

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pewarna alami telah digunakan sejak zaman kuno sebagai pewarna makanan, obat-obatan, kosmetik, tekstil, dan kebutuhan manusia lainnya sebelum datangnya pewarna sintetis (Fisher *et al.* 2007); (Siva 2007). Penggunaan pewarna alami perlahan-lahan digantikan oleh pewarna sintetis dikarenakan pewarna sintetis mudah diperoleh, tidak mudah pudar/ lebih awet, lebih ekonomis dalam produksinya, memiliki variasi warna yang banyak dan kualitas warna yang lebih baik (Indrianingsih dan Darsih 2013). Seiring dengan banyaknya temuan mengenai bahaya yang ditimbulkan oleh pewarna sintetis terhadap lingkungan dan manusia, serta tumbuhnya kesadaran dan gaya hidup sehat menyebabkan muncul kembali upaya untuk kembali menggunakan bahan alami.

Pewarna sintetis terbuat dari sumber yang tidak dapat diperbarui yaitu minyak bumi dan batu bara yang tidak dapat terdegradasi alami, sehingga akan merusak lingkungan. Berbeda dengan pewarna alami yang berasal dari sumber yang dapat diperbarui yaitu tanaman, hewan, dan mineral yang bersifat ramah lingkungan, tidak beracun, tidak menyebabkan polusi, dapat terdegradasi oleh alam (Yusuf *et al.* 2017). Limbah biomassa yang dihasilkan dari produksi pewarna alami juga dapat dimanfaatkan sebagai pupuk sehingga akan mendukung prinsip 3R (*Reduce, Reuse, dan Recycle*). Penggunaan pewarna alami pada industri makanan, kosmetik, dan obat-obatan terus berkembang dan mengalami peningkatan, namun perkembangan penggunaan pewarna alami untuk tekstil masih sedikit (Krizova 2015). Menurut Siva (2007), keterbatasan yang masih harus diatasi yaitu jaminan ketersediaan bahan pewarna, keterbatasan pengetahuan dalam teknologi ekstraksi dan pewarnaan yang tepat. Kemudian Indrianingsih dan Darsih (2013) menambahkan faktor ketahanan warna terhadap pencucian dan cahaya, proses produksi yang lama, dan tidak ekonomis menjadi indikator ketidaksiapan industri tekstil dalam menggunakan pewarna alami. Industri yang menggunakan pewarna alami pada saat sekarang adalah industri tekstil dan kerajinan tangan pada level usaha kecil menengah (UKM) (Krizova 2015).

Peluang penggunaan pewarna alami menggantikan pewarna sintetis masih sangat besar. Industri tekstil Indonesia didominasi oleh industri skala kecil dan menengah. Beberapa daerah penghasil tekstil Indonesia, seperti Cirebon, Bantul, Tarakan, Yogyakarta, Probolinggo, Pekalongan, Pulau Alor dan daerah lainnya telah menggunakan pewarna alami untuk tujuan ekspor ke Jepang, Korea, Amerika, dan Eropa (Indrianingsih dan Darsih 2013). Penggunaannya masih belum terlalu luas karena mengandalkan sumber-sumber pewarna yang ditanam atau berada di lingkungan sekitar industri. Proses penanaman hingga ekstraksi pewarna ini dilakukan oleh industri sendiri.

Industri tekstil di Indonesia merupakan industri yang memiliki prospek yang tinggi, tercatat pertumbuhan ekspor sebanyak 6% setiap tahun dari 2016 dan pada tahun 2017 pertumbuhan ekspor tekstil bernilai USD 12,4 miliar (Hutomo 2018) dan USD 13,5 miliar pada tahun 2018 (Kemenperin 2018). Perkembangan industri dan produk tekstil di Indonesia dari tahun 2011 hingga tahun 2021 menunjukkan peningkatan ekspor yang meningkat serta penyerapan tenaga kerja yang tinggi dapat dilihat pada Tabel 1.1.



Tabel 1. 1 Perkembangan industri dan produk tekstil di Indonesia

Tahun	Penyerapan tenaga kerja (orang)	Volume ekspor (ton)	Volume impor (ton)	Nilai Ekspor (USD)	Nilai Impor (USD)
2011	1,422,922	1,941,045	1,577,988	13,358,515	8,430,428
2012	1,506,835	1,954,695	1,893,637	12,461,699	8,143,553
2013	1,577,952	2,100,455	1,960,935	12,679,278	8,472,684
2014	1,545,139	2,278,770	2,068,509	12,740,812	8,565,988
2015	1,514,326	2,295,502	1,980,491	12,282,979	7,975,952
2016	3,000,000	2,210,000	2,150,000	11,830,000	8,160,000
2017	2,730,000	2,230,000	2,290,000	12,540,000	8,800,000
2018	1,700,000	2,190,000	2,560,000	13,220,000	10,020,000
2019	2,800,000	2,290,000	2,040,000	12,840,000	9,370,000
2020	3,900,000	-	-	10,550,000	10,020,000

Sumber : Asosiasi Pertekstilan Indonesia (2018) dan Badan Pusat Statistik (2021)

Industri tekstil mengalami penurunan kinerja selama pandemi Covid-19 yang terjadi sepanjang tahun 2020, namun tetap mampu menyerap tenaga kerja dalam memproduksi APD (Alat Pelindung Diri) selama pandemi. Produk tekstil Indonesia berpotensi untuk dikembangkan. Pada tahun 2012, industri batik lokal Indonesia mengalami penurunan daya saing karena terdapat impor kain bermotif batik dari Cina sebesar 1.037 ton atau senilai Rp 285 miliar (BPS 2013). Batik dari Cina ini memiliki harga yang sangat murah sehingga sangat kompetitif di pasar Indonesia walaupun dengan kualitas yang rendah. Pengadaan impor ini juga dikhawatirkan mengubah perspektif masyarakat terhadap batik yang selama ini dibangun. Kementerian Perdagangan kemudian menerbitkan Peraturan Menteri Perdagangan (Permendag) No. 53/M-DAG/PER/7/2015 tentang Ketentuan Impor Tekstil dan Produk Tekstil (TPT) Batik dan TPT Motif Batik. Berdasarkan RIPIN (Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional) tahun 2015-2035, industri pewarna tekstil merupakan salah satu dari industri prioritas yang akan dibangun.

Rantai pasok merupakan mekanisme dalam menghubungkan semua pemangku kepentingan (*stakeholder*) dan kegiatan yang terlibat dalam pemenuhan segala kebutuhan dalam organisasi/perusahaan dalam mengkonversi bahan mentah menjadi barang jadi (Hadiguna 2016). Ketidakpastian pasokan zat warna pada industri tekstil mengakibatkan pemenuhan kebutuhan konsumen akan tertunda. Apalagi untuk proses pembuatan satu lembar kain tekstil warna alam mulai dari ekstraksi pewarna hingga proses pewarnaan dibutuhkan waktu minimal 10 hari. Adanya ketersediaan zat warna pada industri tekstil akan mempercepat proses produksi. Penelitian terkait eksplorasi sumber bahan pewarna tekstil alami sudah banyak dilakukan, namun jaminan ketersediaan sumber pewarna tersebut pada

industri pewarna tekstil alami dalam menjawab tantangan produksi skala besar masih belum ada. Oleh sebab itu, perlu dilakukan kajian strategi rantai pasok industri pewarna tekstil alami yang berkelanjutan untuk menjamin ketersediaan bahan pewarna dan pengembangan industri pewarna tekstil alami

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian diatas, muncul beberapa pertanyaan yang harus dijawab terkait dengan pelaksanaan penelitian, antara lain :

1. Bagaimana kondisi dan ketersediaan sumber pewarna pada industri pewarna tekstil alami?
2. Bagaimana skema kinerja rantai pasok industri pewarna tekstil alami saat ini?
3. Bagaimana strategi pengembangan kelembagaan rantai pasok pewarna alami tekstil yang berkelanjutan?

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian secara umum adalah merumuskan strategi rantai pasok industri pewarna tekstil alami yang berkelanjutan. Tujuan khusus penelitian adalah untuk i) menganalisis kondisi *on-farm* dari penghasil pewarna alami, ii) mengidentifikasi skema dan mengukur kinerja rantai pasok pewarna tekstil alami, serta iii) merumuskan strategi pengembangan kelembagaan rantai pasok industri pewarna tekstil alami yang berkelanjutan.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini adalah :

1. Bidang agroindustri yang dijadikan tempat penelitian adalah industri pewarna tekstil alami berbahan baku *Indigofera tinctoria*, *Strobilanthes cusia*, kayu tegeran dan kayu secang yang berlokasi di Jawa Tengah.
2. Cakupan rantai pasok industri pewarna tekstil alami diawali dengan budidaya tanaman *Indigofera tinctoria* dan *Strobilanthes cusia* diakhiri dengan distribusi produk ke industri tekstil.
3. Ruang lingkup kajian rantai pasok industri pewarna alami tekstil meliputi analisis aliran material, aliran informasi, aliran uang, serta faktor-faktor keberlanjutan rantai pasok industri pewarna tekstil alami.



II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bahan Baku Pewarna Alami

Sumber bahan pewarna alami dapat dikenali dengan mudah dengan cara yang sangat sederhana, yaitu meremukkan bagian dari tumbuhan (daun dan bunga) dengan jari atau merebus bagian tumbuhan yang telah dihancurkan seperti bagian akar, kulit, dan batang. Apabila meninggalkan warna pada jari dan air rebusan, maka dapat dikatakan bahwa tumbuhan tersebut berpotensi sebagai sumber pewarna alami (Senthilkumare *et al.* 2015). Berdasarkan penelitian yang dilakukan Indrianingsih dan Darsih (2013), terdapat tanaman penghasil pewarna yang biasa digunakan sebagai pewarna alami tekstil di Indonesia yang dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Jenis pewarna dapat diklasifikasikan berdasarkan struktur kimia, sumber pewarna, dan metode aplikasinya. Pewarna berdasarkan struktur kimia terdiri dari *indigoids* (biru), *pyridine based* (kuning), *carotenoids* (kuning, oranye, dan merah), *quinonoids* (rentang warna kuning ke merah), flavonoid (rentang warna kuning pucat ke kuning gelap, oranye, dan biru), *dyhydropyran based* (warna brazilian CI 75280 dan *haematoxylin* CI 75290), betalains (kuning *betaxanthin* dan ungu *betacyclin*), dan tanin (sebagai mordan dan apabila dicampur dengan sumber lain menghasilkan warna kuning, coklat, abu-abu, dan hitam). Pewarna berdasarkan sumbernya terdiri dari pewarna yang berasal dari tumbuhan (bunga, buah, biji, daun, kayu, kulit, akar, dan bagian lain), hewan (insektisida yang menghasilkan warna merah dan ungu), mineral (garam logam dan logam oksida serta *red ochre*). Sedangkan pewarna berdasarkan metode aplikasinya terdiri dari mordan dan tanpa mordan (Yusuf *et al.* 2017).

2.2 Proses Ekstraksi Pewarna Alami

Proses ekstraksi pewarna alami diawali dengan proses persiapan bahan. Persiapan bahan sebelum melakukan ekstraksi yang perlu dilakukan antara lain pengumpulan, pengeringan, dan penggilingan bahan. Penggilingan dilakukan agar permukaan yang kontak dengan pelarut lebih besar. Pemilihan pelarut berdasarkan senyawa yang ingin diambil atau diekstrak. Pelarut polar seperti metanol, etanol, atau etil asetat digunakan untuk mengekstrak senyawa hidrofilik. Pelarut untuk mengekstrak senyawa lipofilik dapat dipilih pelarut diklorometan atau campuran diklorometan dan metanol (Yusuf *et al.* 2017). Proses ekstraksi pada pewarna alami dapat dilakukan dengan berbagai cara, antara lain perkolasi, metode pengenceran, proses asam dan basa, ekstraksi *super critical fluid*, ekstraksi menggunakan *microwave*, dan ekstraksi ultrasonik (Indrianingsih dan Darsih 2013). Metode yang paling umum digunakan adalah metode pengenceran, yaitu dengan mengeringkan bahan hingga berbentuk bubuk kemudian dipanaskan dengan air. Metode ini menghasilkan kualitas pewarna yang rendah, namun ekonomis. Metode yang paling cepat dengan rendemen dan kualitas yang tinggi serta konsumsi energi yang rendah adalah dengan ekstraksi menggunakan *microwave*. Penggunaan teknologi ini masih terbatas karena mahal.

Tabel 2. 1 Sumber pewarna tekstil alami yang biasa digunakan di Indonesia

No	Sumber pewarna	Bagian yang digunakan	Warna
1	Nilam	Daun	Biru
2	Tarum	Daun	Biru
3	Tarum akar	Daun	Biru
4	Rumput laut	Seluruh bagian	Biru keabuan
5	Akasia	Kayu	Coklat
6	Aren	Buah	Coklat
7	Kayumanis	Kulit pohon	Coklat
8	Mahoni	Kulit pohon	Coklat
9	Merbau	Kulit pohon	Coklat
10	Pisang	Batang, tangkai daun, tangkai buah	Coklat
11	Sirih	Daun	Coklat
12	Soga jambal	Kulit pohon	Coklat
13	Teh	Daun	Coklat
14	Buah naga	Kulit pohon	Coklat kemerahan
15	Jati	Daun, limbah kayu	Coklat muda
16	Mangga	Daun	Hijau
17	Mundu	Kulit buah	Hijau
18	Sengon	Daun	Hijau
19	Suji	Daun	Hijau
20	Jambu biji	Daun	Hijau kemerahan
21	Katapang	Kulit pohon, daun, akar, buah	Hitam
22	Ki meyong	Buah granul	Jingga
23	Kesumba	Biji	Jingga, merah
24	Jirak	Kulit pohon	Kuning
25	Plasa	Bunga	Kuning
26	Soga	Akar, kulit pohon	Kuning
27	Tegeran	Kayu	Kuning
28	Kunyit	Rimpang	Kunyit
29	Kayu malam	Kayu	Merah
30	Nanas	Buah	Merah
31	Noja	Daun, cabang muda	Merah
32	Secang	Kulit pohon	Merah
33	Pinang	Buah	Merah gelap
34	Gambir	Daun, cabang muda	Merah gelap, hitam
35	Mengkudu	Akar	Merah, kuning, coklat
36	Manggis	Kulit buah	Ungu, merah gelap

Sumber: Indianingsih dan Darsih (2013)



2.3 Penggunaan Pewarna Alami pada Industri Tekstil

Proses pewarnaan pada tekstil dapat dilakukan dengan atau tanpa mordan. Mordan berfungsi sebagai jembatan penghubung antara zat warna dan kain sehingga menghasilkan warna yang lebih melekat dan tidak mudah hilang akibat gesekan, pencucian, cahaya, dan prespirasi dengan menggunakan tempat pewarnaan yang nonreaktif agar mordan bekerja dengan maksimal. Terdapat tiga tipe mordan, yaitu mordan dari logam (contoh : aluminium, kromium, besi, tembaga dan timah), tanin (contoh : *myrobalan* dan *sumach*) dan mordan minyak.

Mordan yang umum digunakan pada industri tekstil adalah tawas, kapur dan junjung (Siva 2007). Penggunaan mordan dapat dikatakan tidak ramah lingkungan karena untuk meningkatkan stabilitas dan warna seperti yang diinginkan dibutuhkan mordan dengan konsentrasi yang tinggi. Konsentrasi mordan yang dapat diserap oleh serat sangat sedikit sehingga akan terbawa oleh air selama pewarnaan dan pembilasan terakhir. Hal ini tidak ekonomis dan menghasilkan residu ion logam yang berbahaya bagi kesehatan manusia dan pencemaran lingkungan (Krizova 2015). Optimalisasi penggunaan tanin dapat digunakan sebagai mordan alami (Yusuf *et al.* 2017).

