

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Limbah

Menurut Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, sampah didefinisikan sebagai sisa-sisa dari kegiatan sehari-hari manusia atau proses alami yang berwujud padat atau semi padat. Sampah ini terdiri dari zat organik atau anorganik yang dapat terurai atau tidak dapat terurai, dan dianggap sudah tidak berguna lagi sehingga dibuang ke lingkungan.

Berdasarkan wujudnya, limbah dibagi menjadi 3 kategori, yaitu limbah padat, cair dan gas. Limbah padat atau sampah merupakan sisa hasil kegiatan dari industri, aktivitas domestik (rumah tangga) ataupun sampah perkotaan yang berbentuk padat. Limbah padat bersifat kering dan tidak dapat berpindah kecuali ada yang memindahkannya. Dikutip dari (Hasibuan, 2016), secara teknis limbah padat dapat digolongkan menjadi enam kelompok, yaitu:

1. **Sampah organik mudah busuk:** Merupakan limbah semi basah yang terdiri dari bahan organik yang dapat terurai oleh mikroorganisme. Contohnya sisa makanan, sayuran, kulit buah-buahan, dan sisa dapur.
2. **Sampah organik dan anorganik tidak membusuk :** Merupakan limbah padat organik atau anorganik yang sulit terurai oleh mikroorganisme. Contohnya kertas, logam, plastik, kaca, dan selulosa.
3. **Sampah abu:** Merupakan limbah padat yang dihasilkan dari proses pembakaran. Sifatnya tidak mudah membusuk dan ringan sehingga mudah terbawa angin.
4. **Sampah sapuan:** Merupakan limbah padat pada jalanan, contohnya kertas, plastik, dan dedaunan yang tertiuip angin atau terjatuh.
5. **Sampah industri:** Merupakan limbah yang dihasilkan oleh kegiatan industri dan memiliki komposisi yang tergantung pada jenis industri yang bersangkutan.
6. **Sampah bangkai binatang:** Merupakan limbah padat yang berasal dari bangkai hewan, contohnya ikan, tikus, dan ternak yang telah mati.

Limbah cair merujuk pada material berbentuk cair, seperti air yang mengandung berbagai bahan buangan yang tercampur (tersuspensi atau terlarut) di dalamnya. Limbah cair bersifat larut dalam air dan terus bergerak. Terdapat empat kelompok limbah cair, yaitu:

1. **Limbah cair industri:** merupakan limbah hasil industri pengolahan makanan, sisa pewarna dari kain/bahan industri tekstil sisa cucian sayur, buah, atau daging.
2. **Limbah cair domestik:** merupakan limbah dari perkantoran, bangunan, perdagangan, dan rumah tangga, meliputi air tinja, air detergen sisa cucian, air sabun.
3. **Air hujan:** merupakan limbah cair aliran air hujan di atas permukaan tanah yang dapat melewati dan membawa partikel-partikel buangan padat atau cair sehingga dapat disebut limbah cair.
4. **Rembesan dan luapan:** merupakan limbah cair yang memasuki saluran pembuangan limbah melalui rembesan ke dalam tanah atau melalui luapan dari permukaan. Kemungkinan limbah merembes ke dalam saluran pembuangan karena adanya pipa yang pecah, rusak, atau bocor sedangkan luapan dapat melalui bagian saluran yang terhubung ke permukaan seperti pendingin ruangan (AC), air buangan dari talang atap, pertanian atau perkebunan, serta bangunan perdagangan dan industri.

Limbah gas merujuk pada limbah yang bergantung pada media udara. Limbah gas dapat dikenali dalam bentuk asap dan bergerak secara terus-menerus, sehingga penyebarannya luas. Salah satu contoh limbah gas yang dihasilkan oleh berbagai proses kehidupan adalah gas karbon dioksida (CO₂) yang menyebabkan pemanasan global atau perubahan iklim.

2.1.1 Limbah Organik

Limbah organik merupakan limbah yang didapat dari sisa organisme hidup seperti tumbuhan dan hewan yang dapat terurai secara alami. Umumnya, berasal dari sisa makanan, dedaunan, limbah pertanian dan lainnya. Limbah ini memang dikatakan ramah lingkungan, namun jika tidak dikelola dengan baik dapat berpotensi untuk menimbulkan penyakit dan bau yang tidak sedap akibat proses pembusukan (Dinas Lingkungan Hidup, 2019).

Limbah organik dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu limbah organik basah dan kering. Limbah organik basah merupakan limbah yang memiliki kandungan air cukup tinggi dan mudah membusuk, contohnya sisa makanan, sisa sayuran, kulit buah. Sedangkan limbah organik kering merupakan limbah yang tidak memiliki banyak kandungan air dan penguraian yang lebih lama dibanding limbah organik basah, contohnya ranting pohon, daun kering, rumput, serbuk kayu, dan lainnya (Dinas Pekerjaan Umum, 2022).

