

I. PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) ditanam di lebih dari 45 negara tropis, dengan total lahan sekitar 12,9–14,1 juta hektar dan produksi minyak sawit 3–4 ton/ha/tahun. Namun, hanya 10% dari hasil tanaman yang berupa minyak sawit, sementara 90% lainnya adalah limbah, termasuk daun kelapa sawit (Nabila et al., 2023).

Dalam satu hektar perkebunan kelapa sawit diperkirakan dapat menghasilkan 6,3 ton pelepah per tahun. Pelepah kelapa sawit termasuk kategori by-product masih mengandung kadar air sekitar 75%, sehingga dapat rusak dengan cepat apabila tidak segera diproses (Maulina et al., 2018).

Indonesia sebagai penghasil minyak kelapa sawit terbesar di dunia menghasilkan limbah biomassa dalam jumlah besar akibat perluasan perkebunan, termasuk pelepah kelapa sawit yang memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai bahan baku tinta (Aprianti et al., 2021). Tinta adalah campuran bahan kimia atau bahan alami yang digunakan untuk menghasilkan gambar atau teks pada media cetak seperti kertas melalui proses pencetakan digital. Tinta ini terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu pigmen atau pewarna, pelarut, dan bahan pengikat atau perekat yang bekerjasama untuk menghasilkan kualitas cetakan yang baik, stabil, dan tahan lama. Menurut Hapsari (2025), pelepah kelapa sawit mengandung bahan kering, abu, protein kasar, lemak kasar, serta energi potensial yang cukup tinggi, sehingga berpotensi digunakan dalam pembuatan tinta pengganti pigmen organik.

Potensi memanfaatkan pelepah kelapa sawit adalah melalui proses karbonisasi atau pirolisis untuk menghasilkan material karbon. Material karbon hasil karbonisasi tersebut dapat dimanfaatkan sebagai *carbon black*, yaitu pigmen hitam yang banyak digunakan dalam industri seperti tinta printer, toner, cat, dan plastik. Selain itu, pelepah sawit juga telah dikembangkan sebagai bahan baku *bioetanol*, *bioplastik*, *adsorben*, *pulp*, serta komposit ramah lingkungan (Fithry et al., 2026). Menurut Putra (2025) bahwa pelepah kelapa sawit sangat potensial dimanfaatkan sebagai bahan baku produk berbasis hayati karena ketersediaannya tinggi dan mudah diproses.

Pelepah kelapa sawit mengandung selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang dapat dikonversi menjadi berbagai produk turunan dan menurut Rilek (2017) menyatakan pelepah sawit, lignoselulosa berpotensi diolah menjadi bahan kimia, material industri, dan produk bernilai ekonomi tinggi.

Pigmen yang terdapat pada pelepah kelapa sawit berasal dari jaringan serat dan kandungan lignoselulosa, seperti klorofil yang memberikan warna hijau pada pelepah segar serta karotenoid yang menghasilkan warna kuning hingga oranye dalam jumlah terbatas. Pelepah kelapa sawit mengandung lignin dan senyawa fenolik yang dapat terurai selama proses karbonisasi dan membentuk residu karbon berwarna hitam pekat. Residu karbon tersebut berpotensi dimanfaatkan sebagai pigmen *carbon black* alami pada pembuatan tinta printer. Dalam pembuatan tinta printer, pigmen yang digunakan umumnya bukan berasal dari warna alami pelepah, tetapi dari hasil karbonisasi pelepah kelapa sawit yang menghasilkan arang hitam kemudian dihaluskan menjadi pigmen tinta (Aprianti et al., 2021).

Komponen ini menjadikan pelepah kelapa sawit berpotensi besar sebagai bahan baku pembuatan material karbon melalui proses pirolisis. Proses pirolisis pada biomassa akan menghasilkan biochar atau karbon hitam (*carbon black*) yang memiliki karakteristik partikel halus, stabil, dan berwarna pekat. Karakteristik tersebut membuat *carbon black* dari biomassa berpotensi digunakan sebagai pigmen alami dalam berbagai aplikasi industri, termasuk tinta. Tinta printer berbasis *carbon black* diharapkan dapat menjadi solusi inovatif dalam pengelolaan limbah pertanian. Selain mengurangi dampak lingkungan dari limbah perkebunan, inovasi ini juga berpotensi menghasilkan produk tinta yang lebih ramah lingkungan, ekonomis, serta mendukung pengembangan teknologi material berbasis biomassa terbarukan di Indonesia.

Pigmen karbon dari pelepah kelapa sawit tidak dapat berdiri sendiri, sehingga diperlukan bahan pengikat seperti gum arab dan karboksimetil selulosa (CMC) untuk menjaga kestabilan dispersi partikel karbon dalam pelarut. Pengikat atau perekat berperan penting dalam meningkatkan adhesi tinta pada media cetak serta menjaga homogenitas campuran tinta. Menurut Aprianti (2021), Kombinasi antara pigmen *carbon black* dari pelepah kelapa sawit, perekat, dan pelarut menghasilkan tinta berbasis air yang lebih ramah lingkungan dibandingkan tinta berbasis kimia sintetis. jumlah pelepah kelapa sawit yang sangat melimpah menjadikannya sumber bahan baku alternatif yang sangat potensial untuk dikembangkan lebih lanjut.

Dalam pembuatan tinta printer, perekat merupakan komponen penting yang berfungsi menjaga kestabilan dispersi pigmen, meningkatkan adhesi tinta pada

media cetak, mengatur viskositas, serta membantu pembentukan lapisan tinta setelah proses pencetakan. Pemilihan jenis perekat sangat memengaruhi kualitas tinta, terutama kelancaran aliran tinta, ketajaman cetak, kecepatan kering, dan daya lekat pada kertas (Aprianti et al., 2021).