Menurut Ahmad dan Hidayati (2018), proses mordan dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu pre-mordan, metamordan, dan post-mordan. Pre-mordan adalah mencelupkan kain terlebih dahulu ke larutan mordan selama 15 menit, kemudian dicuci dan dicelup pada larutan warna selama 20 menit, kemudian dikeringkan. Metamordan adalah mencampurkan mordan dan pewarna, kemudian kain dicelupkan. Post-mordan adalah mencelupkan kain terlebih dahulu ke pewarna, kemudian mencelupkan kain ke mordan.

Proses pewarnaan pada batik diawali dengan pengaplikasian lilin pada pola dengan warna dasar kain adalah putih atau *beige*. Kemudian diwarnai dengan merendam pada pewarna pertama. Setelah proses pewarnaan dirasa cukup, kain diangkat dengan area dimana pengaplikasian lilin akan tetap putih. Kemudian dilakukan pengaplikasian lilin kedua untuk membentuk corak dan dilakukan perendaman kembali dengan pewarna. Selanjutnya lilin yang digunakan pada proses pewarnaan dihilangkan (Sirait 2018).

2.4 Manajemen Rantai Pasok

Rantai pasok adalah keseluruhan kegiatan dari memperoleh bahan baku menjadi bahan jadi atau bahan setengah jadi hingga dikirimkan ke tangan konsumen. Kebutuhan pewarna alami akan semakin meningkat seiring dengan perkembangan teknologi dan kesadaran terhadap dampak penggunaan pewarna sintetis pada tekstil. Kebutuhan konsumen yang semakin meningkat harus diiringi dengan manajemen rantai pasok yang efektif dan efisien. Rantai pasok menggambarkan kegiatan bisnis yang dilakukan, terdiri dari aliran bahan, informasi, dan uang yang dilakukan secara terus menerus seiring dengan proses bisnis perusahaan (Marimin dan Maghfiroh 2013).

Aliran material merupakan aliran barang dari supplier ke konsumen, aliran informasi yaitu transmisi pembelian dan laporan pengiriman barang, dan aliran uang merupakan informasi jadwal dan syarat pembelian. Kesuksesan pada rantai pasok mampu meningkatkan daya saing (Ridwan *et al.* 2017), kinerja jangka panjang dari

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.

suatu bisnis pada industri tersebut. Peningkatan nilai tambah dan efisiensi sistem secara keseluruhan dan responsif terhadap konsumen diperlukan pada setiap aliran rantai pasok untuk menghasilkan produk yang kompetitif (Hasan *et al.* 2016; Djunaidi *et al.* 2018).

2.5 Keberlanjutan Pewarna Tekstil Alami

Prinsip keberlanjutan pada industri pewarna alami adalah adanya pengembangan yang dilakukan dengan memperhatikan aspek ekologi, ekonomi, politik, budaya, dampak sosial dan kesehatan manusia. Pewarna alami sangat layak secara ekonomi apabila diterapkan pada industri tekstil mikro menengah. Hal tersebut dapat dilihat dari segi bahan baku, biaya produksi dan biaya penanganan limbah (Suyitno *et al.* 2017). Konsumen tekstil akan mencari pakaian dan produk tekstil yang nyaman, segar, higienis, dan bebas bau dengan melakukan tahap *finishing* pada produk tekstil untuk menambahkan karakteristik tersebut dan membutuhkan waktu beberapa jam untuk menghasilkan kain yang higienis (Senthikumare *et al.* 2015). Industri dapat mempersingkat waktu produksi dan akan berdampak terhadap pengurangan biaya produksi dengan adanya keunggulan penggunaan pewarna alami.

Apabila dilihat berdasarkan biaya yang harus dikeluarkan industri untuk menangani limbahnya, substitusi bahan pewarna alami pada industri batik memiliki kelayakan ekonomi yang lebih tinggi dibandingkan dengan melakukan *end of pipe treatment*. Hal itu juga didukung dengan adanya keterbatasan waktu dan pengetahuan SDM industri yang mempermudah penggunaan pewarna alami (Sirait 2018). Tanaman indigo, *madder* dan *weld* dinyatakan layak secara ekonomi untuk dibudidayakan dengan teknik kultivasi modern dan digunakan sebagai bahan baku industri pewarna alami. Optimasi produksi pewarna alami dapat dengan mengkombinasikan ekstraksi dari tanaman yang dibudidaya dengan pemanfaatan limbah penghasil warna alam (Shahid *et al.* 2013). Aspek kelayakan teknis aplikasi pewarna alam pada skala besar yang disertai dengan peningkatan metode ekstraksi, biaya yang rendah, dan bagaimana kombinasi penggunaan dengan pewarna sintetis diperlukan (Sathianarayanan dan Narendra 2012).

Limbah pewarna yang dihasilkan oleh industri tekstil bersifat karsinogenik dan memiliki tingkat polusi yang tinggi. Limbah tekstil mengandung surfaktan, pewarna, pigmen, resin, agen pengkelat sehingga menyebabkan tingginya COD, warna, dan garam yang berbahaya jika langsung dibuang ke lingkungan (Sirait 2018). Pewarna sintetis juga merupakan bahan yang tidak dapat diperbarui karena berasal dari minyak bumi dan batu bara sehingga tidak mudah terurai di alam (Krizova 2017). Berdasarkan penelitian produksi bersih yang dilakukan Sirait (2018), terjadi penurunan tingkat COD (*Chemical Oxygen Demand*), BOD (*Biological Oxygen Demand*), dan TSS (*Total Suspended Solid*) terhadap limbah yang dihasilkan dengan menggunakan pewarna alami pada industri batik.

Pada tahap *finishing* produksi tekstil, biasanya menggunakan bahan seperti kadmium, perak, besi, dan merkuri yang berbahaya untuk lingkungan dan alergi kulit selama proses maupun aplikasinya (Yusuf *et al.* 2017). Tahap *finishing* diperlukan karena material kain mudah menyerap kelembapan sehingga membutuhkan antibakteri (Prabhu dan Teli 2011). Penggunaan pewarna alami efektif untuk menurunkan energi dan limbah air pada tahap *finishing* (Carvalho dan



Santos 2016). Contoh pewarna alam yang bersifat antimikroba adalah tanin, flavonoid, alkaloid, *curcumin*, *naphthoquinones*, *juglone*, *lapachol*, dan katekin. Metode untuk peningkatan aktivitas antimikroba dapat dilakukan dengan *plasma treatment*, *chitosan treat*, enzimatik, kationik, mikroenkapsulasi, dan *cross linking method* (Shahid *et al.* 2013).

Sinar UV diperlukan pada proses *finishing* produk tekstil untuk mencegah penggelapan kulit hingga kanker, contoh pewarna alaminya adalah *rheum emodi*, *gardenia yellow* dan *curcumin* (Yusuf *et al.* 2017). Pewarna alami dari ekstrak kulit jeruk pada serat wool memberikan efek pelindung UV enam kali lebih tinggi dibandingkan pabrik wool dengan pewarna sintetis (Shahid *et al.* 2013). Serangga menyerang produk tekstil seperti karpet, garmen, *furniture*, handuk dan lainnya sehingga menjadi masalah besar dalam hal penyimpanan dan banyak *losses* yang terjadi. Beberapa pewarna alam yang efektif sebagai antiserangga adalah *lac dye*, *walnut*, *catechu*, *red gabbage*, *cochineal*, indigo, dan *amur cork tree extract*. *Cochineal* dan *madder* terbukti efektif untuk anti serangga pada *carpet beetles* (Teli *et al.* 2013).

Industri tekstil dihadapkan pada tantangan untuk mengintegrasikan secara simultan antara ekonomi, politik, dampak sosial (Krizova 2015), budaya, komunitas, lingkungan, teknologi ramah lingkungan dan bahan material yang berkelanjutan. Globalisasi menyebabkan tingginya aliran informasi dan percepatan trend sehingga menyebabkan tragedi *fast fashion* yang mengakibatkan industri tekstil merupakan industri penghasil limbah pewarna dan air terbanyak. Tingginya kesadaran para pemangku kepentingan (*fashion designer* dan pemilik *brand fashion*) menyebabkan strategi berkelanjutan mulai diadopsi dengan cara menggunakan bahan pewarna alami dan serat alami seperti wol, sutra dan katun (Samanta dan Konar 2011) serta menjunjung kearifan lokal untuk menjaga konsistensi terhadap *brand image*. Kolaborasi antara peneliti, para designer dan konsumen juga diperlukan untuk membangun strategi hijau dalam menghasilkan industri tekstil yang berkelanjutan (Carvalho dan Santos 2016).

Tanaman penghasil pewarna alami dapat diperoleh melalui penanaman atau mengambil langsung tanaman liar. Eksplorasi terhadap ketersediaan tanaman yang sudah ada dan melakukan pengukuran terhadap konsekuensi pengambilan tanaman tersebut sebagai sumber pewarna alami perlu dilakukan. Hal ini untuk mencegah eksploitasi berlebih dan pengambilan tanaman langka (Shahid *et al.* 2013). Tanaman liar sumber pewarna alami yang berasal dari kayu, kulit, dan akar tidak dianjurkan digunakan sebagai bahan pewarna alam skala besar karena akan merusak tanaman tersebut. Maka, diperlukan sitem kultivasi yang dilakukan sengaja untuk menjaga ketahanan ekosistem liar (Krizova 2015). Penggunaan pewarna alami menjadi solusi untuk mengatasi permasalahan lingkungan akibat penggunaan pewarna sintetis, namun strategi keberlanjutan dan penggunaan untuk skala besar menjadi hal yang perlu diperhatikan.

III METODE

3.1 Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian ini diawali dengan fakta tingginya tingkat pencemaran yang dihasilkan oleh industri tekstil yang tergolong pada limbah B3 (Bahan Beracun dan Berbahaya). Limbah tersebut 95% berasal dari proses pewarnaan karena menggunakan pewarna sintetis. Perkembangan teknologi dan kesadaran masyarakat terhadap dampak penggunaan pewarna sintetis menyebabkan peningkatan permintaan penggunaan pewarna alami pada industri tekstil yang dapat dilihat penggunaannya pada industri tekstil khas Indonesia, terutama batik dan tenun. Sumber pewarna alami diperoleh dari tanaman yang sengaja ditanam maupun yang berada disekitar pabrik. Ketidakpastian ketersediaan bahan pewarna pada industri tekstil yang menggunakan pewarna tekstil alami tersebut menjadi tantangan dalam pengembangan industri pewarna tekstil alami yang berkelanjutan.

Keberadaan industri pewarna tekstil alami di Indonesia masih sangat terbatas. Industri tekstil yang pada awalnya menggunakan pewarna sintetis berubah menggunakan pewarna alami pada proses pewarnaan akan mengalami penghambatan dalam kontinuitas pemenuhan pewarna. Peningkatan kapasitas industri pewarna tekstil alami yang sangat bergantung terhadap keberlanjutan rantai pasoknya. Kajian strategi rantai pasok industri pewarna tekstil alami yang berkelanjutan dalam hal ini diperlukan untuk diteliti. Kondisi situasional menggambarkan kinerja rantai pasok saat ini yang kemudian diharapkan menemukan strategi keberlanjutan dari rantai pasok tersebut. Kerangka pikir penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Kerangka pikir penelitian

3.2 Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini bersifat *non probability sampling* dengan pengambilan sampel berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan berdasarkan tujuan dari penelitian yang akan dicapai. Pemangku kepentingan sepanjang rantai pasok pewarna tekstil alami dibutuhkan untuk memberikan informasi terkait kondisi rantai pasok dan terdapat pakar yang memberikan penilaian dan saran perbaikan terhadap permasalahan pada rantai pasok pewarna

tekstil alami. Pemilihan para pemangku kepentingan dilakukan secara acak dalam memenuhi kebutuhan data penelitian.

3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan pada dua industri yang terletak di provinsi Jawa Tengah, yaitu industri yang berlokasi di Sukoharjo dan Temanggung. Pertimbangan penelitian dilakukan pada kedua industri tersebut dikarenakan industri tersebut merupakan produsen pewarna tekstil alami yang telah melakukan komersialisasi pewarna alami untuk industri tekstil. Pengumpulan data mulai dilakukan pada bulan Oktober 2019 dan Maret hingga Juni 2020.

3.4 Tata Laksana Penelitian

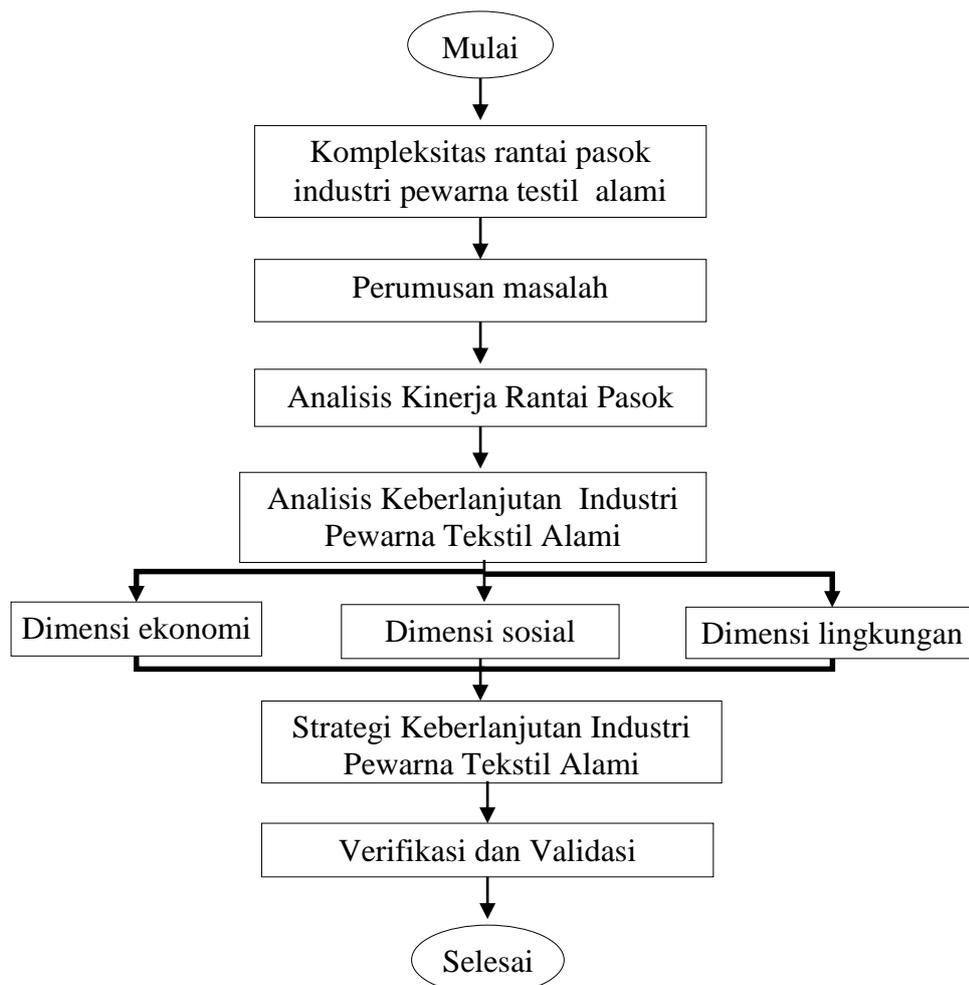
3.4.1 Prosedur Penelitian

Penelitian dilakukan dengan beberapa tahapan, yaitu identifikasi rantai pasok, pengukuran kinerja rantai pasok, analisis keberlanjutan secara ekonomi, sosial, dan lingkungan, serta pemilihan strategi rantai pasok pewarna tekstil alami yang berkelanjutan. Identifikasi rantai pasok dilakukan dengan analisis deskriptif berdasarkan metode Vorst (2006), pengukuran kinerja dengan metode SCOR (*Supply Chain Operation Reference*), analisis keberlanjutan dengan MDS (*Multidimensional Scaling*), dan strategi keberlanjutan pewarna tekstil alami dengan ANP (*Analytical Network Process*). Tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.2.

