

MANAJEMEN PENGELOLAAN LIMBAH BUNGA PACAR AIR (IMPATIENS BALSAMINA) DARI CANANG SARI DAN PENETAPAN WAKTU PENGUMPULAN

¹Audina Setya Fitriana,^{2*}Edia Rahayuningsih, ³Rochim Bakti Cahyono

^{1,3}Departement Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, Indonesia.

²Indonesia Natural Dye Institute, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, Indonesia.

email: edia_rahayu@ugm.ac.id

ABSTRACT

The aims of this research are 1) to develop system for collection and separation of flower waste in area model; 2) to analyse the natural dye content in pacar air flower waste during the collection and drying process. The data was collected by interviewing, giving questionnaire, and observing. Respondents in this research were staff of the environmental authority and communities in 5 sub-districts at Buleleng regency. From results of questionnaire, the current behaviour of community in managing canang sari waste can be identified. Then, it can be used as basis for preparation of an effective canang sari waste collection system and qualified as natural dye raw-material. To determine the quality of flowers for collection time, natural dye extraction from pacar air flower waste was carried out at various collection times. Duration of observation time: 1-7 days after canang sari used for worship. Analysis of natural dye content in extract with several tests, used phytochemical, gravimetry, and UV-vis spectrophotometry. The conclusion that can be drawn is that flower waste collection system is carried out in two categories of locations, at places of worship and non-places of worship. Collection time is every 2 days, with the flower waste will be purchased. Sorting system is carried out by providing blue bins for flower waste and grey bins for other waste. Flower waste collected every 2 days, produces the highest natural dye content compared to other collection times, at 59.0481% grams of dye per gram of dried flowers, with anthocyanin content at 32.06185 mg/l.

Keywords: Canang Sari, Pacar Air, Waste Management, Natural Dye, Impatiens Balsamina

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini yaitu: 1). Menyusun sistem pengumpulan dan pemisahan limbah bunga dalam model kawasan. 2). Menganalisis kandungan pewarna alami dalam limbah bunga pacar air selama proses pengumpulan dan pengeringan. Pengumpulan data dilakukan dengan wawancara, kuesioner, dan observasi. Responden riset ini adalah Pegawai Dinas Lingkungan Hidup dan masyarakat di 5 kecamatan di Kabupaten Buleleng. Dari hasil kuisisioner tersebut, dapat diketahui perilaku masyarakat pengelolaan limbah canang sari pada saat ini. Selanjutnya dapat dijadikan dasar penyusunan sistem pengumpulan limbah canang sari yang efektif dan memenuhi syarat sebagai bahan baku pewarna alami. Untuk mengetahui kualitas bunga terhadap waktu pengumpulan, dilakukan ekstraksi pewarna alami dari limbah bunga pacar air pada berbagai waktu pengumpulan. Durasi waktu pengamatan yaitu: 1-7 hari, dari setelah canang sari selesai digunakan untuk peribadatan. Analisis kandungan pewarna alami pada ekstrak dilakukan dengan beberapa pengujian yaitu uji fitokimia, gravimetri, dan spektrofotometri UV-VIS. Kesimpulan yang dapat diambil yaitu, sistem pengumpulan limbah bunga dilakukan pada dua kategori lokasi, yaitu tempat ibadah dan tempat bukan tempat ibadah. Waktu pengumpulan setiap 2 hari sekali, dengan transaksi jual beli. Sistem pemilahan limbah bunga dilakukan dengan menyediakan tempat sampah berwarna biru untuk limbah bunga dan berwarna abu-abu untuk limbah lainnya. Limbah bunga yang dikumpulkan setiap 2 hari sekali, menghasilkan kadar zat pewarna alami tertinggi dibanding waktu pengumpulan lainnya yaitu, sebesar 59,0481% gram pewarna per gram bunga kering, dengan kadar antosianin yaitu sebesar 32,06185 mg/l.

Kata Kunci: Canang Sari, Limbah Bunga, Sistem Pengumpulan, Natural Dye, Impatiens Balsamina

LATAR BELAKANG

Canang sari merupakan salah satu sarana yang digunakan untuk didalam melakukan peribadahan atau persembahyangan bagi umat yang beragama hindu khususnya yang ada di Bali. Ada banyak sekali komponen yang ada di canang sari ini, salah satunya menggunakan berbagai macam bunga. Bunga ini merupakan simbol spritual dan penghormatan kepada para dewa dalam kepercayaan umat Hindu. Penggunaan canang sari akan terus stabil atau bahkan meningkat dikarenakan dilakukannya persembahyangan oleh umat hindu yang biasanya dilakukan setiap hari dan akan meningkat ketika adanya upacara adat hari raya. Sehingga dengan meningkatnya kebutuhan canang sari, otomatis meningkatkan juga kebutuhan akan penggunaan bunga. Oleh karena itu jika dibiarkan begitu saja, akan menimbulkan limbah bunga dengan volume yang terbilang banyak dan akan mengotori lingkungan

Dalam Jurnal (Wijaya & Putra, 2021) mengatakan bahwa timbulan sampah di Pulau Bali mencapai 4.281 ton perhari. Dengan komposisi sebesar 60% sampah organik, 20% sampah plastik, dan sisanya terdiri atas logam, gelas, kertas, dan sampah dari Pura. Aktivitas persembahyangan yang dilakukan kurang lebih 3 juta umat hindu ikut memberikan pengaruh terhadap produksi sampah, sampah yang dihasilkan berupa sisa dari upacara adat tersebut. Sampah yang dihasilkan dari Pura pada umumnya hanya di kumpulkan dan diangkut ke TPA untuk di timbun bersamaan dengan jenis sampah lainnya. Hal ini di karenakan belum di dukung dengan upaya pengelolaan sampah yang sesuai terkhususnya untuk sampah persembahyangan tersebut.

Namun saat ini seiring dengan kesadaran masyarakat yang meningkat terhadap permasalahan lingkungan dan kesehatan serta berbagai teknologi yang telah banyak dilakukan di dalam penanganan & pemanfaatan sampah, *bioresource technology* menjadi salah satu solusi tepat dikarenakan ramah lingkungan dan *non toxic* sehingga diterapkan didalam kehidupan sehari-hari. Pewarna Alami merupakan salah satu produk *bioresource technology* terbarukan dan berkelanjutan yang memiliki dampak lingkungan kecil dan sudah digunakan sejak jaman dahulu (Baaka et al., 2024). Sumber bahan baku dari pewarna alami itu sendiri didapat dari berbagai jenis keanekaragaman hayati yang dimiliki Indonesia secara melimpah. Hanya saja permasalahan yang sering dihadapi di dalam pembuatan pewarna alami ini yaitu cukup langkanya bahan baku dengan meningkatnya kebutuhan serta diikuti mahalnnya akan bahan tersebut. Untuk mengatasi permasalahan langkanya bahan baku dan memberikan solusi akan permasalahan lingkungan, oleh sebab itu dalam pembuatan pewarna alami ini bisa menggunakan limbah bunga sebagai salah satu alternatifnya. Didalam komponen penyusun canang sari, banyak terdapat berbagai jenis bunga yang memiliki artinya tersendiri salah satunya yaitu bunga pacar air (*Impatiens Balsamina*). Bunga pacar air (*Impatiens balsamina L*) menghasilkan pigmen warna merah kecoklatan atau ke unguan. Dari berbagai senyawa kimia yang terkandung didalam bunga pacar air, antosianin merupakan senyawa utama yang memiliki tanggung jawab atas warna mencolok yang dihasilkan pada bunga tersebut. Antosianin adalah pigmen alami yang memberikan warna merah, oranye, ungu, dan biru pada berbagai tumbuhan. Antosianin dikategorikan sebagai pigmen *flavonoid*, yaitu subkelas dari senyawa *fenolik* yang larut dalam air (Yuniati et al., 2024). Antosianin adalah produk glikosilasi dari antosianidin, yang merupakan turunan teroksigenasi dari kation 2-fenilbenzopirilium (*flavylium*). Pigmen ini termasuk dalam turunan benzopiran (Lu et al., 2024).