Berdasarkan data statistik dari SIPSN (2022), timbulan sampah di Indonesia kurang lebih mencapai 36 juta ton per tahun dengan komposisi sampah yang didominasi oleh sampah organik, khususnya sampah sisa makanan yang mencapai 40.5%. Kurang lebih 38,3% dari sampah tersebut bersumber dari rumah tangga dan 27.6% berasal dari pasar tradisional. Sampah organik basah dari kulit buah dan sisa makanan yang ditimbun dapat menghasilkan emisi gas metana (CH₄) dan cairan leachate yang berbahaya. Akibatnya, kualitas tanah dan air sekitar sampah bisa menurun dan mengancam kehidupan manusia.

2.1.2 Limbah Tekstil

Limbah tekstil berasal dari berbagai tahapan produksi tekstil yang mencakup proses pengkajian, penghilangan kanji, pengelantangan, pemasakan, merserisasi, pewarnaan, pencetakan, dan proses penyempurnaan. Dalam tahapan proses penyempurnaan kapas, limbah yang dihasilkan cenderung lebih banyak dan lebih kuat dibandingkan dengan limbah proses penyempurnaan bahan sintetis. Namun, pada tahapan pewarnaan yang menggunakan bahan sintetis, zat kimia yang dihasilkan

berbahaya jika dibuang ke sungai atau laut karena adanya kandungan logam dan fenol yang sukar untuk diolah baik secara alami maupun kimiawi. Limbah cair hasil proses pewarnaan tekstil mengandung campuran senyawa kimia sintetis dengan nilai COD (Chemical Oxygen Demand) dan BOD (Biological Oxygen Demand) yang tinggi, serta berbagai bahan lain sesuai dengan zat warna yang berpotensi menjadi zat pencemar (Enrico, 2019).

Berdasarkan data yang didapat dari SIPSN KLHK (Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan), pada tahun 2021 industri tekstil atau fesyen telah menghasilkan 2,3 juta ton sampah atau sekitar 12% dari total keseluruhan sampah di Indonesia. Industri fesyen bertanggung jawab sekitar 20% dari pencemaran air bersih dan 10% dari permasalahan emisi karbon secara global (Priyambodo, 2022). Hal tersebut didorong oleh ketiga jenis limbah yang dihasilkan, yaitu limbah padat yang meliputi kain sisa yang tidak memenuhi standar kualitas ataupun aksesoris lain, limbah cair yang meliputi kandungan zat pewarna atau pelarut hasil proses produksi tekstil, dan limbah gas yang berasal dari uap mesin dan bersifat B3. Masing-masing jenis limbah tersebut berdampak besar dan bertanggung jawab untuk kelangsungan makhluk hidup.