3.4.2 Sumber data dan jenis data

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sumber data primer dan sekunder. Sumber data primer diperoleh langsung dari hasil studi lapang berupa wawancara, kuisioner dan diskusi pakar, sedangkan data sekunder diperoleh dari studi literatur pada jurnal ilmiah dan dokumentasi data lembaga terkait. Responden yang terlibat adalah para pelaku yang mengetahui kondisi rantai pasok pewarna tekstil alami. Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kebutuhan sumber informasi dan data rantai pasok meliputi struktur, mekanisme, proses bisnis, sumber daya, dan manajemen rantai pasok yang diperoleh dari hasil wawancara dari petani penanam asam indigo di Temanggung dan petani penanam tarum di Sukoharjo. Selanjutnya penelusuran anggota rantai pasok lainnya adalah koordinator petani, industri pewarna tekstil alami dan industri tekstil berdasarkan informasi dari industri pewarna tekstil alami.
2. Sumber data terkait keberlanjutan pewarna tekstil alami didapatkan melalui wawancara dengan tiga petani, satu koordinator petani, dua industri pewarna tekstil alami, dan industri tekstil (industri batik).
3. Data *benchmark* untuk pengukuran kinerja rantai pasok pewarna tekstil alami didapatkan melalui wawancara kepada setiap actor yang relevan.
4. Data indikator keberlanjutan rantai pasok pewarna tekstil alami diperoleh dari wawancara dan studi literature dengan praktisi dan akademisi



Gambar 3. 2 Tahapan penelitian

3.4.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan studi pustaka, observasi lapang, kuisisioner semi terstruktur, wawancara, dan opini pakar. Studi pustaka diperlukan untuk mempelajari konsep manajemen rantai pasok pewarna tekstil alami, analisis keberlanjutan rantai pasok, dan strategi peningkatan keberlanjutan rantai pasok pewarna tekstil alami. Observasi lapang yaitu melihat kondisi dan kegiatan yang berkaitan dengan manajemen dan aktivitas rantai pasok pewarna tekstil alami. Kuisisioner semi terstruktur yaitu kuisisioner untuk memperoleh informasi mengenai kinerja rantai pasok, analisis keberlanjutan rantai pasok, dan strategi peningkatan keberlanjutan rantai pasok pewarna tekstil alami. Wawancara dengan pemangku kepentingan terkait untuk berdiskusi dalam memperoleh informasi yang akurat dan mengklarifikasikan permasalahan yang ditemukan di lapangan. Opini pakar merupakan data yang diperoleh langsung dari pakar melalui kuisisioner yang terdiri dari kalangan praktisi dan akademisi. Pakar yang dilibatkan dalam penelitian ini antara lain :

1. Bayu Aria Widhi Kristanto, S.Sn pemilik Hotwax Studio Batik, Yogyakarta, Dosen Institut Seni Indonesia (ISI) Yogyakarta) sebagai pakar praktisi dan

akademisi untuk menentukan kinerja rantai pasok industri pewarna tekstil alami dan mengukur keberlanjutan rantai pasok pewarna tekstil alami.

2. Muh. Thoyib, ST, MT, direktur industri yang memproduksi pasta tarum, pewarna merah dari secang dan pewarna kuning dari tegeran sebagai pakar praktisi untuk mengukur kinerja rantai pasok industri pewarna tekstil alami, mengukur keberlanjutan rantai pasok industri pewarna tekstil alami, dan menyusun strategi keberlanjutan rantai pasok pewarna tekstil alami yang berkelanjutan.
3. Mercy Bientri Yunindanova, SP, MSi, Peneliti Warna Alam, Dosen Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret (UNS) sebagai pakar akademisi untuk mengukur keberlanjutan rantai pasok pewarna tekstil alami.
4. Fatah Syaifur Rochman, pemilik industri pasta assam indigo, sebagai pakar praktisi untuk mengukur kinerja rantai pasok pewarna tekstil alami dan keberlanjutan rantai pasok pewarna tekstil alami.
5. Agus Haerudin, ST, MT, peneliti pada Balai Besar Kerajinan dan Batik, Badan Penelitian dan Pengembangan Industri serta pemilik Batik Akasia, Yogyakarta sebagai pakar praktisi dan akademisi untuk mengukur keberlanjutan rantai pasok pewarna tekstil alami
6. Dwi Wiji Lestari, peneliti pada Balai Besar Kerajinan dan Batik, Kementerian Perindustrian sebagai pakar akademisi untuk mengukur keberlanjutan rantai pasok pewarna tekstil alami
7. Prof. Dr. rer. nat. Ir. Anwar Kasim, peneliti dan dosen Universitas Andalas sebagai akademisi untuk menyusun strategi keberlanjutan rantai pasok pewarna tekstil alami.
8. Dr. Nana Kariada Tri Martuti, M. Si, dosen Universitas Negeri Semarang sebagai akademisi untuk menyusun strategi keberlanjutan rantai pasok pewarna tekstil alami.

3.5 Pengolahan Data

3.5.1 Identifikasi Rantai Pasok Pewarna Tekstil Alami

Rantai pasok pewarna tekstil alami dianalisis dan dideskripsikan berdasarkan Vorst (2006) dengan empat elemen rantai pasok, yaitu struktur, proses bisnis, manajemen, dan sumberdaya rantai pasok. Struktur rantai pasok terdiri dari anggota rantai pasok dan entitas rantai pasok, proses bisnis terdiri dari proses bisnis dan manajemen rantai pasok serta proses integrasi rantai pasok. Manajemen rantai pasok terdiri dari struktur dan ikatan kontraktual rantai pasok. Sumberdaya rantai pasok adalah sumber daya yang digunakan pada rantai pasok.

3.5.2 Pengukuran Kinerja Rantai Pasok

Supply Chain Operations Reference (SCOR) adalah model pengukuran untuk mengukur kinerja secara keseluruhan pada suatu organisasi atau perusahaan. Model SCOR disusun dengan lima proses diantaranya adalah *Plan, Source, Make, Deliver*, dan *Return* (SSC 2012). Penerapan model SCOR dapat fleksibel dan disesuaikan dengan kebutuhan dari penggunaanya selama tujuan peningkatan produktivitas dapat terpenuhi. Pengukuran kinerja rantai pasok menggunakan model SCOR dengan mempertimbangkan proses bisnis pada empat level. Level pertama mencakup perencanaan, pengadaan, budidaya, pengolahan, dan pengiriman. Level dua

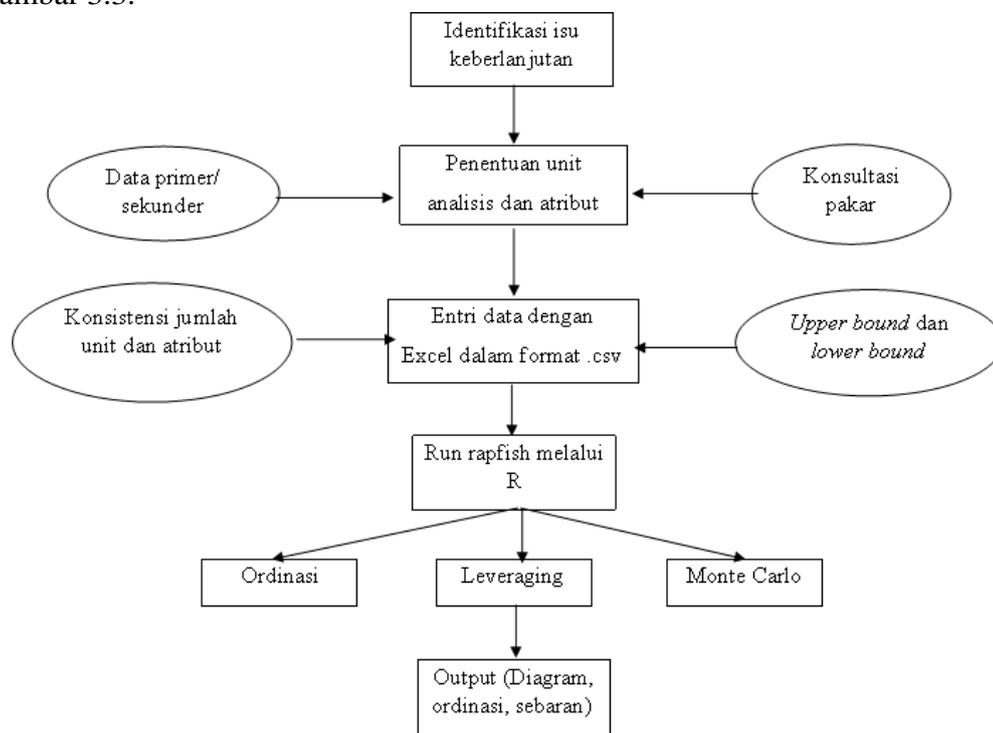
mencakup peningkatan nilai tambah, serta pada level tiga mencakup reliabilitas, responsivitas dan biaya. Level empat mencakup pemenuhan pesanan, kinerja pengiriman, fleksibilitas rantai pasok, kesesuaian dengan standar mutu siklus pemenuhan pesanan, fleksibilitas rantai pasok, penyesuaian rantai pasok atas, penyesuaian rantai pasok bawah, biaya perawatan dan biaya pengolahan. Perhitungan kinerja dilakukan dengan penilaian metric kinerja yang kemudian dibandingkan (*benchmark*) dengan metric harapan dari para actor. Proses *benchmarking* dilakukan untuk menentukan perbaikan kinerja apa yang harus dilakukan oleh para actor pada rantai pasok.

3.5.3 Perhitungan dan analisis nilai tambah rantai pasok

Nilai tambah digunakan dengan metode Hayami (1987) dengan memperhatikan interaksi antar pelaku sesuai dengan tujuan masing-masing. Perhitungan nilai tambah akan diperoleh perbedaan rasio nilai tambah pada setiap pelaku rantai pasok yang disajikan pada Tabel 3. 1.

3.5.4 Analisis Keberlanjutan Rantai Pasok

Keberlanjutan rantai pasok pewarna tekstil alami menggunakan metode *Rapid Appraisal Multidimensional Scaling (RAP/MDS)* dengan prinsip memetakan jarak persepsi antara satu unit dengan unit lainnya dengan penyekalaan (Fauzi 2019a). RAP/MDS dikembangkan melalui software R dengan memasukkan data pada Microsoft Excel. Tahapan analisis RAP/MDS dengan R dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Tahapan analisis RAP/MDS dengan R (Fauzi 2019)

Tabel 3. 1 Analisis nilai tambah dengan Metode Hayami

No	Variabel	Nilai
Output, Input, dan Harga		
1	Hasil Produksi (kg/bulan)	(1)
2	Bahan baku (kg/bulan)	(2)
3	Tenaga Kerja (HOK/bulan)	(3)
4	Faktor Konversi	(4) = (1)/(2)
5	Koefisien Tenaga Kerja	(5) = (3)/(2)
6	Harga Produk (Rp/kg)	(6)
7	Upah rata-rata Tenaga Kerja (Rp/bulan)	(7)
Variabel Penerimaan dan Keuntungan		
8	Harga Bahan Baku (Rp/kg)	(8)
9	Harga Input Lain (Rp/kg)	(9)
10	Nilai Output (Rp)	(10) = (4) x (6)
11	a. Nilai Tambah (Rp/kg)	(11a) = (10)-(8)-(9)
	b. Rasio Nilai Tambah (%)	(11b) = (11a)/(10) x 100
12	a. Pendapatan Tenaga Kerja Langsung (Rp/kg)	(12a) = (5) x (7)
	b. Pangsa Tenaga Kerja Langsung (%)	(12b) = (12a) / (11a) x 100
13	a. Keuntungan (Rp/kg)	(13a) = (11a) - (12a)
	b. Tingkat Keuntungan (%)	(13b) = (13a)/(10) x 100
Balas Jasa Pemilik Faktor Produksi		
14	Marjin (Rp/Kg)	(14) = (10) - (8)
	a. Pendapatan Tenaga Kerja Langsung (%)	(14a) = (12a) / (14) x 100
	b. Sumbangan input lain (%)	(14b) = (9) / (14) x 100
	c. Keuntungan perusahaan (%)	(14c) = (13a) / (14) x 100

3.5.5 Strategi Keberlanjutan Rantai Pasok

Tahapan strategi peningkatan rantai pasok yaitu pemilihan alternative-alternatif strategi yang diperoleh dari hasil evaluasi rantai pasok dan analisis keberlanjutan. Pengolahan data dalam penelitian ini menggunakan *Software Super Decision* dengan metode ANP (*Analytical Network Process*).

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.

IV ANALISIS SITUASIONAL

4.1 Komoditas Pewarna Tekstil Alami

4.1.1 *Strobilanthes cusia* (assam indigo)

Strobilanthes cusia merupakan sumber pewarna tekstil yang menghasilkan warna biru berbentuk pasta yang berasal dari bagian daun. *Strobilanthes cusia* merupakan tanaman herba/ batang basah (batang yang lunak dan berair) dengan tinggi dapat mencapai 50-150 cm. Berdasarkan (Cardon 2007) *Strobilanthes* disebut juga dengan rum atau assam indigo tergolong pada *perennial herb* yang berasal dari Indochina (Laos, Vietnam) dan Thailand dan saat ini dikultivasi oleh India, Bangladesh, China, Jepang, dan Taiwan. *Strobilanthes* digunakan sebagai obat dan pewarna yang dapat tumbuh pada tempat teduh (Puccio 2020). Tanaman ini menjadi bahan baku pewarna pada skala besar di India dan Cina sebelum ditemukannya pewarna buatan. *Strobilanthes cusia* ditemukan pada ketinggian hingga 2.000 mdpl (meter di atas permukaan laut) yang dapat dipanen 2-3 kali dalam setahun. Akar dan daun dari tanaman ini memiliki sifat antiinflamasi dan digunakan sebagai obat penurun panas. Warna biru yang dihasilkan dari *Strobilanthes* berasal dari kandungan indicant sebesar 0,4-1,3% yang terdapat pada daun. Kandungan indicant dapat dilepaskan dengan cara hidrolisis dan oksidasi. Komponen kimia penyusun tanaman ini antara lain alkaloid, glikosida, sterols, triperpenoid pentasiklik, asam organik, antraquinon, dan polisakarida. Perkembangbiakan *Strobilanthes* dilakukan dengan stek (Fern 2014). Proses ekstraksi oleh China diperoleh rendeman sebesar 25% pasta indigo, kadar air sebanyak 58-64,5 %, jumlah indigotin bervariasi dari 2%-13% dan dengan produktivitas 3.715 ton pasta indigo per 2.000 ha (Cardon 2007).



