetak pada media resin, *semicoated*, yupo dan thermal, kemudian ditempelkan pada papan nama koleksi berbahan aluminium atau akrilik yang akan diletakkan di dekat spesies bambu target^[11]. Hasil cetak *QR code* untuk contoh spesies bambu *Schizostachyum zollingeri* (bambu lampar) dan setelah ditempel pada papan yang diletakkan di dekat bambu target, dapat dilihat pada Gambar (7).



Gambar 7 (a). *Barcode* edukatif berbasis *QR code* yang dihasilkan untuk contoh spesies *Schizostachyum zollingeri* (bambu lampar); (b) dan (c) Hasil cetak *barcode* edukatif berbasis *QR code* yang telah dipasang berdekatan dengan papan konvensional di arboretum bambu Boonpring, Desa Sanankerto.

4.3 | Media belajar *e-booklet* potensi keanekaragaman bambu

Penyampaian informasi ekologis berbasis digital juga perlu diterapkan untuk menunjang eduwisata modern. Informasi tersebut efektif karena tidak terbatas ruang dan waktu dalam penyampaian informasi maupun pendidikan lingkungan kepada masyarakat sekitar maupun masyarakat di luar daerah tersebut. Informasi berbasis digital tersebut yang sesuai kebutuhan di kawasan eduwisata adalah dengan pemilihan media belajar berbasis web (*web based learning materials*)^[10]. Selain sistem informasi inventarisasi tumbuhan berbasis *QR code*, materi belajar yang juga digunakan dalam kegiatan ini berupa *e-booklet*. *E-booklet* berisi informasi-informasi penting, jelas, tegas, mudah dimengerti dan akan lebih menarik jika *booklet* tersebut disertai dengan gambar. *Booklet* bersifat informatif, desainnya yang menarik dapat menimbulkan rasa ingin tahu^[8]. Sistem informasi inventarisasi tumbuhan berbasis *QR code* terintegrasi dengan media pembelajaran berupa *e-booklet* yang dapat dilihat pada Gambar (8).



Gambar 8 Tampilan *e-booklet* “Potensi dan Keanekaragaman Bambu Kawasan Boonpring”; (a) dan (b) halaman depan *e-booklet*; (c) Halaman isi dari contoh spesies Bambu Embong.

4.4 | Pengenalan program dan sosialisasi produk media belajar terintegrasi

Materi pengenalan tumbuhan bambu dan peran ekologisnya dalam ekosistem hutan, serta pengenalan sistem informasi inventarisasi keanekaragaman hayati dengan *barcode* edukatif, dengan sasaran wakil dari kelompok masyarakat, seperti perwakilan dari pengelola wisata, serta generasi muda/karang taruna (Gambar (9)).



(a)



(b)

Gambar 9 Pengenalan program pengelolaan keanekaragaman bambu dan sistem informasi terintegrasi sebagai media belajar di balai pertemuan Desa Sanankerto, yang dijelaskan oleh (a) dosen pengabd; (b) tim mahasiswa Abmas KKN ITS.

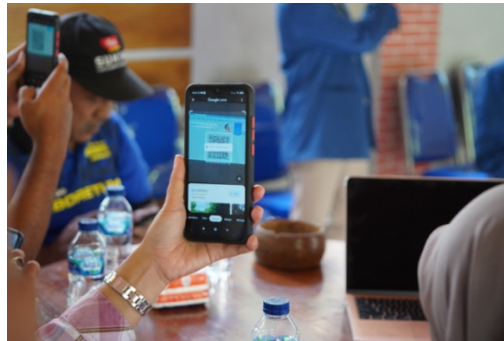
Selain mendengarkan penjelasan materi para tim Abmas ITS, peserta sosialisasi juga diberikan kesempatan mencoba mengakses situs web dan *QR code* dengan *smartphone* masing-masing peserta (Gambar (10)).