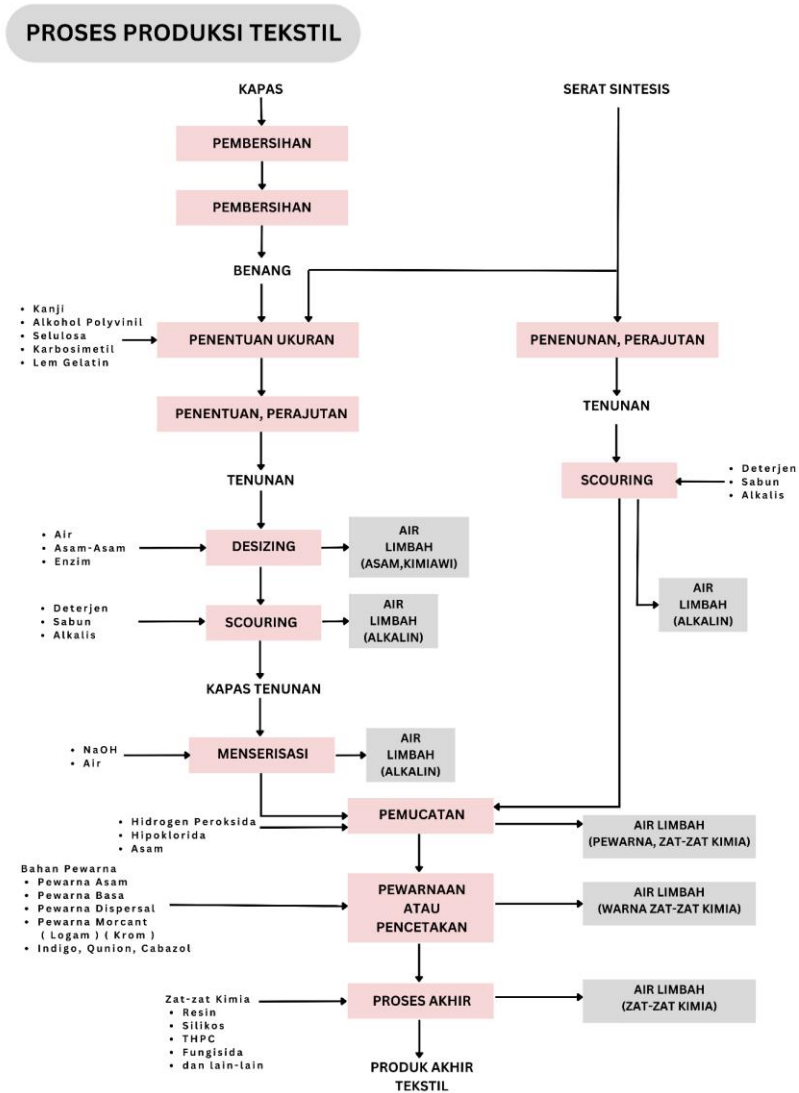
2.2 Pewarna Tekstil

Secara umum, pewarna yang digunakan di industri tekstil ada 2 jenis, yaitu pewarna alami dan sintetis. Pewarna alami merupakan zat warna yang berasal dari alam seperti tumbuhan, hewan atau mineral. Sebagian besar bagian tumbuhan meliputi bunga, buah, daun, biji, kulit atau batang tumbuhan dapat diekstraksi dan menghasilkan zat warna (Pujilestari, 2015).

Pewarna sintetis merupakan zat pewarna yang terbuat dari bahan kimia buatan sehingga warnanya tidak mudah pudar dan mudah menempel pada serat kain tekstil. Memiliki komposisi yang stabil, praktis, mudah didapatkan dan pilihan warnanya beragam (Subagyo & Soelityowati, 2021). Sifatnya yang sulit terdegradasi mengakibatkan penggunaannya beracun bagi flora dan fauna akuatik jika dibuang langsung ke sungai.

2.3 Proses Pewarnaan Tekstil

Berikut merupakan proses produksi tekstil yang didapat melalui buku “Pengolahan & Pemanfaatan Limbah Tekstil” oleh Kementerian Lingkungan Hidup, beserta polutan yang dihasilkan setiap prosesnya (Informasi Lingkungan Hidup, 2002):



Gambar 2.1 Proses Produksi Tekstil

Sumber: (Kementerian Lingkungan Hidup, 2002)

Tabel 2.1 Polutan yang Dihasilkan Proses Produksi Tekstil

Sumber: (Kementerian Lingkungan Hidup, 2002)

No	Proses	Polutan yang dihasilkan
1	<i>Desizing/</i> Pelepasan kanji	Zat kimia pengkanji, CMC, PVA (lem), penghilang kanji pati, enzim, asam
2.	<i>Scouring/</i> Pencelupan	NaOH, wax, Na ₂ CO ₃ , grease
3.	Merserisasi	NaOH
4.	<i>Bleaching/</i> Pemucatan	NaOH, Cl ₂ , H ₂ O ₂ , Na(Ocl), BOD, COD
5	<i>Dying/</i> Pewarnaan	Larutan asam, basa (deterjen), Garam, Pewarna (Krom), Zat pewarna buatan, Logam berat
6.	<i>Finishing/</i> Proses Akhir	COD, zat warna (fenol, logam)

Berdasarkan proses produksi tekstil diatas, bisa dilihat bahwa setiap tahapan menghasilkan residu atau sisa zat kimia yang berbeda-beda. Pada proses pelepasan kanji, dihasilkan air limbah yang mengandung asam dan zat kimia seperti CMC, lem, penghilang pati, enzim dan lainnya. Pada proses pencelupan dan merserisasi, dihasilkan air limbah yang mengandung alkalin. Proses pemucatan, pewarnaan dan proses akhir menghasilkan air limbah yang mengandung zat warna yang mengandung krom dan logam, zat kimia berupa asam, BOD dan COD. Parameter BOD dan COD digunakan untuk mengkaji kandungan zat organik yang terlarut dan kualitas air di Indonesia. BOD (Biochemical Oxygen Demand) merupakan jumlah oksigen yang terlarut sehingga bakteri dapat mengurai dan mengoksidasi zat organik yang tersuspensi dalam air,

sedangkan COD (Chemical Oxygen Demand) merupakan jumlah oksigen kimia yang dibutuhkan untuk mengurai seluruh bahan organik dalam air. Limbah tidak boleh dibuang ke sungai jika melewati batas ketentuan pemerintah yaitu BOD sebanyak 150,00 mg/L dan COD sebesar 300 mg/L (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001). Berikut merupakan penjelasan dari proses produksi tekstil yang akan digunakan pada penelitian ini:

2.3.1 Scouring

Scouring merupakan tahapan awal pada proses pewarnaan kain tekstil. Pada tahapan ini, kain dicuci menggunakan air dan deterjen dengan tujuan menghilangkan residu atau kotoran yang menempel pada kain, contohnya lilin, debu, minyak dan lainnya sehingga permukaan kain bersih dan siap untuk diproses.