Gambar 4.1 *Strobilanthes cusia* (kiri) dan pasta indigo (kanan)

4.1.2 *Indigofera tinctoria* (Tarum)

Tarum merupakan tanaman penghasil warna biru (indigo) dengan tinggi batang 1-2 meter yang mampu menghasilkan 1,6-5,4 ton per hektar. Tarum memiliki cabang batang yang banyak dengan curah hujan rata-rata adalah 1.300 – 1.700 mm yang membutuhkan matahari secara langsung. Cara perkembangbiakan tarum adalah dengan benih. Biji tarum direndam selama 12-24 jam dalam air hangat hingga membengkak, kemudian ditabur ke tanah yang subur.

Tarum adalah tanaman tropis dan subtropis yang dapat tumbuh pada ketinggian hingga 1500 mdpl, suhu 7-32°C pH tanah 6-7 (Anonim 2020). Indonesia sudah lama menggunakan tarum sebagai pewarna tekstil yang biasa ditanam secara

tumpang sari atau sengaja ditanam di halaman rumah. Manfaat lain dari tarum adalah sebagai tanaman penutup dan pupuk hijau.



Gambar 4. 2 *Indigofera tinctoria* (kiri) dan produk pasta indigo (kanan)

4.1.3 *Caesalpinia sappan* L. (Kayu Secang)

Kayu secang diambil dari batang pohon secang yang tergolong pada pohon berduka dan perdu. Pohon secang dapat tumbuh hingga 20 meter dengan diameter 20-30 cm. Kayu secang telah digunakan sebagai sumber pewarna merah namun penggunaannya sempat digantikan oleh pewarna sintetis. Kayu secang saat ini hanya digunakan sebagai pewarna merah pada skala kecil oleh pengrajin dan seniman. Kulit kayu secang dapat menghasilkan warna merah (Anonim 2020). Pohon secang biasanya ditanam di perbatasan hutan sebagai pagar hidup dengan curah hujan tahunan dalam kisaran 700 - 4.300 mm dan suhu tahunan rata-rata 24 - 28 °C. Pertumbuhannya yang mudah dan lebat dapat digunakan untuk menentukan batas-batas tanah dan melindungi kebun dari hewan liar maupun hewan penggembalaan. Pemanenan kayu secang dapat dilakukan secara manual pada usia 6-8 tahun.

Secang memberikan beberapa manfaat selain pewarna yaitu sebagai obat tradisional di negara Asia. Rebusan kayu secang menunjukkan aktivitas antibiotik terhadap *Staphylococcus*, *Salmonella typhi*, *Shigella flexneri*, *Shigella dysenteriae* dan *Bacillus subtilis*. Bentuk kayu secang berbutir lurus dengan tekstur halus hingga sedang, cukup berat, keras, dan berkilau dan merupakan sumber bahan bakar yang baik. Perkembangbiakan secang dapat dilakukan dengan benih dan stek kayu lunak (Cardon 2007).



Gambar 4. 3 Kayu secang (kiri) dan pewarna tekstil alami merah

4.1.4 *Cudrania javanensis* (Kayu Tegeran)

Tegeran tergolong pada tanaman semak belukar yang telah dikenal menghasilkan warna kuning untuk batik. Tegeran merupakan tanaman semak belukar yang mampu tumbuh tinggi hingga 10 m dan dia meter 15 cm pada hutan dataran rendah yang menyebar sepanjang Nepal, India, China, Jepang, dan

Malaysia. Kayu tegeran tergolong pada spesies yang pertumbuhannya lambat dan saat ini kebutuhan warna di Pulau Jawa diimpor dari New Guinea.

Bagian tanaman yang menghasilkan warna adalah bagian batang dan akar yang dapat diambil setelah berumur 10-15 tahun. Penggunaan kayu tegeran untuk batik biasanya dikombinasikan dengan kunyit untuk menghasilkan warna orange terang dan dengan kayu secang untuk menghasilkan merah yang unik serta dikombinasikan dengan indigo untuk menghasilkan warna hijau. Proses ekstraksi dilakukan dengan perebusan selama 8 jam. Kayu tegeran sebagai pewarna kain lebih dikenal di Indonesia, dimana dikenal dengan Batik Soga (Cardon 2007).



Gambar 4. 4 Kayu tegeran (kiri) dan ekstraksi warna kuning dari kayu tegeran (kanan)

4.2 Kondisi Rantai Pasok Pewarna Tekstil Alami

Pada saat ini konsentrasi pusat pewarna indigo terdapat di Pulau Jawa yang mendominasi dilakukan oleh pengrajin lokal batik/tenun, pengrajin jumputan, dan industri *ecoprint*. Pewarna alam dapat dikatakan mampu mewarnai apabila memiliki afinitas pewarnaan ke kain 4,5 – 5. Penelitian dilakukan pada dua industri pewarna tekstil alami, yaitu di daerah Sukoharjo dan Temanggung, Jawa Tengah. Industri di Sukoharjo fokus memproduksi pasta pewarna biru (indigo) dari *Indigofera tinctoria*, jasa pewarnaan batik, produksi jumputan, dan pewarna kuning dan merah berdasarkan permintaan. Pola kemitraan yang terjadi antara petani dan industri adalah pola kemitraan inti plasma dengan bibit dan pupuk disediakan oleh industri. Industri juga menerima bahan baku tarum dari masyarakat setempat yang menanam tarum di pekarangan rumah. Lahan petani yang bekerjasama dengan industri adalah seluas 5 ha dengan hasil produksi yang tidak menentu dan tidak dapat diprediksi. Penentuan harga diberikan sesuai dengan komoditas utama daerah setempat. Kapasitas produksi pasta tarum ini adalah 500 kg pasta/bulan dengan harga jual Rp 65.000 – Rp 70.000 / kg tergantung dari kualitas warna yang dihasilkan. Hasil dari pasta yang dihasilkan digunakan sendiri dan dilakukan penjualan ke luar industri sebanyak 20-30 kg/bulan.

Industri yang berlokasi di Temanggung fokus pada penjualan pasta indigo dari *Strobilanthes cusia*. Kapasitas produksi sebanyak 500-700 kg/bulan dengan harga Rp. 75.000, 00/kg pasta. Industri ini dibangun melalui riset mandiri dan saat ini menjadi asam indigo terluas di Indonesia sebesar 65 ha dengan jumlah petani sebanyak 179 orang. Dengan pangsa pasar terluas adalah pengrajin batik, jasa pewarnaan kain dan benang, serta pangsa pasar ekspor ke beberapa negara (Jepang,

Singapura, Taiwan, Amerika Serikat, Korea Selatan) terhitung pada tahun 2018. Dampak positif dari adanya industri warna alam yang melibatkan petani ini adalah pada aspek pertanian (tanaman perdu untuk mengurangi erosi), meningkatkan pendapatan petani, khususnya daerah Wonobojo, membuka lapangan pekerjaan, dan mengurangi ketergantungan petani pada satu penghasilan komoditas pertanian.

Struktur rantai pasok pada pewarna tekstil alami memiliki kompleksitas anggota dimana setiap anggota memiliki peran dan kepentingan masing-masing. Pihak yang terlibat dalam rantai pasok pewarna tekstil alami adalah petani, kelompok tani, industri pewarna tekstil alami, pengrajin batik/tenun, industri tekstil, dan distributor. Pola aliran rantai pasok pewarna tekstil alami tertera pada Gambar 4.5 dan Gambar 4.6.

Rincian peranan dari anggota rantai pasok adalah sebagai berikut:

1. Petani

Petani berperan sebagai produsen yang berperan dalam penyediaan lahan pertanian dan mendaftarkan diri ke kelompok tani untuk menerima bibit yang disediakan oleh kelompok tani. Bibit yang diperoleh ditanam dan dirawat hingga umur 4 bulan sebelum dilakukan pemanenan. Proses pemanenan dilakukan setelah adanya instruksi dari kelompok tani. Hal ini dikarenakan setiap bahan baku yang masuk akan langsung dilakukan proses ekstraksi dengan fermentasi untuk mencegah penurunan kualitas warna yang dihasilkan. Petani berasal dari daerah sekitar pabrik dengan memanfaatkan lahan kosong, lahan pekarangan, dan lahan pertanian dengan sistem tumpangsari.

2. Koordinator petani

Koordinator petani berperan dalam penyediaan bibit bagi petani, mendata petani yang bergabung dalam memasok bahan baku pewarna alami ke industri, serta sebagai penghubung antara industri. Koordinator petani akan menerima seluruh bahan baku yang diberikan oleh petani dan melakukan pembayaran secara cash.

3. Supplier sediaan kayu

Supplier sediaan kayu berperan dalam penyediaan sumber bahan baku yang berasal dari kayu, seperti kayu tegeran, kayu secang, kayu mahoni, dan kayu lainnya yang sering digunakan oleh pembatik/pengrajin lokal untuk pewarnaan.

4. Industri pewarna tekstil alami

Industri selalu menerima setiap pemasokan bahan baku dari petani, sehingga risiko penurunan kualitas dan kuantitas berada pada industri. Industri melakukan langsung proses ekstraksi pewarna setelah bahan baku diterima, kecuali untuk bahan baku sediaan kayu. Proses ekstraksi dilakukan secara langsung untuk menghindari penurunan kualitas warna yang dihasilkan.

5. Distributor

Distributor berperan untuk menyalurkan pewarna tekstil alami siap pakai dari industri pewarna alami ke industri tekstil.

6. Industri tekstil

Industri tekstil merupakan pemakai pewarna tekstil alami yang memperoleh pewarna dari distributor maupun dari industri pewarna tekstil secara langsung. Industri tekstil ini contohnya adalah industri yang memproduksi kain jumputan dan *ecoprint*.

7. Pengrajin batik/tenun

Pengrajin batik/tenun merupakan pengguna pewarna tekstil alami yang mendominasi, memperoleh pewarna alami baik dari distributor maupun dari industri pewarna tekstil alami secara langsung. Beberapa pengrajin batik juga melakukan proses ekstraksi sendiri untuk menghasilkan warna alami dengan konsentrasi yang diinginkan.

8. Galeri Busana

Galeri busana menyediakan kain batik/tenun/kain jumputan yang telah melakukan kerjasama industri tekstil maupun memiliki industri sendiri. Galeri busana memasarkan produk baik yang masih berbentuk kain maupun yang telah dijahit menjadi pakaian jadi. Galeri busana merupakan jaringan rantai pasok yang menghubungkan antara industri tekstil dengan konsumen akhir.

9. Konsumen

Konsumen membeli produk tekstil warna alam baik secara langsung maupun secara daring melalui galeri busana atau langsung ke pengrajin yang mempunyai toko sendiri.

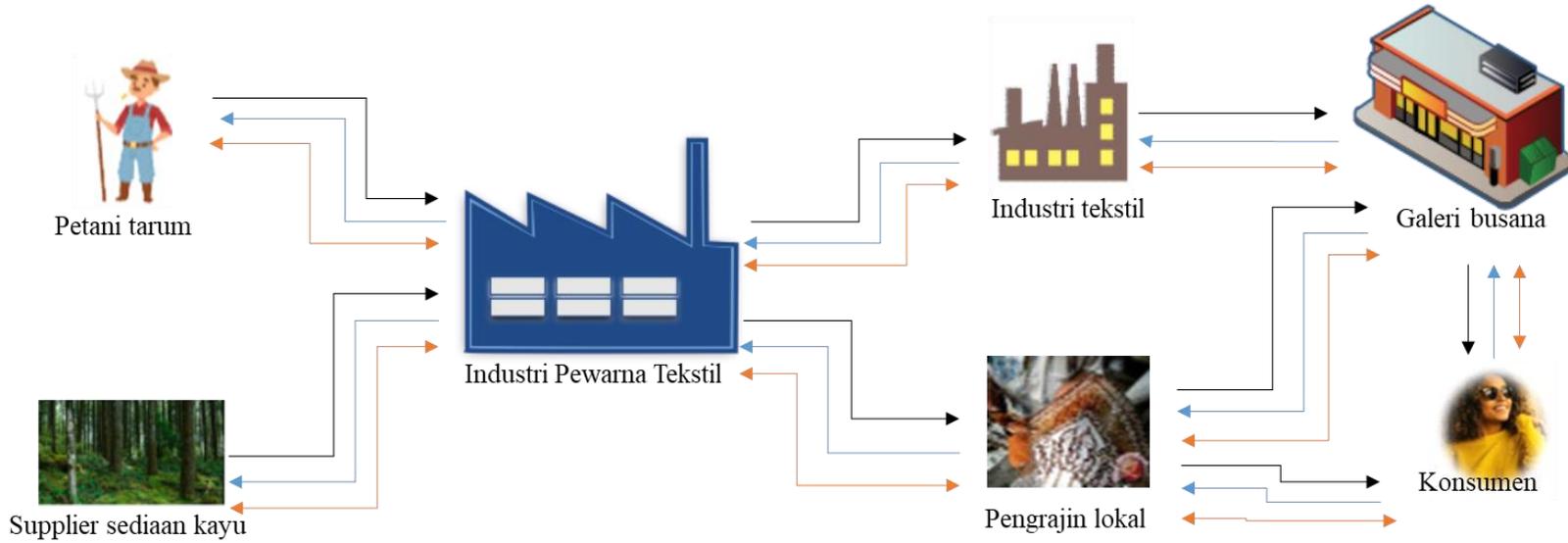
@Hak cipta milik IPBUniversity

IPBUniversity

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.



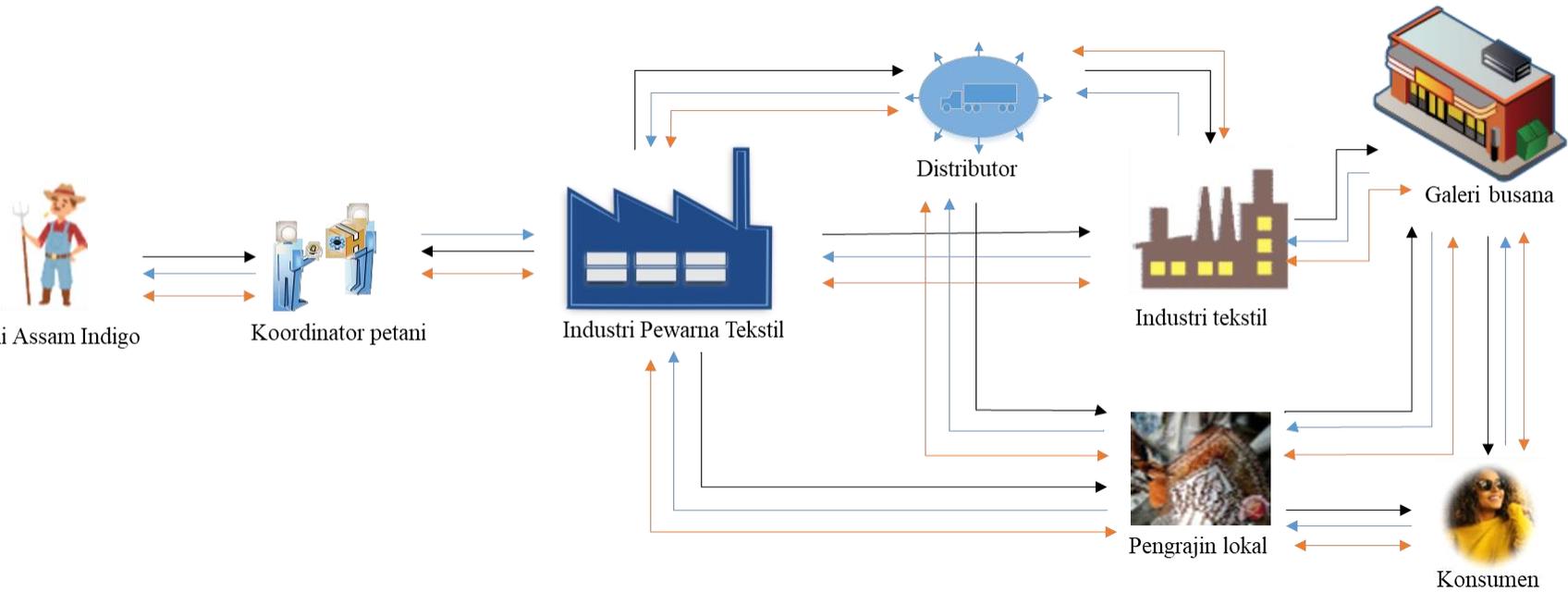


Gambar 4. 5 Pola aliran rantai pasok pewarna tekstil alami dari industri di Sukoharjo

Keterangan :

- Pola aliran bahan
- Pola aliran informasi
- Pola aliran uang
- Kajian mendalam pada penelitian

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Gambar 4. 6 Pola aliran rantai pasok pewarna tekstil alami dari industri di Temanggung

Keterangan :

- Pola aliran bahan
- Pola aliran informasi
- Pola aliran uang

4.3 Kinerja Rantai Pasok Pewarna Tekstil Alami

Kinerja rantai pasok pewarna tekstil alami dengan metode SCOR menghasilkan Kartu SCOR (*SCOR-Card Benchmark*) seperti pada Tabel 4.1 untuk produksi pasta dari tarum dan Lampiran 1 untuk produksi pasta dari asam indigo.

