

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan ekonomi dan peningkatan populasi penduduk di Indonesia telah memberikan dampak secara signifikan terhadap kenaikan jumlah kebutuhan energi nasional. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM, 2024) dalam Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia menyatakan, konsumsi energi di Indonesia pada tahun 2023 mengalami peningkatan secara signifikan, mencapai 1.220 juta ton barel setara minyak atau meningkat 6,29 persen jika dibandingkan dengan tahun 2022. Peningkatan konsumsi energi mengakibatkan sejumlah dampak lingkungan seperti perubahan iklim dan emisi gas rumah kaca. Salah satu faktor penyebabnya adalah besarnya ketergantungan terhadap sumber energi tak terbarukan. Dalam persentase bauran energi primer nasional, batu bara tetap menjadi sumber utama dengan porsi sebesar 40,46%. Minyak bumi menyusul dengan kontribusi 30,18% dan gas bumi sebesar 16,28%. Sementara itu, energi baru terbarukan (EBT) masih memiliki porsi paling rendah, yakni hanya 13% dari total keseluruhan bauran energi nasional (Adi, 2024).

Sebagai upaya percepatan menuju transisi energi hijau, Pemerintah melalui Kementerian ESDM menetapkan target bauran EBT sebesar 17% pada tahun 2025. Salah satu komitmen pemerintah dalam mencapai target tersebut adalah dengan mendukung pengembangan bahan bakar nabati (*biofuel*) khususnya biodiesel melalui program mandatori B35. Kebijakan Biodiesel 35% diharapkan dapat memenuhi kebutuhan industri dalam negeri hingga mencapai 13,15 juta kiloliter (Priyadi, 2020). Biodiesel merupakan salah satu jenis bahan bakar yang berasal dari sumber daya terbarukan yang memiliki sifat mudah terdegradasi (Nida, 2023). Biodiesel dapat dimanfaatkan sebagai pengganti bahan bakar solar, karena kandungan kimia dan fisika antara kedua bahan bakar tersebut memiliki banyak kesamaan (Prasetyo, 2018). Secara umum biodiesel diperoleh dengan mereaksikan komponen trigliserida pada minyak nabati dengan pelarut alkohol, seperti metanol sehingga membentuk *Fatty Acid Methyl Ester* (FAME) dan hasil samping berupa gliserol (Mardawati dkk., 2019).

Bahan baku pembuatan biodiesel dapat diperoleh dari berbagai lemak hewani dan juga minyak nabati. Salah satu minyak nabati yang umum digunakan sebagai bahan baku biodiesel adalah limbah minyak jelantah. Proses pembuatan biodiesel dengan memanfaatkan limbah minyak jelantah dapat memberikan kontribusi positif bagi lingkungan. Masyarakat cenderung menggunakan minyak goreng sebanyak dua kali, lalu sisanya (minyak jelantah) dibuang ke tanah atau saluran pembuangan, yang berisiko menimbulkan pencemaran lingkungan (Suryatini dan Milati, 2023). Minyak yang memiliki sifat tidak homogen dengan air menyebabkan akumulasi yang menjadikan permukaan air tertutup oleh lapisan minyak (Aini dkk., 2020). Lapisan minyak akan menghambat penetrasi sinar matahari ke dalam perairan, sehingga menyebabkan peningkatan kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Biological Oxygen Demand* (BOD) yang dapat mengancam keseimbangan ekosistem biota air (Aisyah, 2020).

Pemanfaatan minyak jelantah sebagai bahan baku biodiesel membutuhkan proses penurunan kadar *Free Fatty Acid* (FFA). Kandungan FFA yang tinggi pada minyak jelantah dapat memicu reaksi saponifikasi jika bereaksi dengan katalis basa dalam proses transesterifikasi (Hananto dan Rosdiana, 2023). Setelah melalui proses penurunan kadar FFA, minyak jelantah akan memasuki tahapan transesterifikasi. Pada proses transesterifikasi, terjadi reaksi antara trigliserida dan metanol dengan bantuan katalis dalam mengoptimalkan proses reaksi, menghasilkan *methyl ester* (biodiesel) serta produk samping berupa gliserol (Permana dkk., 2020). *Methyl ester* dan gliserol yang terkandung dalam *crude* biodiesel akan dipisahkan melalui proses pemurnian. Proses pemurnian merupakan tahap yang menentukan karakteristik rendemen biodiesel. Menurut penelitian Taslim (2021), produk biodiesel yang dihasilkan umumnya masih belum memenuhi standar karakteristik sesuai dengan SNI 7182:2015, yang disebabkan oleh proses pemurnian yang belum optimal.

Tahap pemurnian (purifikasi) harus dilakukan untuk memisahkan zat pengotor yang terkandung pada *crude* biodiesel. Kandungan pengotor yang berada di dalam biodiesel antara lain metanol, sisa katalis yang tidak bereaksi dan gliserol yang dapat mempengaruhi kualitas dari biodiesel (Rios dkk., 2024). Proses pemurnian

crude biodiesel cenderung kompleks dan biasanya melibatkan 2 tahap proses pemurnian yaitu *wet washing* dan *dry washing* (Udyani dan Wulandari, 2014). Metode pemurnian *wet washing* memiliki beberapa kekurangan, antara lain proses pemurnian yang memakan waktu cukup lama, memerlukan air dalam jumlah besar serta menghasilkan *impurities* dari emulsi sabun, gliserol, dan metanol yang tidak bereaksi dengan biodiesel (Rios dkk., 2024).