Pewarna Alami dapat dihasilkan melalui proses ekstraksi. Ekstraksi merupakan suatu proses pemisahan suatu atau beberapa zat dari campurannya dengan menggunakan pelarut, pelarut yang dipilih harus bisa mengekstrak substansi yang di inginkan tanpa melarutkan material lainnya (Mukhtarini, 2014). Penggunaan teknik ekstraksi pewarna yang efisien yang tidak hanya meningkatkan hasil ekstraksi tetapi juga menghemat energi, waktu, dan jumlah bahan kimia (Rather et al., 2024). Pada proses ekstraksi ini dipengaruhi beberapa faktor antara lain jenis pelarut, rasio dari bahan baku dengan pelarut, ukuran bahan baku, temperature ekstraksi, waktu ekstrasi, pH dan metode dari ekstraksi itu sendiri.

Lokasi penelitian yang dipilih untuk sistem pengelolaan limbah bunga yaitu Kabupaten Buleleng, Provinsi Bali. Kabupaten Buleleng merupakan salah satu kabupaten yang berada pada bagian utara pulau Bali, Indonesia yang memiliki ibu kota ialah Singaraja. Luas wilayah total yang dimiliki yaitu sebesar 1.365,88 km² dengan populasi penduduk total sebesar 806.650 jiwa.



Gambar 1 Peta Lokasi dari Kabupaten Buleleng

Selain itu, adapun batas wilayah yang membatasi Kabupaten Buleleng yaitu

1. Bagian Utara : Laut Bali dan Laut Jawa bagian utara
2. Bagian Timur : Amilapura, Kabupaten Karangsem
3. Bagian Selatan : Kabupaten Jembrana, Kabupaten Badung, Kabupaten Bangli, dan Kabupaten Tabanan
4. Bagian Barat : Kabupaten Jembrana dan Selat Bali

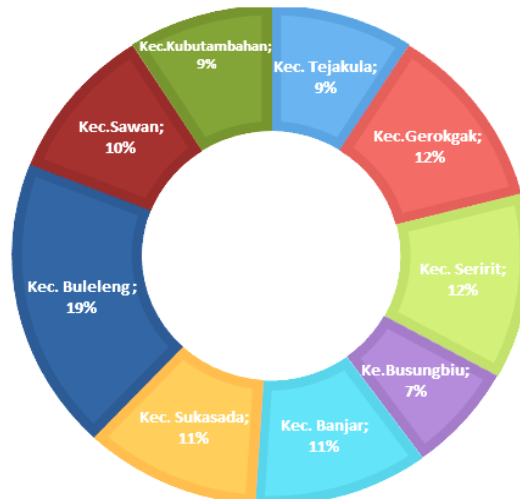
Secara topografi, pada bagian selatan sebagian besar membentang daerah yang berbukit dan bagian utara wilayah kabupaten Buleleng memanjang seluruhnya pantai utara Bali.

Secara administrasi, kabupaten Buleleng terbagi menjadi 9 kecamatan dengan 129 desa, 19 kelurahan, 557 banjar/dusun, dan 63 lingkungan. Kecamatan yang terdiri dari 9 kecamatan tersebut antara lain Gerokgak, Seririt, Busungbiu, Banjar, Sukasada, Buleleng, Sawan, Kubutambahan, dan Tejakula. Berikut adalah persebaran populasi penduduk berdasarkan kecamatannya:

Tabel 1 Populasi penduduk berdasarkan Kecamatan di Kabupaten Buleleng, 2021

Kecamatan	Penduduk (ribu)	Laju Pertumbuhan Penduduk Per Tahun 2020(Sep) – 2021 (Jun)
Gerokgak	99,13	2,16
Seririt	95,67	3,24
Busungbiu	53,90	3,08
Banjar	87,68	2,29
Sukasada	91,28	2,24
Buleleng	151,75	1,37
Sawan	82,26	3,49
Kubutambahan	70,11	2,59
Tejakula	74,87	3,39
Total Kabupaten Buleleng	806,65	2,51

Sumber : Badan Statistika Kabupaten Buleleng dalam jurnal "Kabupaten Buleleng dalam Angka 2022" yang di tulis oleh (Andriani, SE., MT, 2020)



Gambar 2 Presentase persebaran penduduk di beberapa Kecamatan (%), 2021

Secara demografi, di Kabupaten Buleleng terdapat beberapa suku penduduk yang tersebar tetapi sebagian besar merupakan suku Bali sebesar 92,27% dari penduduk kabupaten Buleleng dan sisanya terdiri dari suku Jawa, Bali Aga, Madura, Bugis serta suku lainnya. Selain itu, ada beberapa agama yang dianut oleh masyarakat di wilayah kabupaten Buleleng antara lain agama Islam, Hindu, Katolik, Budha, Konghucu dan lainnya. Berikut ada jumlah populasi penduduk berdasarkan agama yang dianut:

Tabel 2 Jumlah penduduk berdasarkan agama yang dianut

Kecamatan	Islam	Protestan	Katolik	Hindu	Budha	Kong Hu Cu	Lain nya
Gerokgak	28.384	440	69	71.936	74	-	9
Seririt	6.106	373	64	90.241	160	-	-
Busungbiu	260	152	18	54.446	13	1	4
Banjar	2.896	401	67	85.594	388	-	-
Sukasada	13.225	694	212	8.231	163	-	-
Buleleng	22.139	2.749	1.096	125.641	3.280	82	0
Sawan	822	461	37	83.966	60	-	-
Kubutambahan	833	165	61	72.554	79	-	-
Tejakula	1.537	85	30	76.283	17	-	5
Total Kabupaten Buleleng	76.202	5.520	1.654	738.892	4.234	83	8

Sumber : Badan Statistika Kabupaten Buleleng dalam jurnal "Kabupaten Buleleng dalam Angka 2022" yang di tulis oleh (Andriani, SE., MT, 2020)

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini diarahkan untuk mengeksplorasi potensi limbah bunga canang sari, khususnya bunga pacar air (*Impatiens balsamina*), sebagai bahan baku alternatif dalam pembuatan pewarna alami berbasis antosianin melalui proses ekstraksi yang efisien dan ramah lingkungan. Urgensi penelitian ini terletak pada perlunya solusi konkret dalam pengelolaan limbah bunga hasil persembahyangan yang jumlahnya terus meningkat namun belum terkelola secara optimal, khususnya di wilayah Bali yang memiliki intensitas upacara harian tinggi. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam upaya pengurangan limbah organik sekaligus menghasilkan produk bernilai tambah yang aman bagi lingkungan dan kesehatan. Adapun kebaruan (*novelty*) dari penelitian ini tidak hanya terletak pada pemanfaatan spesifik limbah bunga dari canang sari sebagai sumber pewarna alami, tetapi juga dalam rencana pengembangan sistem pengumpulan limbah bunga secara terpadu. Untuk mendukung sistem ini, penelitian akan terlebih dahulu menentukan waktu pengumpulan limbah bunga yang paling optimal, yaitu dengan melakukan analisis kadar total zat warna alami dan

kadar antosianin melalui metode ekstraksi pada berbagai waktu pengambilan. Hal ini menjadi langkah awal yang penting untuk memastikan bahwa limbah yang dikumpulkan memiliki kandungan pigmen tertinggi sehingga proses pemanfaatannya menjadi lebih efisien dan bernilai. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat menjadi pijakan ilmiah dan praktis dalam mendukung ekonomi sirkular berbasis kearifan lokal serta pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan.