Tabel 4. 1 SCOR-Card Benchmark pasta tarum

Atribut Kinerja	Matriks Kinerja	Petani Indigofera			Industri pasta indigo		
		Nilai Matrik Kinerja	Kinerja Target	Requirements Gap	Nilai Matrik Kinerja	Kinerja Target	Requirements Gap
Reliabilitas	Pemenuhan pesanan	100%	100%	0%	100%	100%	0%
	Kinerja pengiriman	100%	100%	0%	70%	100%	-30%
	Kondisi barang sempurna	60%	100%	-40%	100%	100%	0%
Responsivitas	waktu siklus budidaya	120 hari	120 hari	-	-	-	-
	waktu siklus pengiriman	1 hari	1 hari	-	3 hari	1 hari	-2hari
	waktu siklus pengolahan	-	-	-	9 hari	7 hari	-2hari
Agilitas	daya adaptasi peningkatan kapasitas	-	-	-	100%	100%	0
	daya adaptasi penurunan kapasitas	-	-	-	50%	100%	-50%
	fleksibilitas peningkatan kualitas dan kapasitas	-	-	-	100%	100%	0%
	Persediaan harian	-	-	-	15 hari	-	-
	Biaya pengolahan	-	-	-	34.70%	-	-

Berdasarkan perolehan nilai kinerja pada *SCOR-Card Benchmark* industri pengolahan pasta *Indigofera* diperoleh bahwa kinerja petani tarum perlu ditingkatkan pada aspek reliabilitas untuk penyediaan bahan baku dalam kondisi sempurna. Sebesar 40% dari kondisi bahan baku yang dikirimkan tidak memenuhi standar dari industri sehingga tidak mengeluarkan pigmen warna. Kualitas bahan baku yang tidak mengeluarkan pigmen warna setelah pemrosesan dikarenakan pemotongan bahan baku yang tidak tepat (sebaiknya dilakukan sebesar 70-90 cm dari pucuk), waktu panen yang tidak tepat (2-3 bulan setelah pemanenan sebelumnya), dan terjadinya kekeringan pada daerah penghasil. Periode optimal produksi pewarna alami ini dihasilkan dari Bulan Mei hingga Bulan Juli sedangkan dari Bulan September hingga Bulan November seringkali terjadi kekeringan yang menyebabkan kegagalan ekstraksi warna indigo. Pengetahuan terkait kultivasi

Hak Cipta milik IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 - Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

tanaman tarum, pengontrolan pemanenan, dan melakukan pengairan pada cuaca yang kering perlu dilakukan untuk meningkatkan kualitas bahan baku yang disetorkan ke industri pewarna tekstil alami.

Kinerja rantai pasok pada industri tarum perlu ditingkatkan pada pengiriman produk pewarna ke konsumen, waktu siklus pengiriman, daya adaptasi penurunan kapasitas dan waktu siklus pengolahan yang lebih lama. Pengiriman produk keluar kota menggunakan ekspedisi harus menggunakan kemasan yang aman karena seringkali terjadinya kebocoran produk. Kebocoran ini terjadi karena produk yang berbentuk pasta. Waktu siklus pengolahan masih melebihi kinerja target karena kualitas bahan baku yang tidak menentu mengakibatkan waktu fermentasi perlu diulangi untuk memastikan bahan baku mengandung zat warna atau tidak. Industri mengalami daya adaptasi yang rendah apabila terjadi penurunan kapasitas, karena komitmen bersama yang sudah dijanjikan kepada petani bahwa setiap bahan baku yang masuk akan diterima.

Kinerja rantai pasok pada industri yang memproduksi pasta dari asam indigo pada Lampiran 1 perlu diperbaiki pada aspek pengiriman produk, daya adaptasi penurunan kapasitas, waktu pengiriman dan waktu pengolahan. Pengiriman produk dibebankan ke konsumen dengan ketersediaan pelayanan ekspedisi di Temanggung dengan harga belum terjangkau untuk pengiriman luar Pulau Jawa. Industri yang memproduksi pasta asam indigo memiliki kinerja agilitas rantai pasok yang sama dengan industri pasta tarum karena sifat dari bahan baku serta kemitraan yang dijalin dengan pemasok (petani) relatif sama.

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

V ANALISA KEBERLANJUTAN RANTAI PASOK

Rantai pasok yang berkelanjutan memperhatikan aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan. Indikator rantai pasok berkelanjutan akan saling terkait satu sama lain. Berdasarkan Cuthbertson (2012), terdapat beberapa indikator pada setiap dimensi keberlanjutan rantai pasok. Indikator pada setiap dimensi keberlanjutan pada produk pewarna tekstil alami dapat dilihat pada Tabel 5.1. Sumber data yang digunakan dalam setiap indikator keberlanjutan adalah sumber data primer dan sekunder. Sumber data primer diperoleh langsung dari hasil studi lapang berupa wawancara, kuisioner dan diskusi pakar, sedangkan data sekunder diperoleh dari studi literatur pada jurnal ilmiah dan dokumentasi.

Tabel 5. 1 Dimensi dan indikator keberlanjutan rantai pasok pewarna tekstil alami

Dimensi	Indikator	Sifat	Analisis
Ekonomi	Kemudahan penggunaan	Kualitatif	Deskriptif
	Ketersediaan produk	Kualitatif	Deskriptif
	Nilai tambah	Kuantitatif	Metode Hayami
	Profit margin	Kuantitatif	Diagram Porter
	Kemudahan distribusi dan transportasi	Kualitatif	Deskriptif
	Preferensi konsumen	Kuantitatif	Crosstab Analysis
Sosial	Kompetensi tenaga kerja	Kualitatif	Deskriptif
	Penyerapan tenaga kerja lokal	Kuantitatif	% pekerja lokal
	Peningkatan keikutsertaan petani dalam kemitraan	Kualitatif	Deskriptif
	Kesehatan pekerja dan masyarakat sekitar	Kualitatif	Deskriptif
	Pendapatan tenaga kerja	Kuantitatif	Pendapatan/bulan
	Dampak kegiatan industri terhadap pekerja	Kualitatif	Deskriptif
	Kepuasan konsumen	Kualitatif	Deskriptif
Lingkungan	Upaya konservasi	Kualitatif	Deskriptif
	Konsumsi energi	Kualitatif	Deskriptif
	Emisi rumah kaca	Kualitatif	Deskriptif
	Dampak limbah padat	Kuantitatif	Kandungan limbah padat
	Pengelolaan limbah	Kualitatif	Deskriptif
	Dampak limbah cair	Kuantitatif	Kandungan limbah cair

5.1 Dimensi Ekonomi

5.1.1 Kemudahan Penggunaan

Pewarna tekstil alami sangat mudah dalam penggunaannya karena adanya *tacit knowledge* yang telah mengakar sedari dulu dari budaya yang ada. Produk pewarna alami tidak memerlukan teknologi yang tinggi dalam penggunaannya. Pewarna tekstil alami berbentuk pasta memiliki umur simpan selama 1 tahun dengan kondisi penyimpanan pada suhu ruang dan terlindung dari sinar matahari langsung. Pewarna alami berbentuk pasta dilarutkan dengan air panas dan penambahan reduktor gula. Perbandingan pasta dan air yang dibutuhkan pada pelarutan pasta dari tarum adalah 1: 4 (b/v) dengan penambahan hidrosulfit dan reduktor gula jawa. Pasta pewarna asam indigo memiliki cara pelarutan yang berbeda dengan pasta tarum. Pasta dari asam indigo dilarutkan dengan dengan 20 l air kapur pada setiap 1 kg pasta dengan reduktor gula cair fruktosa

Penggunaan larutan pewarna cair seperti pada pewarna dengan bahan baku kayu secang dan kayu tegeran dapat digunakan langsung pada proses pewarnaan tanpa penambahan bahan lain. Larutan warna dapat digunakan maksimal 1 bulan setelah diekstrak. Pencelupan pada kain dilakukan dengan perbandingan volume larutan warna dan berat kain adalah 20: 1 (v/b) dan ditambahkan proses mordanting. Pencelupan dapat dilakukan beberapa kali tergantung dengan kepekatan warna dan daya tahan luntur yang diinginkan oleh pengguna.

5.1.2 Ketersediaan produk

Menurut pakar, produk pewarna tekstil alami berpotensi adanya jaminan kontinuitas produk karena bahan baku pewarna alami sangat melimpah di Indonesia. Selain itu, banyaknya pengrajin lokal yang mulai berpindah dan diprediksi semakin meningkatkan menggunakan pewarna alami. Permintaan ini seiring dengan terbentuknya asosiasi pewarna alami yang sekaligus mewadahi pemasaran dan berbagi pengetahuan terkait pewarna alami, baik sumber, proses, maupun penggunaannya pada tekstil. Kemitraan yang terjalin antara pemasok bahan baku dan industri produksi pewarna alami juga menjadi indikator dalam menjamin ketersediaan produk pewarna tekstil alami.

5.1.3 Nilai tambah

Nilai tambah merupakan penerimaan yang diperoleh oleh pihak yang terlibat pada setiap siklus proses bisnis produksi pewarna tekstil alami. Rencana bisnis untuk mencapai produksi berkelanjutan terdiri dari aspek produksi, aspek harga, aspek distribusi, dan aspek promosi (Aiman *et al.* 2017). Aspek produksi di mana produsen harus merancang produk yang tidak mengandung bahan berbahaya dan beracun yang memiliki efek buruk baik jangka panjang atau pendek bagi konsumen. Aspek harga adalah kebutuhan untuk meningkatkan efisiensi produksi sehingga produk yang ramah lingkungan tidak mahal dan memiliki harga yang kompetitif. Aspek distribusi adalah strategi multiseluler untuk memastikan konsumen bisa mendapatkan barang dalam waktu singkat. Aspek promosi harus disertai dengan informasi dan pengetahuan kepada konsumen untuk berpartisipasi dalam menjaga kelestarian lingkungan. Oleh sebab itu, nilai tambah menjadi salah satu aspek yang

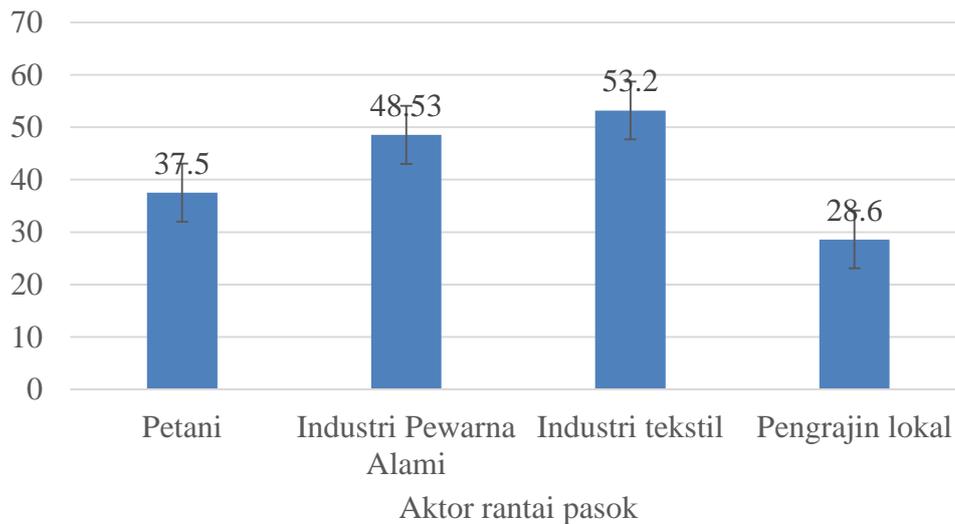


penting dalam mengukur keberlanjutan siklus proses bisnis dalam produk pewarna tekstil alami.

Nilai tambah diukur dengan menggunakan metode Hayami. Beberapa asumsi tanaman tarum yang dipertimbangkan diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Kondisi tanaman tumbuh dengan baik
2. Besaran biaya input berdasarkan hasil observasi lapang di Provinsi Jawa Tengah

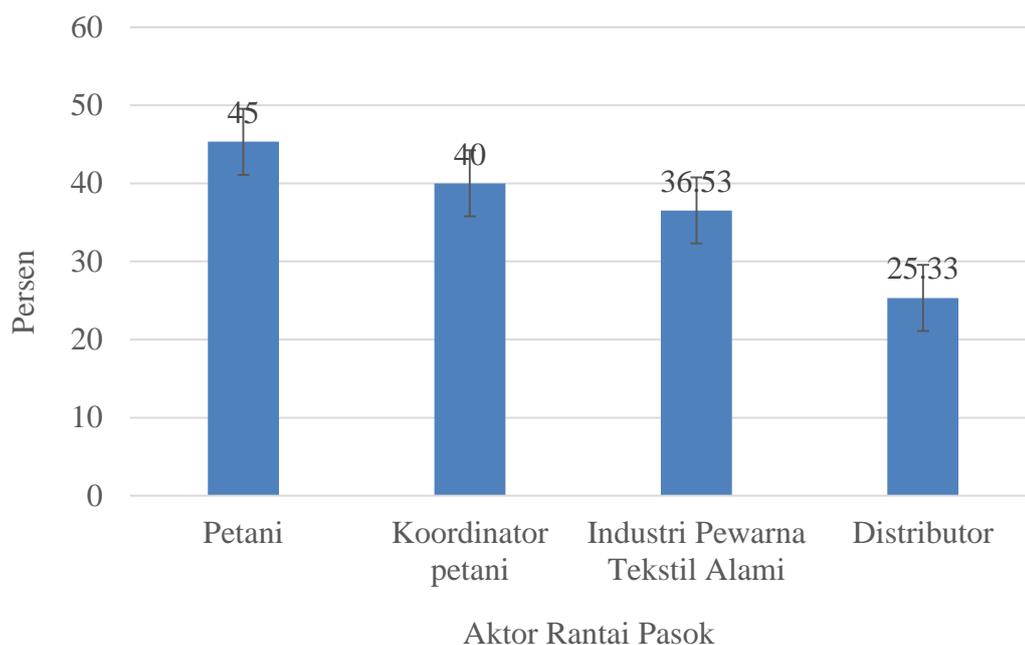
Nilai tambah pada industri yang memproduksi pasta indigo dari tarum dapat dilihat pada Gambar 5.1 sebagai berikut.