2.3.2 Mordanting

Tahapan selanjutnya termasuk salah satu tahapan yang penting pada proses pewarnaan alami tekstil, yaitu mordanting. Mordan dapat dikatakan sebagai tahapan yang membuka pori-pori kain dan berfungsi untuk mengikat zat warna alami pada serat kain sehingga menghasilkan daya serap, ketajaman, kerataan warna yang lebih optimal. Secara khusus, mordan diartikan sebagai garam logam dan ion yang terikat dengan senyawa alami atau senyawa lain yang berfungsi untuk meningkatkan kemampuan penyerapan, fiksasi zat warna, dan ketahanan luntur warna (Simanungkalit, 2020). Mordanting dapat dilakukan secara beragam, namun bahan yang paling umum untuk digunakan pada proses pewarnaan tekstil alami adalah tawas dan soda abu dengan perbandingan yang disesuaikan dengan banyaknya kain.

2.3.3 Pewarnaan atau Pencelupan

Tahapan ketiga adalah pewarnaan atau pencelupan kain yang dilakukan setelah mengekstraksi kulit buah. Proses pencelupan zat warna pada kain dapat dilakukan pada suhu dingin (pencelupan dingin) dan pencelupan panas (kain direbus). Suhu pencelupan juga turut mempengaruhi hasil akhir pewarnaan pada kain (Failisnur &

Sofyan, 2014). Teori ini didukung oleh penelitian dari Nikmah & Widihastuti (2022), yang menguji coba kedua jenis teknik celup dengan frekuensi 1 kali pencelupan. Hasilnya kain yang dicelup pada suhu panas (60°C) memiliki warna yang lebih tajam dan kuat dibandingkan kain yang dicelup pada suhu ruangan (27°C - 30°C) yang memiliki warna kurang tajam dan kurang signifikan (p.10).

2.3.4 Fiksasi

Fiksasi merupakan tahapan penguncian warna pada kain sehingga tidak luntur ketika kain dicuci. Umumnya, larutan yang digunakan dalam proses ini berupa tawas dan tunjung. Bahan tersebut memiliki keunggulan masing-masing yang dapat menghasilkan perubahan warna yang berbeda pada kain, sehingga penggunaannya bisa disesuaikan dengan kebutuhan pengguna.

a. Tawas (Alum)

Tawas atau yang dikenal sebagai alum merupakan senyawa kimia yang berasal dari proses pelarutan material aluminium pada asam sulfat. Senyawa ini umumnya berbentuk kristal tanpa warna, mudah larut dalam air, dan memiliki berbagai fungsi, yaitu bahan untuk menjernihkan air, bahan tambahan dalam pembuatan kosmetik, bahan pengawet makanan, bahan pemadam api, zat mordan dan lainnya. Sifatnya yang tidak memiliki warna mengakibatkan tidak adanya perubahan warna akhir pada kain dan hanya berperan untuk mengunci warna.

b. Tunjung (FeSO_4)

Tunjung umumnya berbentuk kristal padat dengan warna hijau atau kuning kecoklatan. Didalamnya terkandung zat besi yang berfungsi sebagai fiksator warna pada kain. Penambahan tunjung pada kain akan mengubah warna pada kain menjadi lebih gelap. Hal ini dikarenakan adanya reaksi antara besi sulfat menjadi feri sulfat dengan oksigen di udara menjadikan warna kain lebih gelap.

2.4 Kain Tekstil

Penyerapan pewarna alami pada kain ditentukan oleh beberapa faktor, seperti kelarutan pewarna alami, kekuatan ikatan serat, kondisi pH, suhu dan waktu pewarnaan mempengaruhi hasil akhir pewarnaan. Kain dengan kerapatan dan daya serap tinggi merupakan media yang paling cocok untuk digunakan untuk pewarna alami karena kemampuannya dalam mengikat warna ke serat lebih unggul dibanding jenis kain lainnya (Munthe, Widyasaputra, & Oktavianty, 2023). Dikutip dari Noor dalam (Zulmi, 2016), bahan tekstil yang dapat diwarnai dengan zat warna alam adalah bahan-bahan yang berasal dari serat alam contohnya sutera, wol, dan kapas (katun). Bahan tekstil tersebut baik digunakan karena memiliki afinitas atau daya serap lebih baik terhadap zat warna alam dibandingkan dengan serat kapas.

