

Bab I Pendahuluan

I.1 Latar belakang

Kekayaan alam yang dimiliki oleh Indonesia sangat melimpah, namun beberapa potensinya belum dimanfaatkan secara optimal. Salah satu keanekaragaman hayati berupa tanaman yang belum dieksplorasi lebih jauh dalam bidang tekstil adalah tanaman biduri (Sana dkk., 2020). Tanaman ini merupakan jenis tanaman perdu dengan nama ilmiah *Calotropis gigantea* yang lebih dulu dikenal oleh masyarakat sebagai tanaman obat (Verma, 2014; Sukardan dkk., 2016). Di negara lain, tanaman tersebut ditemukan dalam spesies yang sama dan berbeda dengan nama *milkweed*, *mudar*, *akund*, *rux*, dsb (Sakthivel dan Mukhopadhyay, 2005; Hassanzadeh dan Hasani, 2015; Karthik dan Murugan, 2016; Liu, 2018). Sejumlah peneliti memanfaatkan beberapa bagian dari tanaman tersebut seperti biji, buah, daun, batang, akar, dan getah sebagai serat (Zhao dkk., 2019), penguat pada komposit (Dilli Babu, Sivaji Babu dan Nanda Kishore, 2014; Muniyasamy, 2016; Sayanjali Jasbi dkk., 2018), bahan baku obat (Ghosh, Chakraverty dan Sarkar, 2014), anti mikroba (Kori dan Alawa, 2014; Kumala dan Pratiwi, 2014), enzim (Witono, 2013; Hardi dan Diharnaini, 2014), bahan bakar (Phoo dkk., 2014) dan penyerap minyak (Zheng, Cao, dkk., 2016; Zheng, Zhu, dkk., 2016). Beberapa spesies lain dari tanaman *milkweed*, yaitu *Asclepias syriaca* dan *Calotropis procera* sudah dikaji pemanfaatannya untuk pembuatan benang dan insulator (Ali dan Zeitoun, 2012; Ali, 2013; Karthik, 2014). Di Indonesia, tanaman biduri masih luput dari perhatian masyarakat maupun pemerintah, sehingga diperlukan suatu upaya untuk mengeksplorasi potensi tanaman tersebut agar pemanfaatannya menjadi tepat guna dan bernilai ekonomis.

Menurut Sukardan dkk. (2016), tanaman biduri umumnya tumbuh liar di daerah pantai seperti terlihat pada survei 4 lokasi, yaitu: daerah Cilacap (pantai Penyud dan Penulisan), Ciamis (kecamatan Cisaga), Semarang, dan Yogyakarta (pantai Cemara). Berdasarkan hasil survei dan wawancara dengan beberapa praktisi budidaya tanaman biduri, diketahui bahwa dengan mempertimbangkan lokasi tanah tertentu, tanaman ini dapat tumbuh melalui bibit berupa biji buah atau

melalui penyetekan. Panen pertama kali akan berlangsung setelah tanaman berusia 6 bulan dan selanjutnya tanaman dapat dipanen secara berkala (harian atau mingguan) serta tidak mengenal musim. Tinggi maksimal tanaman biduri bisa mencapai 3 hingga 4 m, sehingga tidak menyulitkan pada saat pemetikan secara manual, terutama jika dibandingkan dengan pohon kapuk yang dapat mencapai ketinggian lebih dari 10 m. Satu pohon atau tanaman biduri akan menghasilkan sekurang-kurangnya 300 buah/pohon/bulan. Dengan memperhitungkan rendemen serat sekitar 4% dari berat buah basah (1 kg sekitar 60 buah), sekurang-kurangnya dapat diperoleh sekitar 200 gram serat/pohon/bulan. Jika asumsi dalam 1 hektar terdapat 1000 pohon, maka potensi serat yang dapat diperoleh adalah sebanyak 200 kg/Ha/bulan (2,4 ton/Ha/tahun). Produktivitas tanaman *Calotropis gigantea* dinilai lebih baik dibandingkan dengan pohon kapuk (hanya 500 kg/Ha/tahun), dimana panen pertama baru diperoleh pada tahun ke-5. Pada budidaya yang sudah mulai dirintis di halaman kantor Balai Besar Tekstil, daerah Pamarican (Ciamis), Pangandaran, dan Cimaung (Kab. Bandung), tanaman biduri dapat tumbuh subur dengan tidak memerlukan perawatan khusus.