Gambar 5. 1 Rasio nilai tambah pasta indigo dari tarum

Nilai tambah aktor yang terlibat dalam memproduksi pasta indigo dari tarum antara lain adalah petani sebesar 37.5%, industri pewarna tekstil alami sebesar 48.53%, industri tekstil yang memproduksi kain jumputan sebesar 53.2%, dan pengrajin lokal yang memproduksi kain batik adalah sebesar 28.6%. Rincian dari perolehan nilai tambah ini dapat dilihat pada Lampiran 2 hingga Lampiran 5. Nilai tambah yang dihasilkan oleh aktor yang terlibat dalam rantai pasok produksi pewarna dari asam indigo memiliki nilai yang berbeda dengan nilai tambah pada rantai pasok pasta indigo dari tarum. Nilai tambah pada industri yang memproduksi pasta indigo dari tarum dan asam indigo dapat dilihat pada Gambar 5.2. Beberapa asumsi pada tanaman asam indigo yang dipertimbangkan diantaranya adalah :

1. Kondisi tanaman tumbuh dengan baik yaitu 1 ha dapat ditanami 25.000 bibit dan menghasilkan 7,5 ton/ha/3 bulan.
2. Pemberian pupuk kandang sebesar 1 ton/ha/3 bulan
3. Harga pupuk kandang adalah Rp 10.000/karung dengan bobot sebesar 40 kg
4. Satu pohon memiliki 4 pucuk untuk dilakukan penanaman
5. Besaran biaya input pada perhitungan ini berdasarkan hasil observasi lapang di Provinsi Jawa Tengah



Gambar 5. 2 Rasio nilai tambah pasta asam indigo

Nilai tambah bagi industri melibatkan pengolahan komoditas pertanian yang mudah rusak dan kamba sehingga menjadi produk yang siap digunakan atau dikonsumsi oleh konsumen. Nilai tambah adalah hasil dari tenaga kerja, manajemen, dan modal yang telah dikeluarkan untuk menghasilkan suatu produk (Suryaningrat *et al.* 2016). Nilai tambah pada aktor rantai pasok pasta asam indigo adalah petani sebesar 45%, koordinator petani sebesar 40%, industri pewarna tekstil alami sebesar 36.53%, dan distributor sebesar 25.33%. Rincian nilai tambah dari rantai pasok pasta asam indigo dapat dilihat pada Lampiran 6 hingga Lampiran 8.

5.1.4 Profit margin

Profit margin merupakan hasil dari serangkaian aktivitas rantai nilai pada bisnis produk pewarna tekstil alami. Rantai nilai merupakan aktivitas dalam menambahkan nilai pada suatu produk (Li *et al.* 2012). Aktivitas rantai nilai pada agroindustri pewarna tekstil alami terdiri dari pembibitan, budidaya, pengolahan pewarna alami dan distribusi ke konsumen seperti pada aktivitas rantai pasok pada Gambar 4.5 dan Gambar 4.6. Rantai nilai memiliki lebih dari tiga aktor dalam bentuk individu atau organisasi. Aktivitas antar aktor dilakukan tanpa kontrak tertulis dan tidak terikat. Industri pewarna alami hanya menerima bahan baku biomassa dari petani yang sudah terdaftar dan menerima bibit dari industri. Pada perhitungan rantai nilai dideskripsikan menggunakan Diagram Porter dengan membaginya berdasarkan dua lokasi industri yang berbeda. Diagram Porter pada industri pewarna di Sukoharjo yang memproduksi pewarna biru dari tarum, warna merah dari secang dan warna kuning dari tegeran dapat dilihat pada Gambar 5.3, sedangkan Diagram Porter pada industri pewarna di Temanggung yang memproduksi pewarna biru asam indigo dapat dilihat pada Gambar 5.4.

1. Pembibitan.

Pembibitan pewarna alami berbahan baku tarum dan asam indigo dilakukan oleh industri pengolahan pewarna tekstil alami. Harga bibit asam indigo adalah Rp 100 per bibit, sedangkan bibit tarum dengan harga Rp 2.500 per bibitnya. Perbedaan proses pembibitan antara tarum dan asam indigo terletak pada jenis perkembangbiakan, dimana tarum dengan perkecambahan biji dan asam indigo dengan stek batang. Pembibitan tarum membutuhkan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan pembibitan asam indigo.

2. Penanaman

Aktivitas penanaman dilakukan oleh petani dengan melakukan pembersihan lahan, perawatan, dan pemanenan. Perawatan dilakukan dengan memberikan pupuk kandang setelah pemananam dan setelah pemanenan. Petani menjual bahan baku kepada industri pengolahan pewarna tekstil alami. Harga yang diperoleh petani menjual daun asam indigo adalah Rp. 5.000/kg dan daun tarum adalah Rp. 2.000/kg. Harga ditentukan oleh industri dengan mempertimbangkan kesejahteraan petani. Proses penanaman yang dilakukan secara sistem tumpangsari memberikan keuntungan kepada petani untuk meningkatkan produktivitas lahan.

3. Penerimaan bahan baku

Penerimaan bahan baku dilakukan oleh koordinator petani dengan mendata semua petani yang memasok bahan baku pada industri, menjadwalkan pemanenan, melakukan penimbangan sebelum diproses, dan melakukan penanganan pasca panen. Koordinator petani melaporkan setiap bahan baku yang masuk kepada industri pewarna tekstil alami.

4. Ekstraksi pewarna alami

Ekstraksi pewarna alami dilakukan oleh industri pewarna tekstil alami. Bahan baku yang diterima dari koordinator petani kemudian dilakukan pengolahan pada hari yang sama untuk menjaga kualitas pewarna yang dihasilkan. Bahan baku asam indigo dihargai Rp. 5.000 per kg, tarum Rp 2.000 per kg, kayu secang Rp 17.500 per kg, dan kayu tegeran Rp 35.000 per kg. Dalam satu kali produksi pasta asam indigo yang dihasilkan sebanyak 40-45 kg/ batch, pasta tarum yang dihasilkan 30-35 kg/batch, dan kayu secang serta kayu tegeran yang dihasilkan adalah 4L/proses. Proses yang terjadi tergantung dari bahan baku yang digunakan. Bahan baku asam indigo dan tarum dilakukan proses fermentasi untuk menghasilkan pasta berwarna biru, sedangkan kayu secang dan kayu tegeran dilakukan proses perebusan untuk mengekstrak warna merah dan warna kuning.

5. Distribusi

Distribusi produk pewarna alami dilakukan oleh distributor dan saat ini hanya dimiliki oleh pasta indigo dari asam indigo. Distributor terdapat di daerah Bali, Kalimantan, Yogyakarta, dan Jawa Timur. Pemasaran pasta asam indigo juga dilakukan ke Jepang sebanyak 500 kg pada tahun 2018, Industri yang mengolah pasta indigo dari tarum, pewarna merah dan kuning dilakukan pemasaran langsung kepada konsumen (industri tekstil) tanpa melalui distributor.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.

6. Proses pewarnaan

Proses pewarnaan dilakukan oleh industri tekstil dan pengrajin lokal yang didominasi dengan pewarnaan batik dan jumputan.

Analisis profit margin menurut Mumbeya (2011) menunjukkan perbedaan harga yang diterima oleh pihak yang terlibat sebagai salah satu upaya dalam mengetahui kinerja sistem pemasaran. Profit margin yang diperoleh pada setiap rantai nilai industri pewarna tekstil alami yang terdiri dari rantai nilai industri pasta tarum dan pasta asam indigo. Margin pemasaran rantai nilai industri pewarna tekstil alami dapat dilihat pada skema Tabel 5.2.

Tabel 5. 2 Profit margin dari pewarna tekstil alami

	Pasta asam indigo	Pasta tarum
Ketua Kelompok Tani		
Harga pembelian komoditas (Rp/kg)	2500	-
Harga jual komoditas (Rp/kg)	5000	-
Profit margin (Rp/kg)	2500	-
Industri pewarna Tekstil		
Harga pembelian komoditas (Rp/kg)	5000	2000
Harga jual produk pasta (Rp/kg)	75000	68000
Profit margin (Rp/kg)	5714	4800
Distributor		
Harga pembelian produk (Rp/kg)	75000	-
Harga jual produk (Rp/kg)	150000	-
Profit margin (Rp/kg)	75000	-
Industri tekstil		
Harga pembelian produk (Rp/kg)	-	68000
Harga jual produk jumputan (Rp/kain)	-	100000
Profit margin (Rp/kain)	-	60000

Berdasarkan pada Tabel 5.1, rantai nilai bahan baku tarum dan asam indigo menghasilkan profit margin yang tidak terlalu berbeda. Industri pewarna alami mendapatkan bahan baku dari petani kemudian diolah menjadi pewarna alami mendapatkan profit margin sebesar Rp 4.800 – Rp 5.714 per kg.



Aktivitas Pendukung

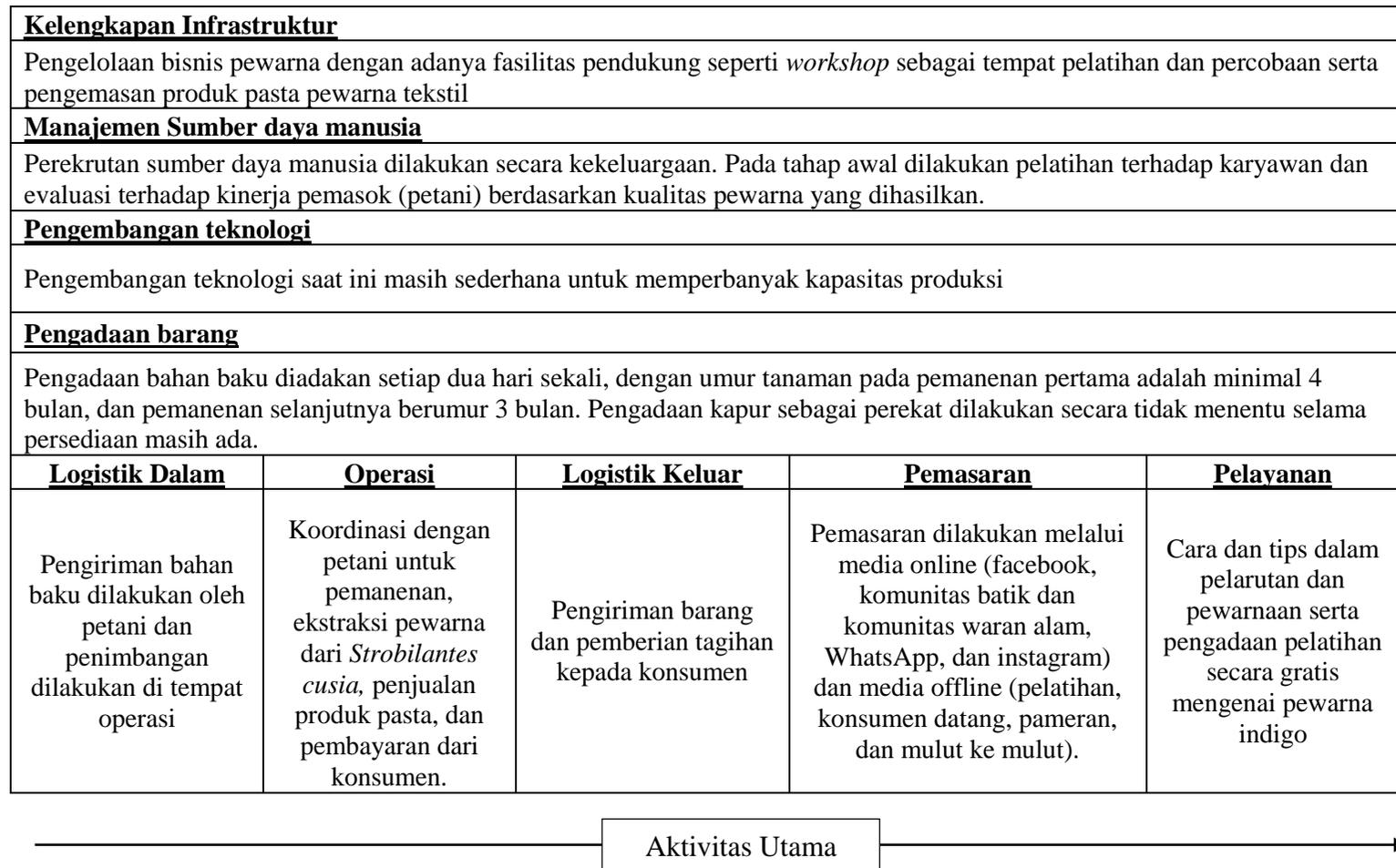
@Hak Cipta milik IPB University

<u>Kelengkapan Infrastruktur</u>				
Infrastruktur dilengkapi dengan peralatan pendukung seperti bak fermentasi, perebusan, pengolahan limbah dan mesin pencelupan skala besar yang digunakan untuk proses pewarnaan				
<u>Manajemen Sumber daya manusia</u>				
Seleksi, perekrutan dan pelatihan karyawan dilakukan sesuai dengan kriteria yang dibutuhkan.				
<u>Pengembangan teknologi</u>				
Pengembangan teknologi dalam kultivasi, ekstraksi dan pengolahan limbah menjadi biogas dengan melibatkan mahasiswa dari universitas				
<u>Pengadaan barang</u>				
Pembelian bahan baku tanaman warna dilakukan langsung ke petani dengan jumlah yang tidak diprediksi setiap harinya. Barang hasil produksi selalu tersedia untuk pemenuhan kebutuhan konsumen				
<u>Logistik Dalam</u>	<u>Operasi</u>	<u>Logistik Keluar</u>	<u>Pemasaran</u>	<u>Pelayanan</u>
Penyimpanan data konsumen, penyimpanan data karyawan, penyimpanan barang, data petani, dan transportasi bahan baku langsung dilakukan oleh petani	Menerima tanaman <i>Indigofera tinctoria</i> dari petani, memesan kayu secang dari petani, dan membeli kayu tegeran dari Toko Batik di Solo. Proses ekstraksi dilakukan dengan fermentasi untuk indigo dan perebusan untuk sediaan kering (kayu secang dan tegeran)	Pengiriman barang dilakukan sendiri (biaya ditanggung oleh industri hingga Kota Solo)	Pemasaran dilakukan secara online dan offline (pemberian gratis pada konsumen pertama dan pameran). Pemasaran untuk saat ini banyak dialihkan ke produksi sendiri	Melakukan pelatihan pewarnaan pada konsumen awal dan menyediakan jasa pewarnaan batik dan kain jumpitan

Aktivitas Utama

Gambar 5.3 Diagram Porter industri yang berlokasi di Sukoharjo

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Gambar 5. 4 Diagram Porter industri yang berlokasi di Temanggung

5.1.5 Kemudahan distribusi dan transportasi

Produk pewarna alami berbentuk pasta didistribusikan dan dikirim dengan kemasan kayu dan ember plastik. Pada dasarnya penggunaan siap pakai dalam bentuk bubuk dapat dilakukan sehingga produk pewarna alami menjadi lebih awet dan mudah dalam pendistribusiannya. Saat ini kualitas pewarnaan menggunakan pasta indigo masih memberikan hasil yang lebih bagus dibandingkan dengan pewarnaan bubuk. Distribusi dalam bentuk cair akan membutuhkan kapasitas yang besar dan menghasilkan emisi yang lebih tinggi dibandingkan dalam bentuk bubuk.