Maka dari itu, penelitian ini menggunakan kain mori primisima, yang merupakan salah satu jenis kain katun paling baik dari segi kualitas dibanding jenis katun lainnya. Kain katun primisima memiliki serat yang halus, padat dan tebal serta memiliki sifat hidrofilik. Ketebalan dan kepadatan benang untuk lusi (benang lebar kain) antara 105-125 per inci dan untuk pakan (benang panjang kain) antara 100-120 per inci. Benang yang dimiliki kain primisima memiliki tekstur yang halus dan volume benangnya lebih kecil dibandingkan dengan jenis lainnya. Terasa lembut dan dingin di kulit, sehingga sering digunakan untuk batik tulis. Kain katun primissima mengandung kanji yang rendah yaitu di bawah 10 %, sehingga diperlukan penanganan khusus berupa mordanting agar hasil pencelupan lebih maksimal (Sari & Prihatini, 2022).

2.5 Proses Ekstraksi

Ekstraksi merupakan proses memisahkan kandungan senyawa kimia yang berasal dari jaringan tumbuhan atau hewan menggunakan zat pelarut yang sesuai dengan objek penelitian. Pada dasarnya, ekstraksi adalah perpindahan massa zat padat ke pelarut dengan cara difusi (Ali, Ferawati, & Arqomah, 2013). Secara umum, ekstraksi bisa dilakukan dengan dua cara, yaitu ekstraksi panas dan dingin.

a. Ekstraksi Panas

Ekstraksi panas merupakan metode yang melibatkan pemanasan, yakni dengan merebus bahan alam menggunakan pelarut. Umumnya, pelarut yang digunakan adalah air, dimana jumlahnya dapat disesuaikan dengan bahan yang akan diekstrak, sehingga mendapatkan kepekatan atau ketuaan warna tertentu (Maghfiroh, 2020). Perebusan dilakukan hingga volume air berkurang menjadi setengah dari volume semula, atau jika menginginkan agar ekstrak lebih pekat maka perebusan dapat dilakukan hingga volume air menjadi sepertiganya saja. Adanya pigmen warna yang terekstrak, bisa dilihat dari warna air atau pelarut setelah perebusan menjadi berwarna.

b. Ekstraksi Dingin (Maserasi)

Ekstraksi dingin atau maserasi merupakan metode yang tidak melibatkan pemanasan atau perebusan, untuk menghindari rusaknya senyawa yang dimaksud karena proses pewarnaan. Maserasi berasal dari bahasa latin *Macerace* berarti mengairi dan melunakan (Prawitasari & Yuniwati, 2019). Pada metode ekstraksi dingin, bagian tumbuhan yang akan digunakan sebagai zat warna alam direndam dalam pelarut atau air dan dilakukan pengadukan atau pengocokan hingga melarutkan senyawa yang dibutuhkan. Kelebihan metode maserasi terletak pada pengerjaannya yang mudah dan menggunakan alat yang sederhana. Cocok digunakan pada bahan alam yang sensitif atau tidak tahan suhu tinggi. Kekurangannya terletak pada segi proses yang lebih lama karena membutuhkan waktu beberapa hari.

2.6 Zat Antosianin

Salah satu pigmen yang tersebar luas dalam tumbuhan adalah antosianin. Hingga saat ini, terdapat 600 jenis tumbuhan yang teridentifikasi dan dipastikan mengandung antosianin (Espin, et al., 2017). Antosianin merupakan golongan senyawa kimia organik yang dapat memberikan warna oranye, merah, ungu, biru, hingga hitam pada tumbuhan, dan larut dalam pelarut polar. Sifatnya yang hidrofilik

memudahkannya larut dalam air ataupun pelarut organik seperti metanol, etanol, aseton, kloroform, atau air yang diasamkan dengan asam klorida (Priska, et.al., 2018). Antosianin juga merupakan senyawa yang bersifat amfoter, yaitu memiliki kemampuan untuk berinteraksi baik dengan asam maupun dalam basa. Merupakan pigmen alami yang tidak mengandung logam sehingga aman untuk digunakan. Senyawa ini merupakan golongan pigmen yang berperan sebagai penghasil warna pada tanaman, dan dapat dipengaruhi oleh pH lingkungan tempatnya tumbuh. Salah satu senyawa yang umum ditemukan adalah antosianidin yang merupakan komponen sekitar 80% dari pigmen daun tanaman, 69% dari buah-buahan, dan 50% dari bunga (Ali, et.al., 2013).