“Tekstil Khusus dan *Garment Functional*” merupakan salah satu fokus pengembangan industri tekstil dalam Rencana Induk Pembangunan Industri nasional (RIPIN) pada periode tahun 2015 – 2035 dengan mendorong sumber bahan baku lokal terbarukan yang ramah lingkungan serta mengurangi bahan baku impor (Pusat Komunikasi Publik Kementerian Perindustrian, 2015). Sejalan dengan RIPIN dan Rencana Induk Riset Nasional (RIRN), tahun 2019 Balitbang Kementerian Perindustrian mensosialisasikan Prioritas Riset Nasional (PRN) untuk periode tahun 2020 – 2024. Di sektor tekstil, topik riset yang dicanangkan dalam PRN adalah “Material Serat, Tekstil dengan Fungsi Khusus, dan Tekstil Hijau” (BPPI Kementerian Perindustrian, 2019). Salah satu bentuk dukungan terhadap program tersebut dapat diwujudkan melalui penelitian bertemakan pemanfaatan sumber daya alam lokal untuk mengembangkan bahan baku produk tekstil fungsional.

Tekstil fungsional adalah bahan atau pakaian yang dibuat secara khusus untuk memberikan fungsi tertentu kepada pengguna pada saat kondisi lingkungan di bawah atau di atas normal (Guptaa, 2011). Salah satu jenis dari tekstil fungsional adalah pakaian pelindung dari kondisi lingkungan berbahaya, misalnya panas atau dingin, api, hujan, salju, debu, angin, paparan sinar UV, zat kimia berbahaya, bakteri, virus, dsb. Jaket atau mantel merupakan salah satu pakaian pelindung yang biasa digunakan untuk melindungi penggunanya dari cuaca dingin. Di negara yang mengalami musim dingin, peran jaket berinsulasi panas memegang peranan penting untuk melindungi dari cuaca dingin ekstrem yang dapat membahayakan jiwa manusia. Menurut data *futuremarketinsights* (Bauer, 2018), segmen jaket memiliki *market share* yang paling besar dibandingkan segmen lain pada kelompok pakaian musim dingin dengan nilai *share* 48,2%.

Penelitian yang mengkaji tentang bahan pengisi insulatif pada jaket sudah dilakukan oleh Crews dkk. (1991) dengan membandingkan 3 jenis bahan insulasi, yaitu serat *milkweed* (spesies *Asclepias syriaca* dan *Asclepias speciosa*), *down*, dan *batting* poliester yang menyimpulkan bahwa campuran serat *milkweed* dan *down* memiliki karakteristik insulasi yang sama dengan 100% *down*. Pada tahun 1999, Kasturiya dkk. meneliti tentang desain pakaian musim dingin dan mengemukakan bahwa sistem yang efektif pada bahan kain jaket musim dingin adalah berupa susunan bahan multilapis yang terdiri dari lapisan dalam (bersentuhan dengan kulit), lapisan tengah (bahan insulasi panas), dan lapisan luar (tahan air dan *breathable*). Penelitian tentang perbandingan beberapa merk jaket musim dingin berbahan insulasi *down* dan sintetis juga pernah dilakukan oleh Steindhart, dkk. dan menghasilkan kesimpulan bahwa *down* menghasilkan insulasi paling baik (Steindhart, 2015). Saat ini, produk jaket musim dingin dengan insulasi *milkweed* sudah mulai dikembangkan dalam skala kecil dan dipasarkan secara *online* oleh perusahaan *start up* di Kanada (Bernstien, 2016; Montgomery, 2016; Hauss, 2019).

Hingga saat ini, belum ditemukan penelitian yang mengkaji tentang pengembangan serat biduri sebagai bahan insulasi untuk aplikasi jaket musim

dingin. Atas dasar pertimbangan tersebut, penulis mengajukan penelitian tesis yang berjudul : **“Pemanfaatan Serat Alam Biduri (*Calotropis gigantea*) sebagai Bahan Insulasi Panas pada Kain Multilapis untuk Aplikasi Jaket Musim Dingin”**. Kebaruan dari penelitian ini dibandingkan penelitian-penelitian sebelumnya adalah penggunaan spesies *milkweed* dari teritori yang berbeda serta cara pembuatan bahan insulasi yang menggunakan metode pembuatan *web* dan *nonwoven*, kemudian digabungkan dengan kain pelapis luar dan dalam sebagai satu susunan kain multilapis.