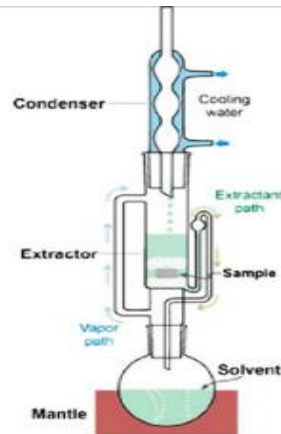
METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan antara lain bunga pacar air, aseton, akuades, reagen mayer, reagen wagner, reagen dragendorff, KCL, $\text{CH}_3\text{COO.Na}$, $3\text{H}_2\text{O}$, Magnesium (Mg), NaOH, FeCl_3 , Gula, Garam dapur(NaCl).

Peralatan

Alat yang digunakan pada proses ekstraksi yaitu menggunakan alat ekstraksi soxletasi. Alat lainnya meliputi spektrofotometri UV-VIS, oven, desikator, colorimeter CIE Lab, gelas beker, petridish, neraca analitik, pH meter, *hotplate* & magnetik stirer, kertas saring.



Gambar 3 Rangkaian alat ekstraksi soxhletasi

Cara Kerja

A. Teknik Pengumpulan Data sebagai pertimbangan untuk Menyusun Sistem Pengumpulan dan Pemisahan Limbah Bunga

Lokasi penelitian yang dipilih untuk sistem pengelolaan limbah bunga yaitu Kabupaten Buleleng, Provinsi Bali. Kabupaten Buleleng. Sehingga, penyebaran kuesioner, observasi, dan wawancara dilakukan di wilayah Kabupaten Buleleng.

1) Kuisisioner

Pertanyaan pada angket berpedoman indikator-indikator variabel,. Pengerjaannya dilakukan dengan memilih salah satu alternatif jawaban yang disediakan. Kuisisioner yang digunakan disini menggunakan skala *likert*, skala *likert* ini digunakan untuk mengukur bagaimana sikap responden dalam memberika tanggapan terhadap pertanyaan atau masalah yang diberikan pada angket tersebut. Setiap pertanyaan disertai dengan lima jawaban dengan menggunakan skala *likert*. Angket yang digunakan berupa pilihan ganda, yang telah disediakan lima jawaban antara lain Sangat Setuju, Setuju, Ragu-Ragu, Tidak Setuju dan Sangat tidak setuju. Dalam hal ini, peneliti memberikan seperangkat daftar pertanyaan maupun pernyataan tertulis kepada responden yang menjadi populasi penelitian untuk dijawab. Jadi reponden hanya memberikan tanda centang (✓) pada jawaban yang dikehendaki.

2) Observasi

Observasi digunakan di dalam penelitian ini yaitu bertujuan untuk mengamati secara langsung dengan menggunakan alat indera seberapa besar timbulan sampah yang di akibatkan dari kegiatan

persembahyangan setiap hari dan di hari raya besar yang sedang berlangsung, yang dilakukan terutama oleh umat Hindu. Observasi ini juga untuk mengamati bagaimana upaya masyarakat dan terkhususnya instansi terkait di dalam pengelolaan sampah terkhususnya limbah bunga serta pemanfatannya.

3) Wawancara

Wawancara ini dilakukan bertujuan untuk memperoleh informasi mengenai bagaimana manajemen dan pengelolaan sampah secara umum hingga terkhusus, yang dimaksudkan terkhusus disini yaitu limbah bunga yang dihasilkan dari persembahyangan yang juga termasuk kedalam sampah organik. Dalam hal ini peneliti mengadakan tanya jawab dengan pihak instansi terkait yaitu dinas lingkungan hidup, perangkat desa dan perangkat yang bertanggung jawab pada lingkungan pura.

B. Metode yang digunakan untuk menghasilkan Pewarna Alami dari Limbah Bunga Pacar Air

1) Persiapan Bahan Baku

Pada tahapan ini adapun yang perlu disiapkan antara lain Bahan Baku Bunga Pacar Air dengan berbagai waktu pengeringan (pengeringan 1 hari – 7 hari). Selanjutnya Menimbang bahan baku utama yaitu bunga pacar air sebanyak 15,625 gram lalu selanjutnya memperkecil ukurannya dengan memotongnya menjadi ukuran yang lebih kecil.

2) Penentuan Kadar Total Kandungan Zat Warna Alami

Penentuan Kadar Total Zat Warna Alami di dalam limbah bunga pacar air dilakukan dengan metode soxhlet. Bunga pacar air yang telah di siapkan pada tahap persiapan bahan baku kemudian di timbang sebanyak 15,625 gram lalu dibungkus dengan rapat dengan menggunakan kertas saring dan dimasukkan ke dalam tabung ekstraksi soxhlet. Alat yang digunakan kemudian dirangkai seperti figure 1. Pelarut yang digunakan adalah aseton sebanyak 250 mL, dituangkan ke dalam labu ekstraksi kemudian kondensor dan waterbath dinyalakan. Proses ekstraksi berjalan hingga pelarut dalam tabung Soxhlet tidak berubah atau jernih setelah dibiarkan menggenang selama 12 jam (pada malam hari samai besok paginya) sebagai pertanda bahwa zat warna alami yang terkandung dalam limbah bunga pacar air telah terambil. Namun jika pelarut dalam tabung soxhlet masih berwarna merah atau tidak jernih maka proses ekstraksi di lanjutkan sampai pelarut di dalam tabung soxhlet jernih. Setelah pelarut didalam soxhlet jernih dan proses ekstraksi soxhletasi dihentikan, sampel berupa padatan kemudian dikeluarkan.

Volume total larutan ekstrak didalam labu diukur untuk menentukan kadar zat warna total didalam limbah bunga pacar air dengan cara mengambil cuplikan sample sebanyak 10 ml larutan ekstrak selanjutnya di masukkan ke dalam petridish bersih dan yang sudah di timbang sebelumnya kemudian menguapkan solvent dengan memasukkan sampel ke dalam oven dan di panaskan dengan menggunakan suhu diatas titik didih pelarut sebesar 60 °C selama 20 menit, petridish didinginkan dalam desikator selama 10 menit lalu ditimbang dan dicatat hasilnya. Percobaan diulangi hingga mendapatkan hasil yang konstan (antara berat krusibel + sampel ekstrak) dan tidak berubah pada penimbangan berikutnya, maka ini menandakan pelarut telah menguap sempurna.

3) Penentuan Kadar Antosianin

Penentuan Kadar Antosianin didalam bunga pasar air dilakukan dengan metode differensial pH. Hasil ekstraksi yang dihasilkan pada proses sebelumnya diambil sebanyak kurang lebih 2,5 ml dan diatur factor pengencerannya pada masing-masing pH 1 dan pH 4.5. Setelah itu di masukkan ke dalam kuvet untuk diukur absorbansinya menggunakan Spektrofotometri UV-VIS. Percobaan nilai pengukuran absorbansi spektrofotometri UV-VIS di lakukan pengulangan sebanyak 3 kali. Pengukuran di lakukan pada panjang gelombang (λ) 520 nm dan 700 nm.