Antosianin dapat diambil dari organ tanaman, yaitu mahkota bunga, daun, buah, biji dan umbi. Tergantung jenisnya, zat antosianin bisa terkandung pada kulit buah maupun umbi tersebut. Konsentrasi antosianin akan semakin besar jika warna pada tanaman semakin pekat. Contoh zat antosianin yang terkandung dalam bunga bisa ditemukan pada bunga mawar, kembang sepatu, rosela, dan lain-lain. Zat antosianin pada daun, buah dan umbi bisa ditemukan pada tumbuhan bayam merah, ubi jalar ungu, kol merah, stroberi, anggur, mulberi, buah naga, dan jamblang. Sedangkan untuk antosianin yang berada pada kulit buah, bisa ditemukan di kulit buah naga (daging merah dan putih), kulit buah rambutan, kulit buah manggis, kulit jamblang merah, kulit melinjo merah dan jenitri. Dapat ditemukan juga pada biji-bijian, contohnya bunga rebud (tanaman asli dari keluarga kacang-kacangan) dan tanaman jagung (Priska, et.al., 2018).

Dari penelitian yang dilakukan oleh Sani & Kunarto (2018), kestabilan antosianin dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti temperatur, sinar, oksigen, enzim dan logam, dan umumnya akan stabil dalam kondisi asam, bebas oksigen dan suhu dingin atau gelap. Hal ini dikarenakan sifatnya yang sensitif terhadap suhu tinggi, dimana dapat memicu degradasi antosianin dan kerusakan struktur yang dimilikinya. Terbukti dari hasil penelitiannya terkait ekstraksi antosianin dari kulit melinjo merah menggunakan pelarut etanol, ketika dipanaskan selama 10, 20 dan 30 menit, ekstrak antosianin masih stabil, namun selama 40 dan 50 menit menunjukkan penurunan

stabilitas, dimana nilai rerata antosianin menurun secara drastis. Dapat dikatakan bahwa semakin tinggi suhu, degradasi akan semakin meningkat. Selain itu, dibuktikan bahwa rasio paling optimal adalah pelarut etanol: air (100:0), dimana semakin sedikit proporsi air semakin banyak pelarut, total zat antosianin akan semakin meningkat. Hal ini disebabkan tingkat kepolaran pelarut dan kulit melinjo cocok dan bersifat *dissolve like*. Teori tersebut diperkuat juga dengan penelitian yang telah dilakukan Ali (2013), dimana pada suhu 60°C, pigmen antosianin yang semula berwarna merah krimson berubah menjadi merah kecoklatan, dan dikatakan terjadi kerusakan yang disebabkan oleh panas pada ekstraksi.

Terdapat juga penelitian yang dilakukan oleh Siahaan, Hutapea, & Tambun (2014), mengenai ekstraksi antosianin dari kulit rambutan dengan pelarut etanol. Dalam penelitian ini, penulis mengeringkan sampel kulit rambutan dibawah sinar matahari sehingga terjadi degradasi antosianin. Hasil yang didapat berwarna coklat dan tidak terdeteksi kandungan antosianin didalamnya. Kemudian dilakukan eksplorasi metode terkait nilai absorbansi berdasarkan ukuran kulit rambutan, hasilnya, kulit rambutan yang diblender menghasilkan nilai absorbansi yang lebih tinggi dibanding dengan yang dipotong. Semakin kecil ukuran sampel, semakin besar luas kontak area permukaan dengan pelarut, sehingga didapatkan hasil yang optimum.

Dengan kata lain, semakin tinggi suhu pemanasan, absorbansi atau stabilitas warna dari sampel antosianin akan semakin rendah dan pigmen merah didalamnya akan berkurang. Penurunan absorbansi ini disebabkan karena terjadi kerusakan gugus kromofor pigmen yang menyebabkan kerusakan warna (Yusuf, Nurjanah, & Wapa, 2023). Maka dari itu, penelitian ini menguji tahapan ekstraksi maserasi yang tidak terdapat pemanasan sampel, sehingga didapatkan perbandingan hasil antar kedua teknik ekstraksi.

2.6.1 Sumber Antosianin

Penelitian ini menggunakan tiga jenis kulit buah dengan kandungan antosianin, yaitu kulit buah melinjo, manggis dan rambutan, yang masing-masing memiliki angka produksi tinggi di Indonesia.

a. Buah Melinjo

Melinjo merupakan tanaman berjenis biji terbuka, artinya bijinya hanya terbungkus kulit luar, tanpa daging. Tanaman ini berasal dari Asia Tropik, Melanesia, dan Pasifik Barat dan umurnya bisa mencapai 100 tahun. Pada umur 5-6 tahun, melinjo sudah bisa dipanen. Dalam setahun, bisa dipanen sebanyak 2 kali, yaitu di bulan Mei – Juli, dan Oktober – Desember, dimana dalam satu kali panen beratnya bisa mencapai 1 kuintal. Berdasarkan data yang didapatkan dari Badan Pusat Statistik, produksi melinjo di Indonesia mencapai 262.405 ton per tahun 2022.