Pemilihan jenis perekat sangat memengaruhi kualitas tinta, terutama kelancaran aliran tinta pada nozzle printer, ketajaman cetak, kecepatan kering, dan daya lekat pada kertas. Perekat yang terlalu sedikit dapat menyebabkan pigmen mudah mengendap dan tinta kurang homogen, sedangkan penggunaan perekat yang berlebihan dapat meningkatkan kekentalan tinta sehingga menghambat aliran tinta pada *nozzle* printer (Gunawan et al., 2024).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa gum arab merupakan salah satu perekat yang paling efektif dalam formulasi tinta berbasis air karena memiliki sifat mudah larut, mampu menstabilkan partikel pigmen, serta meningkatkan daya lekat tinta pada media cetak. Menurut penelitian (Hutasoit et al., 2024) bahwa penggunaan gum arab pada tinta berbahan karbon pelepah kelapa sawit menghasilkan viskositas dan densitas yang lebih baik dibandingkan perekat tapioka dan porang. Selain itu, gum arab juga mampu menghasilkan warna tinta yang lebih pekat dan homogen.

Selain gum arab, pati singkong atau tapioka juga berpotensi digunakan sebagai perekat alami dalam pembuatan tinta printer karena bersifat dapat terurai secara hayati atau biodegradable, murah, dan mudah diperoleh. Namun, penggunaan tapioka dalam jumlah tinggi cenderung meningkatkan sifat lengket tinta dan memperlambat proses pengeringan.

Perekat lain yang juga banyak digunakan dalam tinta berbasis aquadest adalah *Carboxymethyl Cellulose* (CMC). CMC memiliki kemampuan sebagai pengental dan penstabil suspensi, sehingga dapat mencegah pengendapan pigmen dan menjaga homogenitas tinta selama penyimpanan. Penggunaan CMC dalam tinta printer dinilai cukup potensial karena mampu menghasilkan viskositas yang stabil dan kompatibel dengan sistem tinta inkjet modern (Wulandari & Masthura, 2023).

Penggunaan campuran gum arab dan *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) diperkirakan dapat menghasilkan karakteristik tinta yang lebih optimal dibandingkan penggunaan tunggal. Gum arab berfungsi meningkatkan daya lekat dan dispersi pigmen, sedangkan *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) membantu meningkatkan viskositas dan mencegah sedimentasi. Kombinasi kedua bahan ini telah banyak digunakan pada sistem koloid dan suspensi karena memberikan sinergi antara kestabilan dan kekentalan. Menurut Yudhistira (2020), menunjukkan bahwa kombinasi *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) dan gum arab pada sistem cair menghasilkan karakteristik fisik yang lebih baik dibandingkan penggunaan tunggal, terutama pada homogenitas dan stabilitas campuran.

Kebutuhan tinta printer terus meningkat seiring perkembangan teknologi informasi dan kebutuhan dokumentasi. Tinta printer komersial umumnya menggunakan pigmen sintetis berbasis petroleum yang memiliki beberapa kelemahan, seperti biaya produksi tinggi, ketergantungan pada sumber daya fosil, serta dampak lingkungan dari proses produksinya. Kondisi ini mendorong

pengembangan tinta berbasis bahan alami sebagai alternatif yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Berdasarkan beberapa penelitian tersebut, penggunaan gum arab, CMC, serta campuran keduanya sangat potensial dijadikan variabel perekat dalam pembuatan tinta printer berbahan organik. Variasi komposisi kedua perekat tersebut perlu diteliti lebih lanjut untuk memperoleh tinta dengan viskositas optimum, homogenitas tinggi, daya lekat baik, serta performa cetak yang sesuai dengan kebutuhan printer modern. Selain perekat, untuk mendapatkan tinta printer yang sesuai dengan SNI, perlu dilakukan penelitian terkait jumlah *carbon black* yang digunakan sebagai pigmen utama yang memberikan warna hitam. sehingga penelitian ini penting untuk dilakukan untuk mengetahui bagaimana pengaruh jenis dan perbandingan perekat terhadap kualitas tinta, dan bagaimana karakteristik tinta.

B. Rumusan masalah

1. Bagaimana pengaruh variasi massa karbon black pelepah kelapa sawit terhadap sifat fisik tinta printer (viskositas, densitas, intensitas warna, laju serap dan kinerja tinta, dan uji pH)?
2. Bagaimana pengaruh jenis perekat (gum arab, CMC, dan kombinasi keduanya) terhadap kualitas tinta printer?
3. Apakah tinta Printer yang dihasilkan telah memenuhi standar mutu tinta printer atau SNI?

C. Tujuan

1. Mengetahui karakteristik tinta printer yang dihasilkan dari variasi *carbon black* pelepah kelapa sawit terhadap viskositas, densitas, intensitas cahaya, uji laju serap dan kinerja tinta, dan uji pH tinta printer yang dihasilkan?
2. Mengetahui pengaruh jenis perekat gum arab, cmc, dan kombinasi terhadap viskositas, densitas, intensitas cahaya, uji laju serap dan kinerja tinta, dan uji pH tinta printer yang dihasilkan.
3. Mengetahui kesesuaian mutu tinta printer berbahan dasar pigmen organik dari pelepah kelapa sawit terhadap standar mutu tinta printer atau SNI yang berlaku.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai pemanfaatan limbah pelepah kelapa sawit sebagai bahan baku tinta printer yang ramah lingkungan. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan teknologi pengolahan limbah biomassa menjadi produk bernilai ekonomis tinggi.