4) Skrining Fitokimia secara Kualitatif

a. Uji Alkaloid

Uji Alkaloid dilakukan dengan metode Mayer, Wagner, dan Dragendorff. Sampel ekstraksi limbah pacar air dimasukkan kedalam tiga tabung reaksi berbeda yang masing-masing sebanyak 2 mL, selanjutnya ditambahkan 1 mL HCl 2M. Tabung I ditambahkan 2-3 reagen mayer, kemudian hasil positif apabila larutan terbentuk endapan putih. Tabung II ditambahkan 2-3 tetes reagen Wagner, kemudian

hasil positif apabila larutan terbentuk endapan jingga hingga coklat. Tabung III ditambahkan 2-3 tetes reagen Dragendorff, kemudian hasil positif apabila larutan terbentuk endapan jingga. (Reiza et al., 2019)

b. Uji Saponin

Uji Saponin dilakukan dengan metode Forth yaitu dengan cara menuangkan 2 ml ekstrak limbah pacar air ke dalam tabung reaksi kemudian ditambahkan 10 ml akuades lalu dipanaskan selama 2-3 menit, dan didinginkan. Setelah itu dikocok selama 30 detik, diamati perubahan yang terjadi. Apabila terbentuk busa yang mantap (tidak hilang selama 30 detik) maka identifikasi menunjukkan adanya saponin (Anggriani et al., 2017).

c. Uji Flavonoid

Uji flavonoid dilakukan dengan metode Shinoda. Sebanyak 0.50 ml ekstrak limbah bunga pacar air ditetaskan pada gelas preparat. Selanjutnya ditambahkan 3 tetes methanol dan diaduk hingga homogen. Setelah itu ditambahkan 0,1 gr serbuk magnesium, lalu diberikan 3 tetes HCl pekat (Yusril Mukramin, 2022). Terbentuknya warna kuning, oranye, merah atau biru menunjukkan adanya senyawa golongan flavonoid (Anggriani et al., 2017).

d. Uji Fenolik

Sebanyak 0.50 ml sampel ditetaskan pada gelas preparat, selanjutnya ditambahkan 3 tetes methanol dan diaduk hingga homogen, kemudian ditambahkan 3 tetes FeCl₃ 5%. Terbentuknya warna hijau, merah, ungu atau biru menunjukkan adanya senyawa golongan fenolik ((Marliana et al., 2005) didalam jurnal (Anggriani et al., 2017).

e. Uji Pembuktian Antosianin Secara Kualitatif

Dilakukan uji warna golongan senyawa antosianin menurut Harborne (1987) yakni 0,5 ml ekstrak limbah bunga pacar air ditambahkan HCl 2M kemudian dipanaskan 100 °C selama 5 menit. Kemudian diamati warna sampel. Apabila warna merah pada sampel tidak berubah, maka menunjukkan adanya antosianin. Juga ditambahkan NaOH 2M tetes demi tetes sambil diamati perubahan warna yang terjadi. Apabila warna merah menjadi warna hijau biru yang memudar perlahan-lahan, maka menunjukkan adanya antosianin (Anggriani et al., 2017).

5) Pengolahan Data

a. Uji Gravimetri

Penentuan kadar awal yang terkandung dalam bahan dilakukan dengan cara ekstraksi Soxhlet:

Massa ekstrak = (berat cawan + isi) - (berat cawan kosong)

$$Kadar\ ZWA\ total = \left(\frac{\frac{massa\ ekstrak}{V\ sampel} \times V\ ekstrak}{berat\ limbah\ bunga\ pacar\ air} \right) \times 100\% \quad (1)$$

b. Uji Spectrofotometri UV-VIS

Absorbansi diukur tiap sampel pada λ maks dan λ 700 nm. Sampel ekstraksi diuji absorbansinya dengan *spektrofotometer UV-VIS* pada panjang gelombang maksimum yaitu 520 nm.

Absorbansi dihitung dengan menggunakan persamaan 1 (Arroy et al., 2017),

$$A = (\lambda_{520} - \lambda_{700})\ pH\ 1 - (\lambda_{520} - \lambda_{700})\ pH\ 4.5 \quad (2)$$

sedangkan kadar antosianin dihitung dengan persamaan 2,

$$Kadar\ Antosianin\ \left(\frac{mg}{l}\right) = \frac{A \times BM \times FP \times 1000}{\epsilon \times L} \quad (3)$$

λ 520 = serapan maksimum sampel

λ 700 = serapan cyanidin-3- glucoside

A = Nilai Absorbansi maksimal

ϵ = koefisien absorbitas (26900 L/mol.cm) dinyatakan sebagai cyanidin-3- glucoside

BM = berat molekul cyanidin-3- glucoside (449.2 g/mol)
 FP = faktor pengenceran (1)
 L = Lebar cuvet (1 cm)

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kondisi Eksisting Sistem Pengolahan Sampah di Kabupaten Buleleng

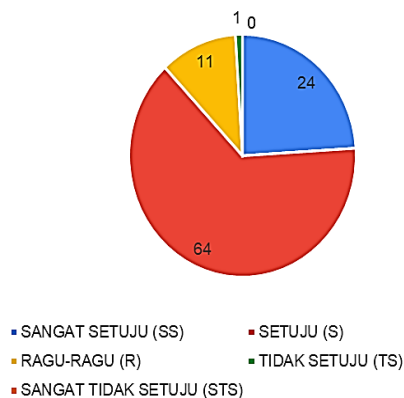
Pengelolaan sampah di Kabupaten Buleleng saat ini belum berjalan secara efektif. Hal ini disebabkan oleh kurangnya kesadaran masyarakat, minimnya sosialisasi, keterbatasan fasilitas, dan belum terstrukturinya sistem pengumpulan dan pengangkutan sampah. Berdasarkan data Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Buleleng tahun 2022 mencatat bahwa dari 38 TPS 3R yang ada, hanya 22 yang masih aktif, dan dari jumlah tersebut hanya 16 yang mengolah sampah organik menjadi kompos atau biogas.

Hasil wawancara dengan beberapa narasumber menunjukkan kondisi pengelolaan yang bervariasi antar desa. Desa Baktiseraga (kecamatan Buleleng) yang diwakili oleh bapak Komang Ariawan dan desa Panji (kecamatan Sukasada) yang diwakili oleh bapak Jro Mangku Made Ariawan, telah aktif melakukan pengolahan sampah organik menjadi kompos dan biogas. Sebaliknya, desa Sangsit (kecamatan Sawan) yang diwakili oleh ibu Luh Mariani; desa Kubutambahan (kecamatan Kubutambahan) yang diwakili oleh bapak Gede Pariadnyana; dan desa Temukus (kecamatan Banjar) yang diwakili oleh bapak I Made Karuna mengalami hambatan operasional. Kendala umum yang dihadapi meliputi kurangnya sosialisasi, minimnya tenaga kerja untuk pemilahan, tingginya volume sampah harian, dan kebiasaan warga membawa sampah organik ke kebun sendiri.

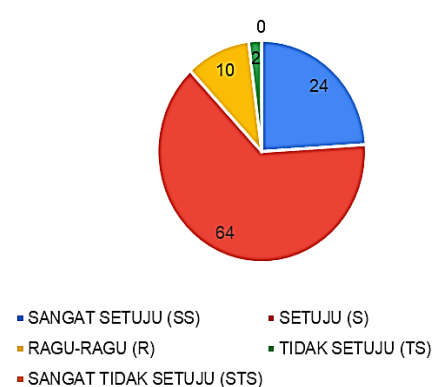
Data pendukung diperoleh dari penyebaran kuesioner di kelima desa tersebut (masing-masing 20 responden), yang mewakili 9 kecamatan di Buleleng. Hasilnya menunjukkan bahwa masyarakat umumnya telah menyediakan wadah khusus untuk limbah persembahyangan, namun belum melakukan pemilahan limbah secara spesifik, terutama untuk limbah bunga. Meskipun sebagian besar sudah memahami bahaya pembakaran, praktik tersebut masih dilakukan oleh sebagian masyarakat. Selain itu, pengolahan dan pemanfaatan kembali limbah persembahyangan sudah dilakukan, namun secara khusus limbah bunga belum dimanfaatkan sebagai bahan pewarna alami.