Dengan angka produksi yang tinggi, kulit melinjo berpotensi untuk dijadikan sumber pewarna alami, terlebih lagi pemanfaatannya menjadi pewarna alami kurang diminati masyarakat, umumnya dimanfaatkan menjadi olahan masakan atau bijinya sebagai emping (Nisa et al., 2021).



Gambar 2.2 Grafik Produksi Melinjo di Indonesia Tahun 2012-2022

Sumber: (Badan Pusat Statistik, 2023)

b. Buah Manggis

Manggis merupakan buah yang mayoritas tumbuh di negara beriklim tropis, contohnya Indonesia. Manggis dikenal sebagai buah yang kaya akan antioksidan, sehingga memiliki efek anti-inflamasi, antikanker, anti penuaan, dan antidiabetes. Badan Pusat Statistik (BPS) mencatat, produksi manggis di Indonesia pada tahun 2022 mencapai 341.850 ton, dimana jumlah tersebut meningkat 12,5% dibanding tahun 2021 sebanyak 303.934 ton.



Gambar 2.3 Grafik Produksi Manggis di Indonesia Tahun 2012-2022

Sumber: (*Badan Pusat Statistik, 2023*)

c. Buah Rambutan

Rambutan merupakan buah tropis yang banyak ditemukan di negara Asia Tenggara, contohnya Indonesia, Thailand dan Malaysia. Rambutan memiliki fisik yang cukup unik karena memiliki bulu-bulu atau rambut di seluruh kulitnya. Berdasarkan laporan Badan Pusat Statistik (BPS), produksi rambutan di Indonesia mencapai 840.926 ton per tahun 2022. Jumlah tersebut turun 4,95% dibandingkan tahun sebelumnya yang sebesar 884.702 ton. Meskipun produksinya menurun, namun tetap dalam jumlah yang sangat tinggi bila dibandingkan buah lainnya di Indonesia.



Gambar 2.4 Grafik Produksi Rambutan di Indonesia Tahun 2012-2022

Sumber: (*Badan Pusat Statistik, 2023*)

2.7 Zat Pelarut

Proses ekstraksi pewarna alami umumnya membutuhkan bantuan pelarut yang bersifat organik agar pigmen dapat ter-difusi dengan lebih baik. Pemilihan jenis zat pelarut tergantung pada sifat pelarut, jenis dan karakteristik dari buah yang digunakan.

a. Air

Air atau H₂O merupakan substansi kimia yang bersifat tidak berbau, tidak berwarna dan tidak berasa dalam kondisi standar. Memiliki titik didih 100°C dan titik beku 0°C. Air disebut zat pelarut universal yang kuat, karena dapat melarutkan banyak zat kimia, baik polar maupun non-polar. Zat seperti garam-mineral yang larut dengan baik dalam air, disebut zat hidrofilik, sedangkan zat yang tidak mudah tercampur dengan air seperti lemak dan minyak disebut hidrofobik (STEKOM, 2022).

b. Etanol 70%

Etanol atau etil alkohol dengan gugus kimia C₂H₅OH atau CH₃CH₂OH dengan titik didih 78,4° C termasuk zat kimia yang mudah ditemukan di kehidupan sehari-hari. Wujud etanol berupa cairan jernih yang tidak memiliki warna dan bersifat mudah menguap dan sangat sensitif atau mudah terbakar (Hidayatullah, 2019). Dapat digunakan sebagai zat pelarut untuk senyawa yang bersifat polar serta organik maupun anorganik.

c. Aseton

Aseton adalah senyawa berbentuk cairan yang tidak berwarna dan mudah terbakar. Memiliki rumus molekul C₂H₆O dengan berat molekul 58,08 g/mol, titik didih 56,2° C dan titik leleh -95,35° C, dapat larut pada air dingin maupun panas. Bersifat semipolar sehingga dapat digunakan sebagai pelarut polar maupun non-polar.

d. Asam Asetat

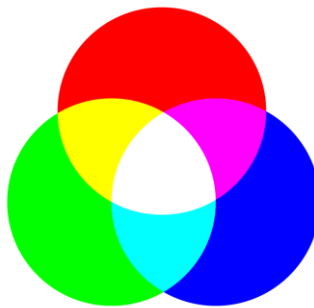
Asam asetat pekat atau asam asetat glasial adalah cairan higroskopis tak berwarna dengan titik beku 16,7°C dan titik didih 118°C. Memiliki rumus molekul CH₃COOH, merupakan komponen penyusun cuka sebanyak 3-9% selain air, sehingga mudah untuk ditemukan dalam keseharian.