5.1.6 Preferensi konsumen

Preferensi konsumen dilakukan dengan membagikan kuisioner pada masyarakat umum kemudian mengidentifikasi umur, jumlah pendapatan, dan jenis kelamin dari responden. Preferensi konsumen ini melihat seberapa besar kesadaran terhadap dampak lingkungan dari pewarna sintetis, warna yang lebih disukai oleh konsumen batik, dan kemauan untuk membayar lebih pada produk ramah lingkungan. Analisis preferensi konsumen dilakukan secara deskriptif dan analisis tabulasi silang.

Perilaku konsumen dapat dilihat dari preferensi mereka terhadap suatu produk. Preferensi konsumen diperlukan untuk menentukan faktor pemilihan konsumen dalam produk tekstil pewarna alami dan pengaruhnya terhadap keputusan pembelian (Szeremlei dan Magda 2015). Keputusan pembelian ini akan menunjukkan permintaan potensial untuk karakteristik produk tertentu dan sudut pandang konsumen terhadap produk tersebut. Ada empat indikator untuk menentukan permintaan potensial untuk produk tekstil pewarna alami, termasuk pemilihan pewarna, kesadaran, kesediaan untuk membayar lebih, dan akses pasar.

Perilaku konsumen sangat menentukan dampak pola konsumsi pada masalah lingkungan. Orang berpenghasilan tinggi berpotensi memiliki pola konsumsi yang merusak lingkungan. Oleh karena itu, penelitian ini menguji preferensi konsumen berdasarkan pendapatan per bulan. Konsumsi berkelanjutan menekankan konsumen untuk menjadi konsumen hijau dengan memperhatikan kelestarian lingkungan melalui pola konsumsi yang tepat, pola penanganan barang / jasa yang tidak dikonsumsi dengan benar, dan memberikan dukungan kepada perusahaan yang memperhatikan masalah kelestarian lingkungan dengan hanya membeli barang / jasa yang diproduksi oleh perusahaan yang mengamati masalah lingkungan (Susanti 2010).

Jumlah responden dalam penelitian ini berjumlah 188 responden, terdiri dari 135 wanita dan 54 pria dengan metode pengumpulan data menggunakan kuesioner online. Penghasilan responden dominan berkisar antara Rp 0-5 juta dari 158 responden, Rp 6-10 juta dari 19 responden, diikuti oleh Rp 11-15 juta dari 10 responden, dan pendapatan di atas Rp 15 juta dari 2 responden. Karakteristik responden berdasarkan usia didominasi oleh usia mulai dari 21-30 tahun 80 responden, 15-20 tahun 19 responden, 31-40 tahun 27 responden, 41-50 tahun 32 responden dan lebih dari 50 tahun berusia 30 responden. Responden dipilih dari berbagai daerah dengan tingkat pendidikan yang beragam. Hasil preferensi konsumen berdasarkan pendapatan per bulan dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5. 3 Hasil preferensi konsumen berdasarkan pendapatan

Preferensi	Pendapatan/bulan				Total keseluruhan	
	> IDR 15 juta	IDR 0-5 juta	IDR 10-15 juta	IDR 6-10 juta	Total	%
Kesediaan untuk membayar lebih						
Tidak	1	37	3	6	47	25
Iya	1	120	7	13	141	75
Total	2	157	10	19	188	100
Pemilihan warna						
Warna lembut	2	117	8	14	141	75
Warna terang		40	2	5	47	25
Grand Total	2	157	10	19	188	100
Kemudahan dalam mendapatkan produk tekstil pewarna alam						
Tidak	1	36	3	6	45	23.9362
Ya	1	121	7	13	143	76.0638
Total	2	157	10	19	188	100
Pengetahuan bahaya pewarna sintetis bagi lingkungan						
Tidak tahu	2	70	2	12	86	45.7447
Tahu		87	8	7	102	54.2553
Total	2	157	10	19	188	100

Berdasarkan survei, persentase preferensi konsumen berdasarkan pemilihan pewarna pada terdapat 75% responden yang memilih pewarna lembut/tidak tajam dibandingkan dengan pewarna terang/tajam. Pewarna lembut atau tidak tajam adalah karakteristik pewarna yang akan diproduksi oleh pewarna alami pada produk tekstil. Faktor-faktor yang mempengaruhi dampak konsumsi berkelanjutan adalah faktor eksternal, faktor keuangan, faktor kognitif dan individu, dan dampak social (Susanti 2010; Szeremlei dan Magda 2015). Faktor eksternal dapat didefinisikan sebagai tempat untuk membeli produk tekstil dan popularitas suatu produk ramah lingkungan. Berdasarkan survei yang dilakukan, terdapat 59% responden mengalami kesulitan untuk membeli produk tekstil pewarna alami. Produk tekstil pewarna alami di Indonesia digolongkan sebagai produk mahal sehingga pangsa pasar dari produk produk pewarna alami adalah individu berpenghasilan tinggi. Tidak adanya label resmi pada produk tekstil warna alam dalam kasus ini adalah produk batik warna alami menjadikan konsumen sulit untuk mengidentifikasi jenis pewarna yang digunakan. Keterbatasan pengetahuan konsumen juga menjadi kendala dalam mengenali karakteristik batik pewarna alami. Berdasarkan karakteristik ini, memperluas pasar batik pewarna alami untuk menyediakan akses

yang lebih mudah bagi konsumen sangat dibutuhkan. Perluasan pasar juga membutuhkan peningkatan kapasitas produksi pewarna alami dan industri pendukungnya. Ini akan menjadi peluang besar untuk pengembangan agroindustri dan peluang untuk pertumbuhan UKM baru.

Produk ramah lingkungan mengalami popularitas, yang dapat dilihat dari munculnya kesadaran oleh 54% responden tentang bahaya pewarna tekstil sintetis terhadap manusia dan lingkungan. Kemudian sebanyak 75% responden bersedia membayar lebih untuk produk tekstil ramah lingkungan. Hal ini akan mempengaruhi faktor preferensi konsumen untuk mencari produk tekstil yang ramah lingkungan. Pemilihan produk oleh konsumen dapat dikelompokkan dalam tiga dimensi, yaitu pemilihan produk (berdasarkan kebutuhan konsumen), pemilihan merek (preferensi pada suatu merek selama proses konsumsi), dan pemilihan toko (pemilihan toko tertentu untuk membeli suatu produk) (Best Roger *et al.* 2001).

Pembangunan berkelanjutan membutuhkan proses yang komprehensif dalam menanggapi tantangan lokal seperti yang terjadi pada pewarna tekstil alami (Szeremlei dan Magda 2015). Konsumsi dan produksi berkelanjutan adalah untuk menciptakan konsumen dan produsen yang peduli dengan masalah kelestarian lingkungan. Proses bisnis dalam industri dapat terus berjalan ketika penjualan dengan kuantitas dan kualitas yang terus meningkat. Sistem pemasaran yang membantu penjualan industri perlu dilibatkan dalam mengubah tujuan lama menjadi tujuan berkelanjutan baru. Tujuan dari sistem pemasaran konvensional adalah untuk memaksimalkan konsumsi dan kepuasan pelanggan. Sifat konsumtif sangat bertentangan dengan prinsip konsumsi berkelanjutan. Produsen dibantu oleh sistem pemasaran yang tujuannya perlu diubah untuk memaksimalkan kualitas siklus hidup produk (Susanti 2010).

5.2 Dimensi Sosial

5.2.1 Kompetensi tenaga kerja

Pembuatan pewarna alam yang berkualitas harus didasari dengan sumber daya manusia yang berkualitas dan kompeten sehingga hasilnya akan lebih maksimal. Berdasarkan wawancara dengan pakar bahwa proses pewarnaan dengan pewarna alami membutuhkan waktu pewarnaan yang lebih lama dan keterampilan yang lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan pewarna sintetis. Budaya lokal yang telah mengakar di masyarakat dengan menggunakan pewarna alami menjadikan tenaga kerja yang tersedia menjadi kompeten dan terlatih serta bisa dilakukan tanpa melalui jenjang pendidikan yang tinggi.

5.2.2 Penyerapan tenaga kerja lokal

Survey lapangan dilakukan pada dua industri dengan persentase tenaga kerja lokal yang bekerja di industri tersebut adalah sebesar 100%. Perekrutan tenaga kerja juga dilandaskan dengan kekeluargaan dan memprioritaskan warga daerah setempat.

5.2.3 Peningkatan keikutsertaan petani dalam kemitraan

Kontribusi petani cukup dibutuhkan untuk keberlangsungan rantai pasokan pewarna alami. Pemasokan bahan baku dilakukan oleh petani yang telah terdaftar sebagai mitra dan mengambil bibit yang telah disiapkan oleh industri.

5.2.4 Kesehatan pekerja dan masyarakat sekitar

Bahan yang digunakan dalam proses pembuatan pewarna adalah air dan bahan baku biomassa berupa dedaunan dan kayu kering. Pada proses fermentasi pada daun tarum dan daun asam indigo ada penambahan zat kapur dengan konsentrasi yang sangat rendah sebesar 3% sebagai netralisir pH sehingga dapat mengikat zat warna dari fase cair menjadi berbentuk pasta. Bahan-bahan tersebut tergolong pada bahan yang tidak berbahaya bagi kesehatan pekerja dan lingkungan masyarakat sekitar.

5.2.5 Pendapatan tenaga kerja

Tenaga kerja mendapatkan upah sesuai dengan UMR yang berlaku di daerah tersebut, yaitu sebesar Rp 2.000.000/bulan dan apabila masuk pada hari libur maka ada penambahan sebesar dengan Rp 100.000 per hari.

5.2.6 Dampak kegiatan industri terhadap pekerja

Dampak kegiatan industri pewarna terhadap pekerja adalah menyediakan lapangan pekerjaan bagi warga setempat. Skala industri yang masih kecil menurut pakar belum dapat dipastikan berdampak secara berkelanjutan dan menguntungkan bagi masyarakat sekitar dan pekerja. Peningkatan skala industri akan berbanding lurus terhadap peningkatan dampak positif pada kesejahteraan masyarakat yang sekaligus sebagai pekerja pada industri pewarna tekstil alami.

5.2.7 Kepuasan konsumen

Kepuasan konsumen dapat dilihat dari kinerja rantai pasok pewarna tekstil alami. Konsumen produk pewarna alami masih belum puas dalam pengiriman yang bocor dan waktu pengiriman yang lama. Selain itu, pakar yang sekaligus sebagai pengrajin lokal menyatakan bahwa kepuasan konsumen akhir yang membeli produk kain hasil pewarnaan alami masih membutuhkan modifikasi dalam motif, jenis bahan tekstil, dan corak warna yang digunakan. Peningkatan keterampilan oleh pengrajin tekstil dibutuhkan untuk tidak hanya mewariskan budaya lokal, tetapi juga mengikuti perkembangan teknologi untuk dapat berdaya saing tinggi.

5.2.8 Pewarisan budaya

Pewarna alami merupakan bagian dari tradisi hidup masyarakat dan bentuk upaya hidup lebih selaras dengan alam. Budaya juga merupakan salah satu daya saing untuk bisa menghadapi tantangan global.



5.3 Dimensi Lingkungan

5.3.1 Upaya konservasi

Bahan baku biomassa pewarna alami diperoleh dari petani dengan sistem penanaman tumpang sari dan menjadi tanaman pengisi lahan kosong di daerah sekitar masyarakat, sehingga tidak mengganggu komoditas pokok petani dan memberikan penghasilan tambahan kepada petani. Pakar berpendapat bahwa penggunaan biomassa pewarna alami pada saat ini masih belum merusak ekosistem karena kapasitas produksi dari industri yang masih rendah. Apabila terjadi peningkatan produksi pewarna alami produksi tanpa diiringi dengan penanaman kembali sumber bahan pewarna alami akan berdampak pada rusaknya ekosistem. Upaya konservasi dan pengelolaan khusus sebelum hal ini dapat terjadi dibutuhkan.

5.3.2 Konsumsi energi

Proses ekstraksi pewarna alami pada industri yang diteliti dilakukan dengan dua cara, yaitu fermentasi dan perebusan. Perebusan dilakukan menggunakan tungku dengan bahan baku kayu bakar dan limbah padat yang telah kering. Proses fermentasi menggunakan energi listrik pada proses pengeburan (aerasi) selama 2 jam/batch. Berdasarkan wawancara dengan pakar, konsumsi energi pada produksi pewarna alami sangat kecil, namun peralatan ekstraksi yang masih tradisional menjadikan proses ekstraksi pewarna alami lebih banyak mengonsumsi energi manusia.

Proses produksi pewarna tekstil alami dari tarum dan asam indigo dapat dilihat pada Lampiran 11. Proses produksi asam indigo dan tarum berbeda pada lama proses perendaman dan proses pengendapan. Tarum hanya dilakukan perendaman selama 1-2 hari dan membutuhkan proses pengendapan selama 5-7 hari. Asam indigo dilakukan perendaman selama 3 hari dan proses pengendapan maksimal 5 hari. Fermentasi pada proses perendaman menghasilkan larutan berwarna kuning yang disebabkan oleh aktivasi enzim-enzim indimusi yang menghasilkan kandungan indoxil yang ditemukan dalam daun nila. Kemudian kandungan indoxyl berubah menjadi blue indigotina (larutan pewarna biru) dengan proses aerasi selama 2 jam. Kemudian proses presipitasi dilakukan untuk memisahkan pasta pewarna dan limbah cair. Hasil dari proses produksi dapat mencapai 10-17% tergantung pada kualitas bahan baku yang dipengaruhi oleh iklim (Merdan *et al.* 2017). Aliran bahan yang masuk dan keluar pada proses produksi pewarna alami dari asam indigo dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.

Tabel 5. 4 Aliran masuk dan keluar bahan pada proses produksi asam indigo

No	Proses	Input (kg)	Output (kg)
1	Perendaman	Assam indigo Air	300 2940.25
2	Pemisahan	Hasil fermentasi	Larutan warna 2730.25 Limbah padat 510
3	Pengeburan	Larutan warna Kapur	2730.25 9
4	Pengendapan	Larutan warna	2739.25
5	Penyaringan	Hasil endapan	Hasil endapan 2739.25 Pasta asam indigo 45 Limbah cair 2694.25

Proses produksi asam indigo dengan jumlah bahan baku 300 kg menghasilkan pasta indigo dengan rendemen 15%, limbah padat berupa daun dan ranting basah sebanyak 510 kg dan limbah cair sebanyak 2694.25 kg. Studi lapangan menemukan bahwa limbah sebagai hasil samping proses produksi asam indigo belum dilakukan pengolahan. Pengolahan limbah pada produksi pasta indigo dari tarum telah dimanfaatkan pada industri yang dikaji.