Temuan ini menunjukkan pentingnya peningkatan edukasi dan pengawasan, serta perlunya sistem pengumpulan, pemilahan, dan pengolahan limbah bunga secara terpadu guna mendukung pengelolaan limbah berkelanjutan dan inovasi pemanfaatannya menjadi pewarna alami.

Saya menyediakan tempat sampah berupa kantong plastik dan/atau tong sampah terkhusus untuk limbah yang dihasilkan dari sembahyangan dan upacara adat. 3.4



Saya mengumpulkan limbah yang dihasilkan dari sembahyangan dan upacara adat (busung, bunga, canang, buah, dll) di wadah yang sudah disediakan 3.5



Gambar 4 diagram hasil dari kuesioner terhadap perilaku masyarakat saat ini mengenai pengelolaan limbah persembahyangan khususnya limbah bunga

B. Sistem Pengumpulan Limbah Bunga yang di rekomendasikan

Sistem pengumpulan limbah bunga ini dapat didefinisikan sebagai suatu sistem penampungan dari sumber limbah sebelum nantinya akan dilakukan pengolahan dan pemanfaatan lebih lanjut menjadi pewarna alami. Sistem pengumpulan limbah ini bertujuan agar limbah yang dihasilkan tidak berserakan dan tertumpuk di sembarang tempat sehingga nantinya akan menyebabkan penyakit yang disebabkan oleh nyamuk dan lalat, selain itu juga dapat mengganggu estetika lingkungan hidup di sekitar.

Sistem pengumpulan limbah ini dibuat dalam bentuk rekomendasi dan belum terlaksana. Tujuannya yaitu agar nantinya dapat dijadikan sebagai pedoman dan pertimbangan ketika ada rencana didalam pengolahan limbah bunga lebih lanjut oleh dianas terkait dan masyarakat.

Adapun rekomendasi yang akan di usulkan untuk sistem pengumpulan limbah bunga yang bisa di pertimbangkan yaitu

1) Penentuan Lokasi Pengumpulan Terpusat yang akan digunakan

Adapun lokasi yang akan digunakan sebagai tempat pengumpulan limbah bunga ini yaitu dibagi menjadi 2 kategori yaitu

a. Tempat ibadah

Tabel 3 Klasifikasi lokasi untuk tempat ibadah

	Jumlah Pura	Estimasi Limbah Bunga (kg/hari)
Pura Umum	21	1,5
Pura Desa	129	1,5
Rumah Tangga (merajan)	36944,6	0,3

b. Tempat bukan tempat ibadah

Tabel 4 Klasifikasi lokasi untuk tempat bukan ibadah

	Jumlah	Estimasi Limbah Bunga (kg/hari)
Dinas Pemkab	28	1
Pelayanan Kesehatan	113	1
Pasar	95	1,5
Kantor Kepolisian	12	1
Sekolah	880	1,5

Keterangan untuk Table 3:

- Pura desa ini terdapat dimasing-masing desa, jadi paling tidak ada 129 pura desa yang ada di kabupaten Buleleng.
- Pura Umum ini merupakan pura besar yang umum untuk di kunjungi oleh masyarakat tetapi tidak menjadi keharusan untuk mengunjunginya setiap hari dan pada saat upacara adat besar

Direncanakan bahwa Tempat Pengumpulan Terpusat untuk limbah bunga yang dihasilkan pada masing-masing rumah tangga yaitu di Pura desa. Dengan mekanisme sebagai berikut :

- Limbah bunga akan dikumpulkan pada masing masing rumah tangga dengan menggunakan kantong plastik setelah mereka melakukan persembahyangan di setiap hari nya dan piodalan.
- Selanjutnya akan dibawa dan di serahkan ke tempat pengumpulan terpusat yaitu pada pura desa secara sukarela ataupun berbayar (hal ini sesuai kesepakatan).

Tata cara pengumpulan bunga dalam lingkup rumah tangga sebelum di dikumpulkan di tempat pengumpulan terpusat antara lain

- Limbah bunga yang dihasilkan pada sembahyangan di setiap harinya akan dikumpulkan pada wadah yang terbuka seperti kantong plastik dan sejenisnya lalu diletakkan di ruang terbuka untuk mencegah terjadinya pembusukan
- Setelah itu, akan dibawa ke tempat pengumpulan terpusat yaitu pura desa.



Gambar 4 Ilustrasi cara menjemur limbah bunga dalam lingkup rumah tangga

Rekomendasi sistem pengumpulan limbah bunga ini juga mempertimbangkan hasil kuesioner yang menunjukkan bahwa masyarakat memiliki kesadaran tinggi terhadap pentingnya pengumpulan dan pemilahan limbah sembahyangan, khususnya limbah bunga. Sebagian besar responden bersedia menyediakan wadah khusus di rumah tangga dan mendukung adanya tempat pengumpulan terpusat agar limbah dapat didaur ulang menjadi produk yang bermanfaat, seperti pewarna alami.

Dukungan ini diperkuat oleh hasil wawancara dengan Bapak Gusti Putu Armada (Perbekel Desa Baktiseraga) dan Ibu Made Sutami (Kaur Perencanaan Desa Sangsit) yang menilai bahwa sistem ini layak diterapkan untuk meningkatkan kepedulian terhadap kebersihan lingkungan. Mereka juga mengusulkan agar sistem ini dimulai dari daerah penghasil kain tenun seperti tenun endek atau songket, karena potensi penggunaan pewarna alami cukup besar. Selain itu, pengumpulan tidak harus dipusatkan di pura desa, melainkan dapat disesuaikan dengan lokasi pura yang aktif. Agar berjalan efektif, mereka menekankan pentingnya sosialisasi rutin, pengawasan, dan evaluasi berkala terhadap pelaksanaan sistem ini.

2) Penentuan waktu untuk pengumpulan limbah bunga

Dengan mempertimbangkan dari segi proses yang akan dilakukan, dimana limbah bunga tersebut akan di jadikan pewarna alami maka pengumpulan terpusat ini akan dilakukan setiap 2 hari sekali baik untuk kategori tempat ibadah maupun tempat bukan tempat ibadah. Hal ini mempertimbangkan dari segi pemrosesan bunga pacar air yang akan di olah menjadi pewarna alami, yang mana untuk waktu pengeringan 2 hari menghasilkan zat warna alami dan kadar antosianin yang masih tinggi tertera pada tabel di bawah ini :

Tabel 5 Hasil Kadar Zat Warna Alami dan Kadar antosianin dengan waktu pengeringan 2 hari

	Kadar Zat Warna Alami Total (% gram pewarna alami / gram bunga kering)	Kadar Senyawa Antosianin Total (mg/l)
Waktu Pengeringan 2 Hari	58,8600 – 59,04811	32,06185

3) Penentuan pemberian Limbah bunga dilakukan secara sukarela atau melalui pembelian

Dalam pelaksanaan sistem pengumpulan limbah bunga, terdapat dua opsi yang dipertimbangkan yaitu masyarakat memberikan limbah secara sukarela atau melalui mekanisme jual-beli. Hasil kuesioner menunjukkan sebagian besar masyarakat bersedia menyerahkan limbah bunga secara sukarela ke tempat pengumpulan terpusat pada waktu yang disepakati. Namun, hasil wawancara dengan beberapa narasumber memunculkan opsi insentif berupa pembelian limbah bunga untuk meningkatkan semangat partisipasi masyarakat, dengan kisaran harga Rp5.000/kg, mengacu pada harga pasaran bunga kamboja kering.