(a)



(b)



(c)

Gambar 10 Perwakilan pengelola ekowisata dan karang taruna mencoba sistem informasi inventarisasi bambu, serta mencoba scan *QR code* di balai pertemuan Desa Sanankerto; (a) dan (b) para peserta mencoba mengakses situs web baik sebagai editor data bambu maupun sebagai pengunjung situs, (c) para peserta mencoba scan *QR code* melalui *smartphone*.

Sebelum uji coba, para mahasiswa abmas KKN memberikan pengarahan penggunaan sistem informasi inventarisasi bambu baik *website* dan *QR code*. Setelah itu para peserta melakukan uji coba mengakses dan mengeksplorasi *website* sebagai pengunjung. Beberapa perwakilan pengelola dan generasi muda juga mencoba mengakses serta mengedit *data source* yang ada di *website* dengan akun sebagai *editor*. Diharapkan perwakilan pengelola dan generasi muda ini dapat mengelola data bambu secara mandiri.

Dalam sosialisasi penggunaan situs web dan scan *QR code* dengan perangkat laptop maupun *smartphone*, beberapa kendala yang ditemui di lapangan adalah sinyal dan akses internet di beberapa titik dalam kawasan yang tidak terlalu baik. Oleh karena itu untuk mempersiapkan kawasan arboretrum Boonpring sebagai kawasan wisata edukasi dan literasi, sebaiknya diperlukan kesiapan dalam sarana dan prasarana terkait tujuan tersebut. Dengan akses internet yang lebih baik maka arboretrum bambu dan eduwisata lain di Desa Sanankerto ini akan lebih optimal manfaatnya bagi masyarakat, khususnya generasi muda..

5 | KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan permasalahan yang ada, telah disolusikan dengan sistem informasi inventarisasi tumbuhan berbasis *QR code* terintegrasi dengan media belajar e-booklet. Tahapan kegiatan meliputi inventarisasi keanekaragaman serta dokumentasi bagian tumbuhan bambu sebagai baseline data tumbuhan (bagian rumpun, batang, daun, cabang/percabangan, pelepah buluh). Data berupa digital library yang meliputi : sistematika nama ilmiah dan nama lokal, karakteristik dan manfaat bambu, serta foto bagian tumbuhan bambu dimasukkan dalam proses penyusunan situs web *data source* bambu. Situs web Sistem Informasi Inventarisasi Tumbuhan berbasis *QR code* dapat membantu permasalahan dan kelemahan dalam pencatatan dan penyimpanan data tumbuhan secara manual. Dengan sistem informasi ini, pengelolaan juga dapat dilakukan secara efisien, dimana administrator/ pengelola dapat mengelola data tumbuhan dimanapun. Selain itu pengelola dan pengunjung dapat dengan mudah menggunakan fasilitas pemindai *QR code* yang telah tersedia di kamera *smartphone* pengguna.

Dalam pengaplikasian media sistem informasi Sistem Informasi Inventarisasi Tumbuhan Bambu secara umum diperlukan kesiapan sarana terutama sarana internet di lokasi eduwisata (arboretrum) Boonpring. Terkait pengembangan wisata berbasis masyarakat terintegrasi program digitalisasi, koordinasi secara berkelanjutan antara tim Abmas ITS dengan pengelola/pemerintah desa diharapkan terus berlanjut Program pemerintah desa selanjutnya untuk menjadikan kawasan Boonpring sebagai wisata edukasi dan literasi bagi sekolah-sekolah terintegrasi program digitalisasi perlu ditindaklanjuti. Tindak lanjut perbaikan sarana dan prasarana kawasan ini diperlukan untuk menunjang pengelolaan keanekaragaman hayati dan habitat wisata alamnya, agar edukasi lingkungan bagi masyarakat ini dapat tercapai secara optimal.