Metode pemurnian yang tepat dalam mengatasi kendala dan kekurangan pada purifikasi *wet washing* adalah dengan menggunakan metode *dry washing*. Metode *dry washing* adalah proses pemurnian yang memanfaatkan proses adsorpsi untuk menghilangkan zat pengotor dari *crude* biodiesel (Azis dkk., 2023). Metode *dry washing* memiliki kelebihan antara lain tidak memerlukan penggunaan air, waktu reaksi yang relatif lebih cepat dan meminimalisir terjadinya proses emulsifikasi (Hanifa, 2021). Proses *dry washing* membutuhkan *mixing unit* dan adsorben yang digunakan untuk menyerap (mengadsorpsi) komponen pengotor pada biodiesel (Rios dkk., 2024). Beberapa jenis material yang dapat dimanfaatkan sebagai adsorben dalam metode *dry washing* antara lain alumina silikat, zeolit alam, bentonit dan karbon aktif. Saat ini media adsorben yang tengah banyak dikembangkan adalah adsorben karbon aktif. Karbon aktif dapat diperoleh dari berbagai macam limbah biomassa, salah satunya limbah kulit biji kopi.

Kabupaten Jember merupakan salah satu sentra penghasil kopi terbesar di Provinsi Jawa Timur, khususnya kopi robusta (*Coffea canephora* L.). Dominasi kopi robusta juga tercermin pada tingkat nasional. Pada tahun 2023, volume ekspor kopi robusta Indonesia mencapai 220.545 ton, sedangkan kopi arabika hanya sebesar 51.778 ton. Dengan demikian, volume ekspor kopi robusta sekitar 4,26 kali atau 325,9% lebih tinggi dibandingkan kopi arabika, sehingga menunjukkan bahwa ketersediaan bahan baku dan limbah pengolahan kopi robusta jauh lebih melimpah (BPS, 2023). Melimpahnya produksi kopi robusta berbanding lurus dengan meningkatnya jumlah limbah kulit biji kopi yang dihasilkan. Limbah tersebut masih memiliki kandungan lignoselulosa yang tinggi sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku karbon aktif. Kulit biji kopi robusta asal Jember diketahui memiliki kadar air sebesar 8,59%, kadar abu 6,93%, kadar lemak 0,88%, kadar

protein 6,77%, kadar karbohidrat 76,83%, kadar serat kasar 30,15%, kadar lignin 21,95%, kadar hemiselulosa 11,65%, dan kadar selulosa 27,26% (Wardhana dkk., 2019). Kandungan lignin, selulosa, dan hemiselulosa tersebut menjadikan limbah kulit biji kopi robusta sangat potensial untuk dikonversi menjadi karbon aktif sebagai adsorben. Oleh karena itu, pemanfaatan limbah kulit biji kopi robusta sebagai adsorben pada proses pemurnian *crude* biodiesel minyak jelantah diharapkan tidak hanya mampu meningkatkan kualitas biodiesel, tetapi juga memberikan nilai tambah terhadap limbah agroindustri serta mendukung konsep ekonomi sirkular dan pemanfaatan sumber daya yang berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan latar belakang yang telah disampaikan, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menganalisis faktor yang paling mempengaruhi rendemen hasil pemurnian *crude* biodiesel.
2. Bagaimana pengaruh penambahan konsentrasi adsorben karbon aktif kulit biji kopi terhadap rendemen biodiesel.
3. Bagaimana pengaruh ukuran partikel adsorben terhadap rendemen biodiesel.
4. Bagaimana pengaruh suhu terhadap rendemen biodiesel dalam proses pemurnian.
5. Bagaimana menganalisis kombinasi faktor yang paling optimal dalam memurnikan *crude* biodiesel dengan adsorben karbon aktif kulit biji kopi terhadap rendemen dan karakteristik biodiesel menurut standar SNI 7182:2015.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis faktor yang paling mempengaruhi rendemen hasil pemurnian *crude* biodiesel.
2. Menganalisis pengaruh ukuran partikel adsorben terhadap rendemen biodiesel.
3. Menganalisis pengaruh penambahan konsentrasi karbon aktif kulit biji kopi robusta terhadap rendemen biodiesel.

4. Menganalisis pengaruh suhu terhadap rendemen biodiesel pada proses pemurnian.
5. Menganalisis kombinasi faktor yang paling optimal dalam memurnikan *crude* biodiesel dengan adsorben karbon aktif kulit biji kopi terhadap rendemen dan karakteristik biodiesel menurut standar SNI 7182:2015.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, manfaat yang ingin dicapai adalah sebagai berikut:

1. Memanfaatkan limbah minyak jelantah untuk sebagai bahan bakar terbarukan dan ramah lingkungan.
2. Menyediakan informasi mengenai pengembangan adsorben alami yang murah dan berkelanjutan.
3. Memanfaatkan limbah kulit biji kopi robusta sebagai adsorben karbon aktif dalam proses pemurnian *dry washing* biodiesel minyak jelantah.
4. Meningkatkan nilai ekonomis kulit biji kopi dan minyak jelantah yang sebelumnya dianggap sebagai limbah.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini menggunakan minyak jelantah sebagai bahan baku utama untuk produksi biodiesel yang diperoleh dari pedagang gorengan di lingkungan sekitar kampus Politeknik Negeri Jember.
2. Sumber bahan baku adsorben kulit biji kopi robusta diperoleh dari Pabrik Kopi Robusta Rayap milik PT Perkebunan Nusantara I yang berlokasi di Kebun Renteng, Banjarsari, Kabupaten Jember..
3. Pengujian kualitas rendemen biodiesel menurut standar SNI 7182:2015 yang meliputi rendemen, densitas, angka asam, angka iodin, kadar air dan sedimen, dan kadar metil ester.