Menurut Bapak Putu Agus Suma Astawa selaku kepala seksi penyuluh lingkungan hidup di Dinas Lingkungan Hidup kabupaten Buleleng, jika sistem jual-beli diterapkan maka pihak penerima limbah harus benar-benar siap mengolahnya menjadi pewarna alami. Oleh karena itu, sistem jual-beli dapat dijadikan opsi dengan mekanisme yang mengacu pada harga bunga kering di pasaran serta mempertimbangkan harga bunga segar, seperti bunga pacar air yang umumnya dijual Rp15.000/kg dalam kondisi segar.

C. Sistem Pemisahan Limbah Bunga yang direkomendasikan

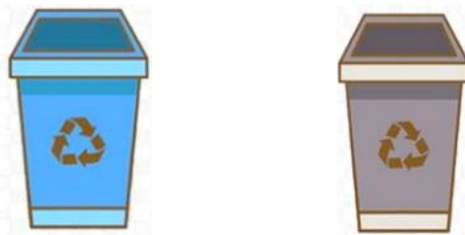
Sistem pemisahan limbah bunga yang direkomendasikan mencakup dua lokasi utama: tempat ibadah dan tempat bukan tempat ibadah.

a) Tempat Ibadah

Limbah bunga dari rumah tangga yang telah dipilah akan dikumpulkan di Pura desa sebagai titik pengumpulan terpusat. Limbah dari Pura umum tetap dikelola di lokasi masing-masing. Di setiap Pura akan disediakan tempat sampah tambahan dengan warna khusus, yaitu:

- Tempat sampah yang berwarna biru untuk limbah bunga
- Tempat sampah yang berwarna abu untuk sampah busung, canang dan sejenisnya yang dihasilkan dari persembahyangan

Saat ini, sebagian besar Pura di Buleleng telah memiliki tempat sampah hijau (organik) dan kuning (anorganik), sehingga penambahan dua warna ini bertujuan untuk mendukung pemilahan lebih spesifik.



Gambar 6 Ilustrasi Tempat Sampah tambahan yang akan di sediakan untuk tempat ibadah

b) Tempat tidak tempat ibadah

Seperti sekolah, kantor dinas, dan pasar, sebagian besar telah memiliki tempat sampah hijau (organik), kuning (anorganik), dan merah (B3). Namun, di pasar umumnya sampah langsung diangkut ke TPS atau kontainer. Oleh karena itu, tempat sampah tambahan juga direkomendasikan, yaitu:

- Tempat sampah yang berwarna biru untuk limbah bunga
- Tempat sampah yang berwarna abu untuk sampah busung, canang dan sejenisnya yang dihasilkan dari persembahyangan

Penambahan ini bertujuan untuk mendukung sistem pemilahan yang lebih efektif, terutama untuk mendukung pengumpulan limbah bunga sebagai bahan baku pewarna alami.



Gambar 7 Ilustrasi Tempat Sampah tambahan yang akan di sediakan untuk tempat tidak tempat ibadah

D. Kandungan dan Stabilitas Senyawa Kimia pada Bunga Pacar Air

1) Uji Skrining Fitokimia secara Kualitatif

Uji ini dilakukan untuk mengetahui kandungan kimia yang ada didalam bunga pacar air secara kualitatif. Skrinning fitokimia ini dilakukan dengan beberapa metode pelaksanaan yaitu Uji alkaloid

dengan metode Mayer Wagner dan dragendorff; uji saponin dengan metode forth; uji flavonoid dengan metode Shinoda; Uji fenolik; dan Uji Pembuktian Antosianin secara kualitatif. Pada pengujian skrining fitokimia ini hanya dilakukan pada waktu pengeringan 1 hari dan 7 hari. Tujuannya yaitu untuk menggambarkan apakah pada pengeringan 1 hari dan 7 hari tersebut terdapat kadar zat pewarna alami dan antosianin secara kualitatif atau tidaknya. Berikut adalah hasil skrining fitokimia pada masing-masing kondisi bunga pacar air:

Tabel 6 Hasil Uji Fitokimia untuk Bunga Pacar Air dengan waktu pengeringan 1 hari

Uji Fitokimia untuk Bunga Pacar Air dengan waktu pengeringan 1 hari				
Jenis Pengujian			Hasil	Keterangan
Uji Alkaloid				
•	Reagen Mayer		+	Terbentuknya endapan putih walaupun tidak terlalu jelas
•	Reagen Wagner		+	Terbentuknya endapan jingga hingga coklat
•	Reagen Dragendorff		+	Terbentuknya endapan jingga
Uji Saponin			++	Terbentuk Busa yang mantap hingga 30 detik
Uji Flavonoid			+	Terbentuknya Warna Kekuning-kuningan
Uji Fenolik			+	Terbentuknya Warna Hijau Kekuning-kuningan
Uji Antosianin secara Kualitatif:				
•	Dengan ditambahkan HCL		++	Warna merah terang paada sampel tidak berubah
•	Dengan ditambahkan NaOH		++	Warna merah berubah menjadi warna hijau yang memudar secara perlahan

Tabel 7 Hasil Uji Fitokimia untuk Bunga Pacar Air dengan waktu pengeringan 7 hari

Uji Fitokimia untuk Bunga Pacar Air dengan waktu pengeringan 7 hari			
Jenis Pengujian		Hasil	Keterangan
Uji Alkaloid			
• Reagen Mayer		++	Terbentuknya endapan putih sangat jelas
• Reagen Wagner		++	Terbentuknya endapan jingga hingga coklat
• Reagen Dragendorff		++	Terbentuknya endapan jingga
Uji Saponin		+	Terbentuk busa tetapi hanya sampai 10 detik
Uji Flavonoid		++	Terbentuk warna kuning ke orange, ada warna merahnya sedikit
Uji Fenolik		++	Terbentuk warna hijau pekat dan kekuning-kuningan sedikit
Uji Antosianin secara Kualitatif			
• Dengan ditambahkan HCL		++	Warna merah kecokelatan paada sampel tidak berubah
• Dengan ditambahkan NaOH		++	Warna merah berubah menjadi warna hijau yang memudar secara perlahan

Jika dilihat dari hasil uji fitokimia secara kualitatif pada 2 kondisi bahan baku ini, baik bunga pacar air dengan waktu pengeringan 1 hari dan 7 hari sama-sama memiliki kandungan antosianin hanya saja terdapat perbedaan warna merah yang dihasilkan. Pada bunga pacar air dengan waktu pengeringan 1 hari menghasilkan warna merah yang lebih terang sedangkan pada bunga pacar dengan pengeringan 7 hari menghasilkan warna merah kecokelatan.

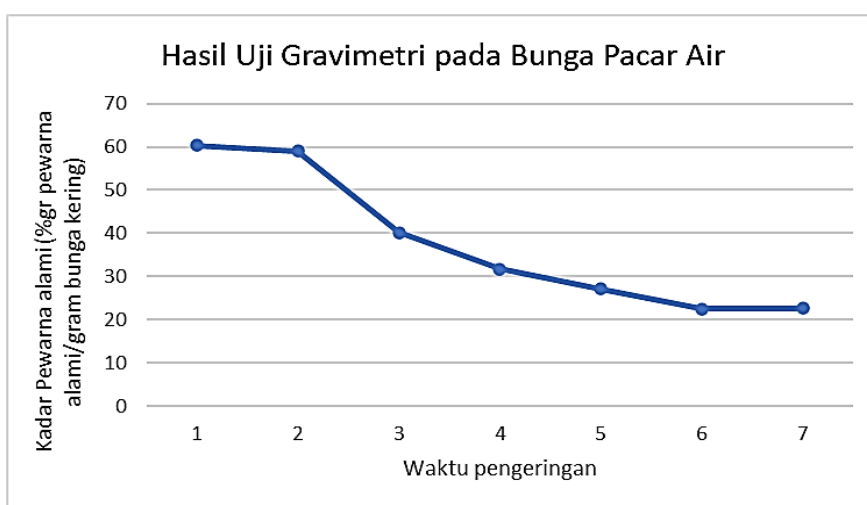
2) Uji Gravimetri

Tujuan dilakukannya uji gravimetri ini yaitu untuk menganalisis kadar pewarna alami secara keseluruhan yang dinyatakan per berat bunga kering yang terkandung didalam bunga pacar air. Berikut

adalah kadar dari pewarna alami dengan menggunakan uji gravimetri pada masing-masing kondisi bunga pacar air :