6 | UCAPAN TERIMA KASIH

Pengabdian masyarakat ini didukung oleh Pusat Kajian Potensi Daerah dan Pemberdayaan Masyarakat (PDPM), Direktorat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRPM) ITS. Terima kasih juga disampaikan kepada mitra Abmas yaitu BUMDes Desa Sanankerto, Kecamatan Turen, Kabupaten Malang.

Referensi

1. Sukmaratri M. Kajian Pola Pergerakan Wisatawan Di Objek Wisata Alam Kabupaten Malang. *Jurnal Pariwisata Pesona* 2018;3(1):33–45.
2. Widiyanto E, Mongabay, editor, *Pesona Boonpring Andeman, dari Ekowisata, Pusat Penelitian Bambu sampai Sumber Listrik*; 2020. <https://www.mongabay.co.id/2020/02/29/pesona-boonpring-andeman-dari-ekowisata-pusat-penelitian-bambu-sampai-sumber-listrik/>.
3. Firdausi MR. Keanekaragaman dan distribusi spasial bambu menggunakan sistem informasi geografis di Ekowisata Boonpring Kabupaten Malang. PhD thesis, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim; 2019.
4. Khaira U, Suratno T, Mauladi M, Aryani R, Saputra E, et al. Pembuatan sistem informasi inventarisasi tanaman berbasis QR code untuk identifikasi tanaman Taman Hutan Kota HM Sabki Kota Jambi. *Riau Journal of Empowerment* 2020;3(2):69–78.
5. Ishak I, Sidi F, Affendey LS, Sani NFM, Hamzah AS, Bawon P. Mobile plant tagging system for urban forest eco-tourism using QR code. In: 2013 International Conference on Advanced Computer Science Applications and Technologies IEEE; 2013. p. 37–41.

6. Puslitbanghut, dan Pengembangan Hutan PP, editor, Pemanfaatan Teknologi QR Code untuk Pelabelan Pohon di KHDTK Cikampek; 2017. <http://www.litbang.menlhk.go.id>.
7. Nuryanti R. PERANCANGAN WEB APLIKASI SISTEM INFORMASI TANAMAN INDUSTRI MENGGUNAKAN TEKNOLOGI QR-CODE DI BALITRI. PhD thesis, Prodi Sistem Informatika, Teknik dan Informatika, Universitas Bina Sarana Informatika; 2020.
8. Nafsiyah F. Pengembangan Booklet Keanekaragaman Lepidoptera Subordo Rhopalocera di Kawasan Cagar Alam Pagerwunung Darupono Kendal Sebagai Sumber Belajar Biologi pada Materi Keanekaragaman Hayati di Madrasah Aliyah. *Bioeduca: Journal of Biology Education* 2020;2(1):1–8.
9. Hwang GH, Chen B, Chu HC, Cheng ZS. Development of a Web 2.0-based ubiquitous learning platform for schoolyard plant identification. In: 2012 IEEE Seventh International Conference on Wireless, Mobile and Ubiquitous Technology in Education IEEE; 2012. p. 259–263.
10. Fitriasih R, Ansori I, Kasrina K. Pengembangan Booklet Keanekaragaman Pteridophyta Di Kawasan Suban Air Panas Untuk Siswa SMA. *Diklabio: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Biologi* 2019;3(1):100–108.
11. Sufaidah I, Adjie B. Analisis Penggunaan Metode Barcode Printing dalam Pembuatan Papan Nama Koleksi di Kebun Raya Purwodadi. *Warta Kebun Raya* 2021;19(2):39–45.

Cara mengutip artikel ini: Trisnawati, I., Koswara, A.Y., Raharjo, A.B., Maulida, P., Muzaki, F.K., (2023), *QR Code* Edukatif sebagai Media Belajar Terintegrasi untuk Pengelolaan Keanekaragaman Hayati Bambu di Kawasan Ekowisata Boonpring, Kabupaten Malang, *Sewagati*, 7(4):541–551, <https://doi.org/10.12962/j26139960.v7i4.537>.