I.2 Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah diuraikan, permasalahan dapat dirumuskan dalam bentuk pertanyaan sebagai berikut:

- Bagaimana pengaruh massa serat, ketebalan dan densitas bahan insulasi panas *web* biduri terhadap konduktivitas dan resistansi termal, resistansi evaporatif, serta daya tembus udara?
- Bagaimana pengaruh ketebalan, densitas bahan, dan komposisi campuran serat biduri dengan *low melt polyester* pada bahan insulasi panas *nonwoven* biduri terhadap konduktivitas dan resistansi termal, resistansi evaporatif, serta daya tembus udara?
- Bagaimana performa bahan insulasi panas serat biduri bila dibandingkan dengan *down* dan *batting* poliester yang sudah eksis di pasaran?
- Berapakah kondisi optimum dari bahan insulasi *web* dan *non woven* serat biduri untuk menghasilkan sifat insulasi panas yang mendekati *down* dan *batting* poliester serta memenuhi kriteria dalam pembuatan jaket musim dingin?

I.3 Tujuan penelitian

Tujuan yang ingin diperoleh dari penelitian ini adalah:

- Membuat bahan insulasi panas dalam bentuk *web* dan *nonwoven* serat biduri
- Membuat kain multilapis yang tersusun atas lapisan luar (kain nilon), lapisan tengah (bahan insulasi panas), dan lapisan dalam (kain poliester)

- Mempelajari sifat konduktivitas termal, insulasi/resistansi termal, resistansi evaporatif, serta daya tembus udara pada kain multilapis
- Membandingkan performa kain multilapis berisi bahan insulasi serat biduri dengan *down* dan *batting* poliester sebagai bahan insulasi jaket musim dingin yang sudah eksis di pasaran
- Mengetahui tingkat kesesuaian nilai insulasi biduri terhadap standar insulasi pakaian musim dingin

I.4 Kerangka pemikiran

Jaket atau mantel musim dingin (*winter jackets/coats*) yang beredar di pasaran biasanya terbuat dari beberapa lapis bahan yang mempunyai fungsi tertentu. Lapisan tengah berisi bahan insulasi panas yang berfungsi menjaga panas tubuh agar tidak keluar. Bahan insulasi panas yang biasa digunakan adalah insulasi *down* (berasal dari bulu angsa atau bebek) dan insulasi sintetis yang dibuat dari serat poliester yang dipotong pendek kemudian dibentuk menjadi lembaran (*batting*). *Down* termasuk ke dalam kategori bahan baku impor sedangkan poliester kurang ramah lingkungan.

Down merupakan salah satu jenis insulator terbaik yang lazim digunakan pada jaket musim dingin, bantal, kantong tidur, *quilts*, aksesoris busana, dsb (Wang, 2010). Menurut Beaudry, dkk., *down* banyak diaplikasikan sebagai insulasi panas pada jaket musim dingin karena bobotnya ringan, sifat insulasinya sangat baik, mudah dipadatkan, dan lebih tahan lama dibanding insulasi sintetis (Beaudry, 2017). Namun kelemahannya adalah harganya mahal dan sifat insulasinya akan menurun ketika terbasahi (Fuller, 2015). Selain itu, *down* dapat memicu alergi (*hypoallergenic*), sehingga rentan apabila digunakan oleh penderita alergi (Siler, 2009). Sebaliknya, bahan insulasi sintetis memiliki keunggulan dalam hal harga yang murah dan tahan terhadap kondisi basah, namun kelemahannya adalah agak berat, agak susah dipadatkan, sedikit kurang tahan lama, dan sifat insulasinya tidak sebaik *down*. Dalam hal pengambilan bulu, bahan insulasi *down* disoroti isu etika perlindungan dari kekejaman terhadap hewan ketika diperoleh dengan cara pencabutan terhadap hewan hidup sedangkan bahan insulasi sintetis cenderung

kurang ramah lingkungan karena berasal dari produk samping minyak bumi yang akan melepaskan gas rumah kaca. Oleh karena itu, diperlukan suatu bahan alternatif untuk mengatasi beberapa kekurangan tersebut.