Tabel 8 Hasil Uji gravimetri pada masing-masing kondisi bunga pacar air

Waktu Pengeringan	Kadar Pewarna Alami (% gram pewarna alami/gram bunga kering)
1 hari	59,5572 - 60,3567
2 hari	58,8600 - 59,0481
3 hari	39,5815 – 40,1119
4 hari	31,2587 – 31,6990
5 hari	26,5278 – 27,0716
6 hari	22,1269 – 22,4972
7 hari	22,4242 – 22,6484



Gambar 8 Grafik Hasil Uji gravimetri pada masing-masing kondisi bunga pacar air

Dapat dilihat dari tabel diatas, kadar pewarna alami yang dihasilkan pada masing-masing kondisi bunga pacar air mengalami perbedaan yang cukup terlihat, ini dikarenakan adanya pengaruh dari kadar air yang di miliki dari masing-masing kondisi bunga. Kadar air dari masing-masing kondisi dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 9 Kadar Air Bunga Pacar Air pada masing-masing waktu pengeringan

Waktu Pengeringan	Kadar Air (%)
1 hari	94,0757
2 hari	92,6488
3 hari	81,0801
4 hari	54,2093
5 hari	31,6377
6 hari	17,0457
7 hari	12,6657

Bunga pacar air dengan pengeringan 1-3 hari memiliki kandungan air yang tinggi yang berperan didalam menjaga pigmen dan metabolit sekunder yang ada di dalam bunga. Ketika bunga pacar air di keringkan maka sebagian besar airnya hilang, ini mengakibatkan pengurangan akan volume dan konsentrasi pigmen. Selain itu juga, air berfungsi sebagai medium pelindung bagi pigmen dan

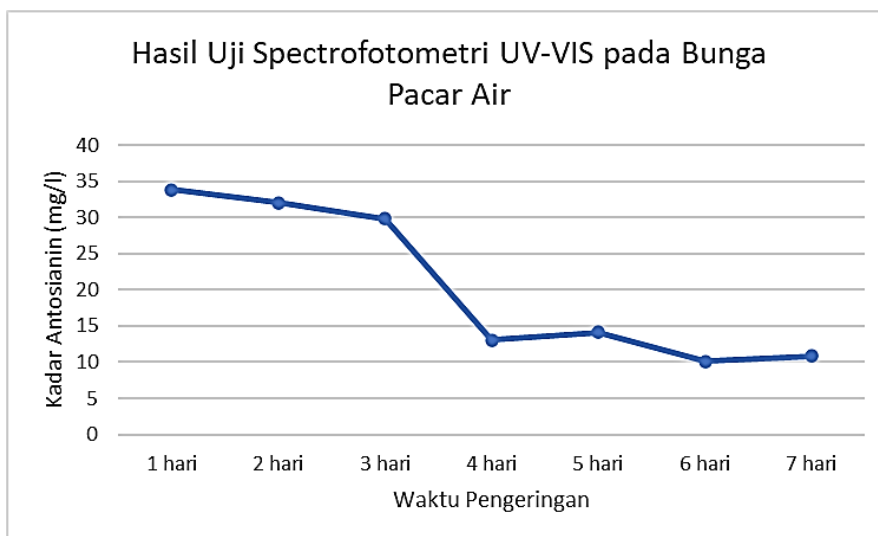
komponen bioaktif lainnya. Sehingga kehilangan air selama proses pengeringan angin dapat menyebabkan sel-sel bunga mengalami kerusakan serta pigmen menjadi lebih teroksidasi dan terdegradasi. Pada bunga pacar air segar, metabolisme seluler yang ada masih berjalan dan berkontribusi pada produksi serta pemeliharaan senyawa pigmen. Setelah bunga di petik dan dikeringkan metabolisme yang ada ini berhenti sehingga tidak lagi memproduksi secara aktif senyawa pewarna. Struktur seluler didalam bunga segar ini juga membantu untuk melindungi pigmen dari kerusakan oksidatif dan enzimatis. Sebaliknya, pada bunga kering struktur yang terkandung didalamnya menjadi rusak sehingga pigmen lebih rentan terhadap degradasi (Machado et al., 2023).

3) Uji Spectrofotometri UV-Vis

Tujuan dilakukannya uji spektrofotometri UV-VIS yaitu untuk menganalisis kadar antosianin keseluruhan yang terkandung didalam bunga pacar air. Berikut adalah hasil dari kadar antosianin dengan menggunakan uji spektrofotometri UV-VIS pada masing-masing kondisi bunga pacar air :

Tabel 10 Hasil Uji spektrofotometri UV-VIS pada masing-masing kondisi bunga pacar air

Waktu Pengeringan	Kadar Antosianin (mg/l)
1 hari	33,7985
2 hari	32,0618
3 hari	29,7908
4 hari	13,0251
5 hari	14,0940
6 hari	10,1530
7 hari	10,8876



Gambar 9 Grafik Hasil Uji Spectrofotometri pada masing-masing kondisi bunga pacar air

Dapat di lihat pada tabel bahwa kadar antosianin pada masing-masing kondisi bunga pacar air mengalami perbedaan hasil yang signifikan, dimana untuk bunga pacar air segar menghasilkan kadar antosianin yang tinggi. Hal ini dikarenakan beberapa faktor yaitu :

a) Kadar Air yang terkandung didalam sampel

Kadar air pada sampel bunga pacar air dapat mempengaruhi kadar antosianin, hal ini dikarenakan pigmen antosianin yang larut didalam air. Sehingga semakin tinggi kadar air dalam bunga pacar air maka semakin banyak antosianin yang bisa terkstraksi karena larut dalam air tersebut. Selain itu juga, bunga dengan kadar air yang tinggi lebih mudah melepaskan antosianin dalam proses ekstraksi. Begitu pun sebaliknya, jika kadar air rendah maka kemungkinan antosianin yang larut juga akan lebih rendah hal ini dikarenakan kadar air yang rendah dapat membatasi pelepasan antosianin karena kurangnya pelarut alami untuk melarutkan pigmen tersebut. (Mizuno et al., 2024)

b) Suhu dan Waktu Pengeringan

Suhu dan waktu pengeringan sangat berpengaruh terhadap kadar antosianin pada bunga pacar air karena antosianin yang dihasilkan sangat sensitif terhadap suhu, cahaya dan kelembaban. Pengeringan pada waktu yang lama pada suhu yang tinggi terutama dibawah sinar matahari dapat menyebabkan degradasi antosianin melalui oksidasi dan hidrolisis. Pada suhu yang tinggi struktur antosianin menjadi tidak stabil, hal ini menyebabkan penurunan kandungan pigmen antosianin. (Li et al., 2023). Pengeringan yang terlalu cepat atau terlalu lambat pada suhu yang tidak tepat bisa menyebabkan oksidasi atau pemecahan molekul antosianin

c) Metode Pengeringan dan Paparan oksigen

Pada Penelitian ini menggunakan Metode Pengeringan dengan Pengeringan Angin secara alami dengan durasi pengeringan 1 sampai 7 hari. Dimana antosianin yang dihasilkan mengalami penurunan, hal ini karena antosianin sangat rentan oksidasi terutama bila terpapar oksigen dalam waktu yang lama (Zawiślak et al., 2022). Meskipun pengeringan angin tidak melibatkan panas yang berlebihan, namun seringkali memerlukan waktu yang lama (berhari-hari hingga berminggu-minggu). Selama periode pengeringan ini, antosianin dapat teroksidasi yang akan menurunkan konsentrasi antosianin dalam bunga pacar air. Oksidasi dapat menyebabkan perubahan struktural pada molekul antosianin yang mengakibatkan hilangnya warna dan aktivitas biologis (Baibuch et al., 2023)