2.8 Sistem Warna

Warna merupakan komponen penting di dunia, khususnya di dalam dunia desain. Warna bisa mempengaruhi lingkungan bahkan psikologis seseorang. Secara fisik, warna merupakan sifat cahaya yang dipancarkan, sedangkan secara psikologis, warna merupakan bagian dari pengalaman indera penglihatan. Bisa dikatakan bahwa warna terjadi karena pantulan cahaya dari benda yang ditangkap oleh mata manusia. Tidak semua warna dapat ditangkap oleh mata manusia, karena panjang gelombang cahaya yang bisa diterima mata manusia hanya dalam rentang 380 sampai 780 nm saja (Juandri & Anwar, 2023). Maka dari itu, terdapat sistem warna seperti CIELAB, RGB dan CMYK yang dapat mengidentifikasi warna secara lebih akurat, sesuai dengan kebutuhan atau tujuan dari penggunaan warna.

1. **RGB (*Red, Green, Blue*)**: Model warna yang digunakan untuk penggunaan digital, seperti layar komputer, televisi atau layar ponsel yang disusun dari kombinasi intensitas cahaya merah, hijau dan biru. Disebut juga *additive color model*, karena pada dasarnya pencampuran ketiga warna primer dengan jumlah yang sama akan menghasilkan warna putih.

RGB

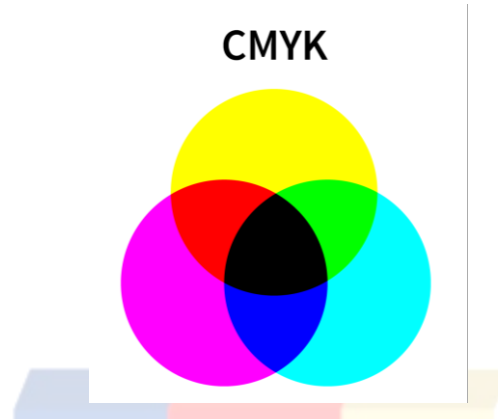


Gambar 2.5 Warna RGB

Sumber: (*Techterms.com*, 2019)

2. **CMYK (*cyan, magenta, yellow, key/black*)**: Model warna yang bagus digunakan untuk percetakan, karena warna yang dihasilkan lebih akurat dan

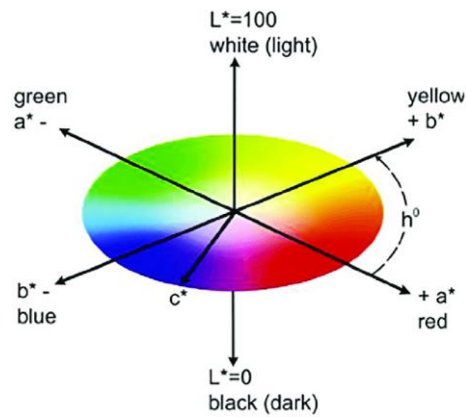
berbasis pengurangan sebagian gelombang cahaya (*subtractive color model*), dimana warna putih akan dihapus menggunakan variasi warna tinta *cyan*, *magenta*, *yellow* dan hitam.



Gambar 2.6 Warna CMYK

Sumber: (*Techterms.com*, 2019)

3. **CIELAB**: Sistem warna yang memberikan hasil pengukuran secara numerik sebagai cara untuk mengidentifikasi warna secara digital dan lebih akurat (Sinaga, 2019). Terdapat tiga parameter utama, yaitu notasi L^* , a^* dan b^* sebagai berikut:
 - (a) **Notasi L^*** : mengindikasikan tingkatan gelap/hitam (nilai 0) atau terang/putih (nilai 100) suatu warna.
 - (b) **Notasi a^*** : mengindikasikan skala warna merah-hijau, dengan nilai positif (0 sampai +80) untuk warna merah, dan nilai negatif (0 sampai -80) untuk warna hijau.
 - (c) **Notasi b^*** : mengindikasikan skala warna biru-kuning, dengan nilai positif (0 sampai +70) untuk warna kuning, dan nilai negatif (0 sampai -70) untuk warna biru.



Gambar 2.7 Parameter Warna CIELAB

Sumber: (*ResearchGate*, 2014)

Nilai warna tersebut dapat diukur menggunakan alat colorimeter atau *color reader*, yang bekerja dengan cara mengukur intensitas cahaya yang diserap atau dipantulkan oleh sebuah objek dalam berbagai panjang gelombang cahaya, dan ditentukan kategori warna berdasarkan komponen biru, merah dan hijau.



Gambar 2.8 Alat Pengukur Warna Colorimeter

Sumber: (*Aliexpress.com*, 2024)