Serat biduri memiliki bentuk morfologi yang berongga (*hollow*) (Hassanzadeh & Hasani, 2015; Sukardan dkk., 2016), yang berfungsi sebagai media/perangkap udara sehingga aliran kalor dapat ditahan oleh udara yang terperangkap pada rongga tersebut. Oleh karena itu, serat biduri berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan insulasi panas alami, terbarukan, dan ramah lingkungan. Selain itu, serat tersebut tidak bersifat *hypoallergenic*, ringan, dan cepat kering ketika terbasahi karena sifatnya yang hidrofobik.

I.5 Batasan masalah

Permasalahan dibatasi dalam ruang lingkup penelitian sebagai berikut:

- Serat biduri yang digunakan adalah serat biji yang diperoleh dari buah tanaman biduri yang tumbuh di halaman kantor Balai Besar Tekstil dan wilayah sekitar Bandung
- Serat biduri tidak mengalami perlakuan pendahuluan secara kimia
- Bahan insulasi pembanding yang digunakan adalah *down* dan *batting* poliester yang tersedia di pasaran dan lazim digunakan sebagai *insulation filler* pada jaket musim dingin
- Bahan pengikat (*binder*) yang digunakan dalam pembuatan *nonwoven* adalah jenis *low melt polyester*
- Kain pelapis luar dan dalam yang digunakan adalah kain nilon *water repellent* dan poliester siap pakai (tanpa proses lanjutan) yang tersedia di pasaran dan lazim digunakan sebagai kain pelapis pada jaket musim dingin
- Produk akhir penelitian berupa kain multilapis yang tersusun atas kain lapisan luar (*outer shell*), lapisan tengah (*middle layer*), dan lapisan dalam (*inner layer*)
- Pembahasan hanya mengkaji mekanisme perpindahan panas (*heat transfer*) konduksi satu dimensi dari tubuh menuju ke luar bahan atau lingkungan dalam kondisi tunak (*steady state*).

I.6 Metodologi penelitian

Penelitian diawali oleh studi literatur untuk menemukan informasi tentang serat biduri beserta potensi pemanfaatannya sebagai bahan insulasi panas pada bahan yang digunakan dalam pembuatan jaket musim dingin. Untuk mengonfirmasi potensi tersebut, dilakukan percobaan dalam skala laboratorium dengan membuat kain multilapis yang masing-masing diisi oleh bahan insulasi serat biduri dalam bentuk *web* dan *nonwoven* serta *down* dan *batting* poliester sebagai bahan insulasi pembanding pada produk jaket komersial. Performa kain multilapis berisi ketiga jenis bahan insulasi tersebut dievaluasi melalui pengujian ketebalan, densitas, konduktivitas termal, resistansi termal, resistansi evaporatif, dan daya tembus udara. Selanjutnya data hasil pengujian dianalisis untuk menentukan sejauh mana performa bahan insulasi serat biduri bila dibandingkan dengan *down* dan *batting* poliester serta tingkat kesesuaian terhadap standar insulasi pakaian musim dingin.

I.7 Sistematika penulisan

Penulisan tesis ini dibagi menjadi lima bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

- Bab I Pendahuluan, berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, kerangka pemikiran, batasan masalah, metodologi penelitian dan sistematika penulisan
- Bab II Tinjauan Pustaka, berisi literatur tentang perpindahan panas secara umum, sifat termal bahan, sistem insulasi panas, perpindahan panas dan massa pada bahan tekstil, pengukuran dan standar acuan bahan insulasi panas, bahan penyusun kain multilapis, serta metode pembuatan *nonwoven*
- Bab III Metodologi Penelitian, berisi prosedur pengerjaan dimulai dari preparasi serat biduri, variasi yang akan dibuat, cara pembuatan *web* dan *nonwoven* biduri, serta cara pengujian yang dilakukan
- Bab IV Data dan Analisis, berisi data hasil penelitian dan analisis sesuai dengan studi literatur yang sudah dilakukan
- Bab V Kesimpulan dan Saran, berisi kesimpulan dari hasil penelitian dan saran untuk penelitian selanjutnya.