KESIMPULAN DAN SARAN

Sistem pengumpulan limbah bunga dapat diterapkan pada dua kategori lokasi, yaitu tempat ibadah dan tempat bukan tempat ibadah, dengan waktu pengumpulan yang direkomendasikan adalah setiap 2 hari sekali. Pola ini didukung dengan skema transaksi jual-beli, menggunakan harga acuan Rp5.000/kg, agar memberikan insentif kepada masyarakat. Untuk menunjang pemilahan limbah, disediakan tempat sampah dengan warna biru untuk limbah bunga, dan warna abu-abu untuk limbah busung, canang, dan sejenisnya. Dari hasil uji laboratorium, limbah bunga yang dikumpulkan setiap 2 hari menghasilkan kadar zat warna alami tertinggi sebesar 59,0481% (gram pewarna/gram bunga kering), dan kadar antosianin sebesar 32,06185 mg/L, dibandingkan waktu pengumpulan lainnya.

Saran dan Rekomendasi:

1. Untuk implementasi sistem:

- Perlu dilakukan sosialisasi intensif kepada masyarakat dan pengelola tempat ibadah mengenai pemilahan dan pengumpulan limbah bunga.
- Penentuan lokasi pengumpulan dapat difokuskan terlebih dahulu pada daerah penghasil kain tenun sebagai daerah percontohan, karena pewarna alami akan langsung dapat dimanfaatkan di wilayah tersebut.
- Perlu disediakan pengawasan dan evaluasi berkala agar sistem berjalan secara konsisten dan berkelanjutan.

2. Untuk pengembangan penelitian selanjutnya:

- Perlu dilakukan pengujian terhadap jenis bunga lain yang umum digunakan dalam persembahyangan untuk melihat potensi pewarna dan antosianinnya.
- Penelitian selanjutnya dapat mengkaji metode pengawetan limbah bunga agar dapat disimpan dalam jangka waktu lebih lama tanpa penurunan kualitas zat warna.
- Disarankan untuk mengembangkan prototipe sistem pengumpulan digital berbasis aplikasi untuk mendukung logistik pengumpulan dan pemantauan distribusi limbah bunga.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih saya sampaikan kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam mendukung pelaksanaan dan penyelesaian penelitian ini. Segala bentuk bantuan, dukungan, dan masukan yang telah diberikan sangat berarti bagi kelancaran dan keberhasilan penelitian ini.

REFERENSI

1. Andriani, SE., MT, I. (2020). Kabupaten Buleleng dalam Angka. *Jurnal Transportasi Multimoda*, 17(2). <https://doi.org/10.25104/mtm.v17i2.1325>
2. Anggriani, R., Ain, N., & Adnan, S. (2017). Identification of Phytochemical and Characterization of Anthocyanin Green Coconut Fiber (*Cocos nucifera* L var *varidis*). *Jurnal Teknologi Pertanian*, 18(3), 163–172. <https://doi.org/10.21776/ub.jtp.2017.018.03.16>
3. Arroy, J. D. V., Ruiz-Espinosa, H., Luna-Guevara, J. J., Luna-Guevara, M. L., Hernández-Carranza, P., Ávila-Sosa, R., & Ochoa-Velasco, C. E. (2017). Effect of Solvents and Extraction Methods on Total Anthocyanins, Phenolic Compounds and Antioxidant Capacity of *Renealmia alpinia* (Rottb.) Maas Peel. *Czech Journal of Food Sciences*, 35(5), 456–465. <https://doi.org/10.17221/316/2016-CJFS>
4. Baaka, N., Ticha, M. Ben, Haddar, W., Meksi, N., & Dhaouadi, H. (2024). Sustainable Natural Dyes for Textile Use from Food Industry By-Products: A Review. *Fine Chemical Engineering*, 5(2), 207–220. <https://doi.org/10.37256/fce.5220244256>
5. Baibuch, S., Zema, P., Bonifazi, E., Cabrera, G., Mondragón Portocarrero, A. del C., Campos, C., & Malec, L. (2023). Effect of the Drying Method and Optimization of Extraction on Antioxidant Activity and Phenolic of Rose Petals. *Antioxidants*, 12(3), 1–15. <https://doi.org/10.3390/antiox12030681>
6. Li, Q., Zhang, F., Wang, Z., Feng, Y., & Han, Y. (2023). Advances in the Preparation, Stability, Metabolism, and Physiological Roles of Anthocyanins: A Review. *Foods*, 12(21). <https://doi.org/10.3390/foods12213969>
7. Lu, Z., Wang, X., Lin, X., Mostafa, S., Zou, H., & Wang, L. (2024). *Plant Physiology and Biochemistry Plant anthocyanins : Classification , biosynthesis , regulation , bioactivity , and health benefits*. 217(November).
8. Machado, J. S., Pieracci, Y., Carmassi, G., Ruffoni, B., Copetta, A., & Pistelli, L. (2023). Effect of Drying Post-Harvest on The Nutritional Compounds of Edible Flowers. *Journal Horticulture*, 9(1248), 1–15. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9111248>
9. Mizuno, T., Qin, Q., Tatsuzawa, F., & Hayashi, S. (2024). *Identification of the Flower Pigments in the Garden Balsam (Impatiens balsamina), and Their Properties in Textile Dyeing*. 50(2), 71–77. <https://doi.org/10.50826/bnmnsbot.50.2>
10. Mukhtarini. (2014). Mukhtarini, “Ekstraksi, Pemisahan Senyawa, dan Identifikasi Senyawa Aktif,” *J. Kesehat.*, vol. VII, no. 2, p. 361, 2014. *J. Kesehat.*, VII(2), 361. <https://doi.org/10.1007/s11293-018-9601-y>
11. Rather, L. J., Shabbir, M., Ganie, S. A., Zhou, Q., Singh, K. P., & Li, Q. (2024). Natural dyes: Green and sustainable alternative for textile colouration. *Sustainable Textile Chemical Processing, February*, 41–70. <https://doi.org/10.1201/9781032629933-3>
12. Reiza, I. A., Rijai, L., & Mahmudah, F. (2019). Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Kulit Nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr). *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*, 10(2614), 104–108. <https://doi.org/10.25026/mpc.v10i1.371>
13. Wijaya, I. M. W., & Putra, I. K. A. (2021). Potensi Daur Ulang Sampah Upacara Adat Di Pulau Bali. *Jurnal Ecocentrism*, 1(1), 1–8.
14. Yuniati, Y., Handarini, K., & Mahfud. (2024). Pigment Extraction Method for Anthocyanin Natural Resources in Indonesia: A Review. *ASEAN Journal of Chemical Engineering*, 24(1), 65–78. <https://doi.org/10.22146/ajche.12097>
15. Yusril Mukramin. (2022). Uji Aktivitas Ekstrak Etanolik Daun Pacar Air Terhadap Pertumbuhan jamur. *E-Journal Unissula*, 82(8.5.2017), 2003–2005. <http://repository.unissula.ac.id/id/eprint/25256>
16. Zawisłak, A., Francik, R., Francik, S., & Knapczyk, A. (2022). Impact of Drying Conditions on Antioxidant Activity of Red Clover (*Trifolium pratense*), Sweet Violet (*Viola odorata*) and Elderberry Flowers (*Sambucus nigra*). *Materials*, 15(9). <https://doi.org/10.3390/ma15093317>