Berbeda halnya dengan proses ekstraksi tanaman tarum dan asam indigo dilakukan dengan proses fermentasi, ekstraksi warna dari kayu secang dan kayu tegeran dilakukan dengan perebusan. Ekstraksi sediaan kayu dilakukan perlakuan pendahuluan dengan memotong biomassa bahan baku untuk memperluas kontak permukaan bahan. Perbandingan biomassa dan air adalah 1: 8 (b / v). Kemudian rebus hingga mencapai setengah dari volume awal. Dalam proses ekstraksi sederhana, bahan bakar yang digunakan adalah bahan bakar kayu, sehingga waktu didih tidak dapat diukur. Cairan pewarna kemudian disaring untuk memisahkan limbah biomassa dan larutan pewarna. Berdasarkan Merdan *et al.* (2017), kerugian dari proses ini adalah mengonsumsi banyak air, membutuhkan suhu tinggi, dan memiliki waktu ekstraksi yang lama.

5.3.3 Emisi gas rumah kaca

Emisi karbondioksida yang dihasilkan berasal dari proses perebusan menggunakan kayu bakar dan penggunaan listrik untuk pengeburan selama 2 jam/batch.

5.3.4 Dampak limbah padat

Limbah padat yang dihasilkan berupa biomassa kayu dan dedaunan tidak memiliki dampak buruk karena tidak mengandung bahan berbahaya dan beracun, namun mengganggu secara estetika pada industri.

5.3.5 Dampak limbah cair

Dampak limbah cair dari industri pewarna alami tidak berbahaya jika dibuang ditempat yang tidak tepat. Limbah cair dari industri pewarna merupakan limbah

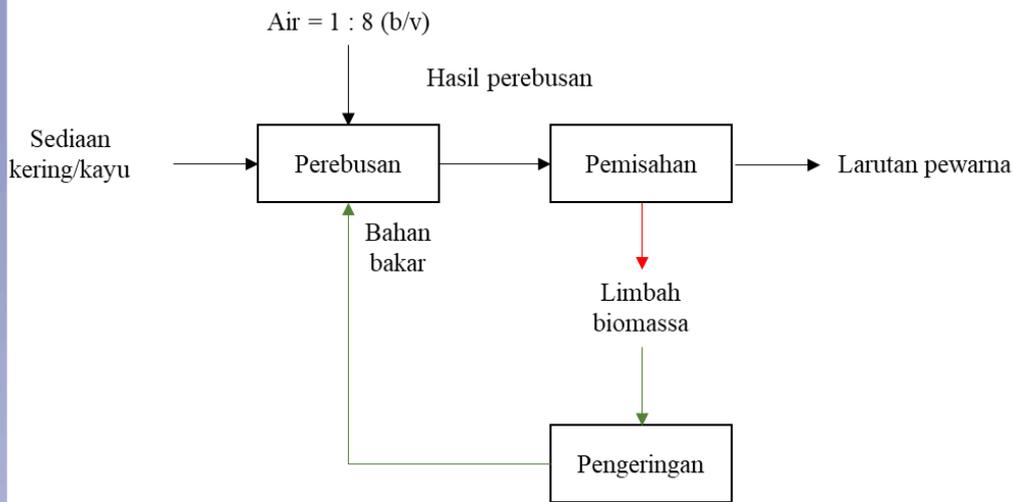


hasil pemisahan untuk mendapatkan pasta pewarna, tidak mengandung bahan berbahaya dan dapat terdegradasi secara alami tanpa pemrosesan. Limbah cair pada saat ini belum dilakukan pengolahan dan dialirkan ke lahan pertanian sekitar.

5.3.6 Pengelolaan limbah

Bahan baku dan bahan pendukung pada proses pembuatan pewarna ekstrak alami dapat dimanfaatkan seluruhnya, sehingga dapat menerapkan konsep *CR* dan pendekatan *zero emission* dapat dimanfaatkan. Berdasarkan aliran bahan pada proses produksi pewarna indigo dihasilkan limbah berupa limbah cair dan limbah padat. Limbah cair yang dihasilkan berasal dari proses penyaringan untuk menghasilkan pasta indigo, sedangkan limbah biomassa berasal dari proses ekstraksi dengan cara fermentasi.

Pengelolaan limbah pada produksi pewarna dari sediaan kayu seperti kayu secang dan kayu tegeran telah diaplikasikan oleh industri pada saat ini dengan menjadikan bahan bakar perebusan. Skema pemanfaatan limbah biomassa yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 5.5.



Gambar 5. 5 Produksi dan pemanfaatan limbah biomassa pada ekstraksi zat warna alam

Keterangan :

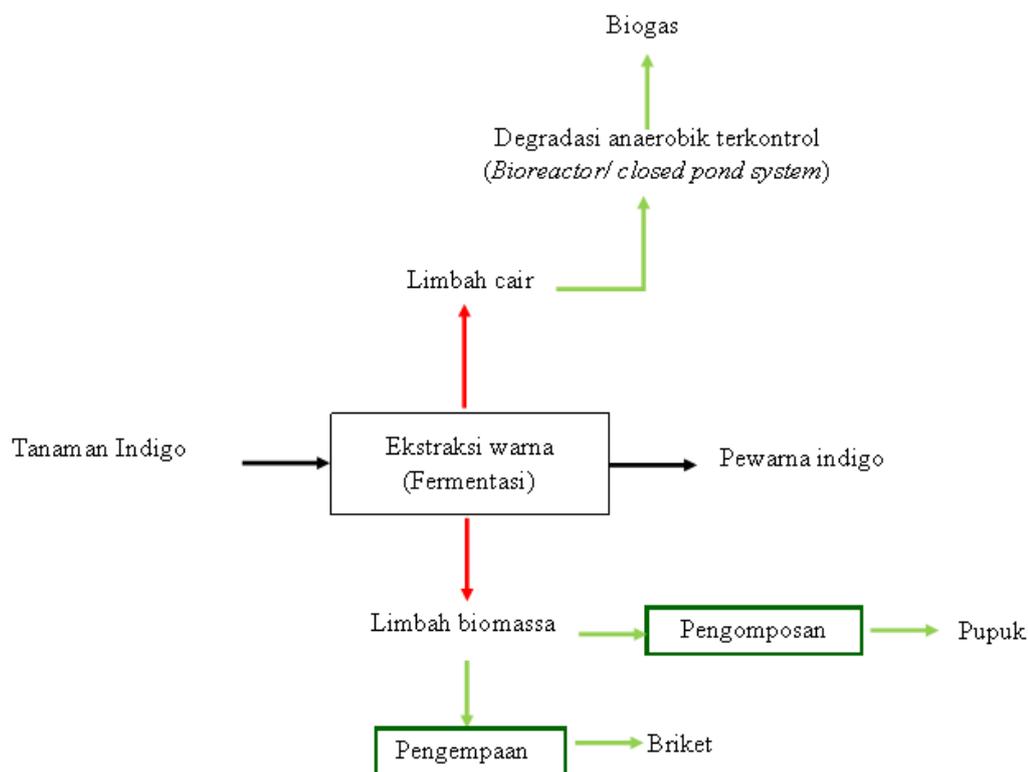
- Aliran proses
- Aliran limbah
- Aliran pemanfaatan limbah

Tarum tergolong pada tanaman yang memiliki kadar protein tinggi, sehingga juga dimanfaatkan untuk pakan ternak. Protein dapat larut dalam air sehingga limbah cair yang dihasilkan berpotensi untuk mengandung protein yang tinggi. Berdasarkan analisis tersebut, pemanfaatan dapat dilakukan dengan merubah limbah biomassa dan limbah cair menjadi biogas dan pupuk. Pemanfaatan limbah juga dapat digunakan untuk pakan ternak karena memiliki kandungan nitrogen, fosfor, dan kalsium. Pengelolaan limbah pada industri pasta dari asam indigo

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.

dilakukan pada limbah cair dengan memanfaatkan sebagai pupuk cair. Berdasarkan informasi masyarakat sekitar limbah cair berfungsi sebagai penyubur tanaman kopi, namun hal ini harus dilakukan penelitian lebih lanjut. Saran perbaikan dapat dilihat pada Gambar 5.6 yang ditunjukkan oleh panah hijau.

Limbah yang dihasilkan adalah limbah cair dan limbah padat yang dapat digunakan kembali untuk menghasilkan biogas, briket, dan pupuk. Salah satu kajian pada karakteristik limbah padat industri pewarna alami dari asam indigo dapat dilihat pada Tabel 5.5.



Gambar 5. 6 Saran perbaikan dari produksi limbah yang dihasilkan

Tabel 5. 5 Hasil pengujian limbah padat asam indigo

No	Parameter	Hasil Pengujian	SNI Briket No. 01-6235-2000
1	Kadar air (%)	16.88	$\leq 8\%$
2	Kadar abu (%)	9.73	$\leq 8\%$
3	Kadar zat menguap (%)	76.86	$\geq 77\%$
4	Kadar karbon terikat (%)	13.41	-
5	Nilai kalor* (Kcal/kg)	3021	5000

Keterangan : *berdasarkan perhitungan basis kering

Berdasarkan analisis limbah padat asam indigo yang dihasilkan, pemanfaatan menjadi briket belum memenuhi SNI (Standar Nasional Indonesia). Limbah yang dihasilkan memerlukan pengolahan lebih lanjut untuk diperoleh briket yang sesuai dengan standar yang ditetapkan. Pengolahan dapat dilakukan dengan melakukan

pengepresan, pengeringan bahan, penambahan perekat, dan kombinasi komposisi dengan limbah biomassa lainnya (Musabbikhah *et al.* 2015).

Salah satu pemanfaatan limbah cair dari proses produksi asam indigo adalah dengan menggunakan kembali limbah tersebut pada proses perendaman/fermentasi.

Penggunaan air kapur pada proses pengeburan kemudian dikurangi dari dosis sebelumnya yaitu sebesar 1,5% dan membandingkan dengan dosis yang digunakan industri yaitu 3%. Karakteristik limbah cair dan produk pasta indigo yang dihasilkan. Hasil pengujian pasta yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 5.6, penggunaan limbah cair yang mengandung kapur menghasilkan karakteristik pasta yang berbeda dengan penggunaan air bersih. Penggunaan kapur yang lebih tinggi mengakibatkan peningkatan kadar air, kadar abu, dan kandungan zat besi. Kualitas warna yang dihasilkan tidak berbeda jauh dengan kualitas warna pasta kontrol.

Limbah cair yang dihasilkan dari proses daur ulang diuji untuk mengetahui

Tabel 5. 6 Hasil pengujian pasta pewarna setelah dilakukan pengolahan limbah cair

Parameter	Satuan	Hasil pengujian			Standar Uji
		Pasta	Pasta hasil recycle air limbah (kapur 1,5%)	Pasta recycle air limbah (kapur 3%)	
Kadar air	% b.b	75.84	73.47	75.32	SNI 01 2891 1992
Kadar abu	% b.b	16.93	18.54	20.18	SNI 01 2891 1992
Al	mg/kg	<0.106	<0.135	<0.135	APHA ed. 21 st 3111D, 2005
Fe	mg/kg	116.36	65.17	91.61	APHA ed. 23 rd 3111B, 2017
Cu	mg/kg	2.15	<0.015	<0.015	APHA ed. 23 rd 3111B, 2017
Nilai Hue	L	48.55	2.74	48.05	-
	a	-3.89	-16.09	7.76	-
	b	-41.66	37	33.54	-
	Hue	82.92	113.51	76.96	-
	Derajat	41.84		34.43	-

seberapa besar dampak limbah cair yang dihasilkan akibat penggunaan kembali air limbah yang mengandung kapur. Semakin tinggi zat kapur yang digunakan, maka zat padat tersuspensi, pH, dan jumlah besi terlarut semakin rendah. Parameter kandungan limbah lainnya terjadi peningkatan seperti terlihat pada Tabel 5.7.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.

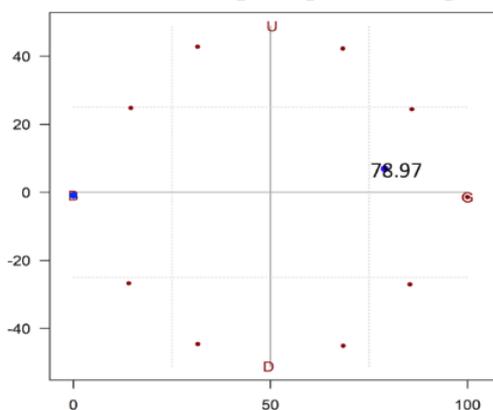
Tabel 5. 7 Kandungan limbah cair produksi pasta asam indigo

No	Parameter	Satuan	Hasil pemeriksaan			Baku mutu*
			Air limbah	Air limbah hasil <i>recycle</i> (kapur 1,5%)	Air limbah hasil <i>recycle</i> (kapur 3%)	
1	Zat padat terlarut	mg/l	92	7866	6578	-
2	Zat padat tersuspensi	mg/l	6707	1551	520	50
3	pH		12.83	7.55	6.84	6 - 9
4	Daya hantar listrik	Umhos/cm	7.45	6090	6060	-
5	Besi terlarut	mg/l	5.13	0,078	0.025	-
6	Al	mg/l	<0.106	<0.135	<0.135	-
7	Cu	mg/l	0.397	<0.015	<0.015	-
8	BOD 5	mg/l	352	3018	2451	60
9	COD	mg/l	980	6065	5512	150

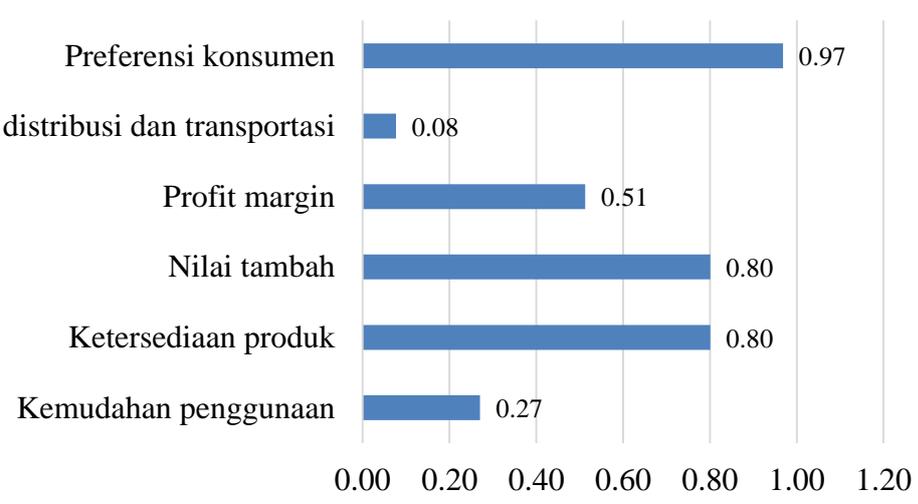
Keterangan : *Baku mutu berdasarkan Permen LH No 5 tahun 2014

5.4 Analisis Keberlanjutan Rantai Pasok

Penilaian keberlanjutan rantai pasok pewarna tekstil alami dihitung berdasarkan tiga dimensi, yaitu dimensi ekonomi, dimensi sosial, dan dimensi lingkungan. Penilaian melalui dimensi ekonomi terdiri dari tujuh indikator, yaitu preferensi konsumen, kemudahan distribusi dan transportasi, profit margin, nilai tambah, ketersediaan produk, dan kemudahan penggunaan. Indeks keberlanjutan dimensi ekonomi yang diperoleh berdasarkan penilaian pakar sebesar 78,97% dapat dilihat pada Gambar 5.7. Hasil yang diperoleh mengindikasikan bahwa dimensi rantai pasok pewarna tekstil alami berada pada posisi hampir berkelanjutan.



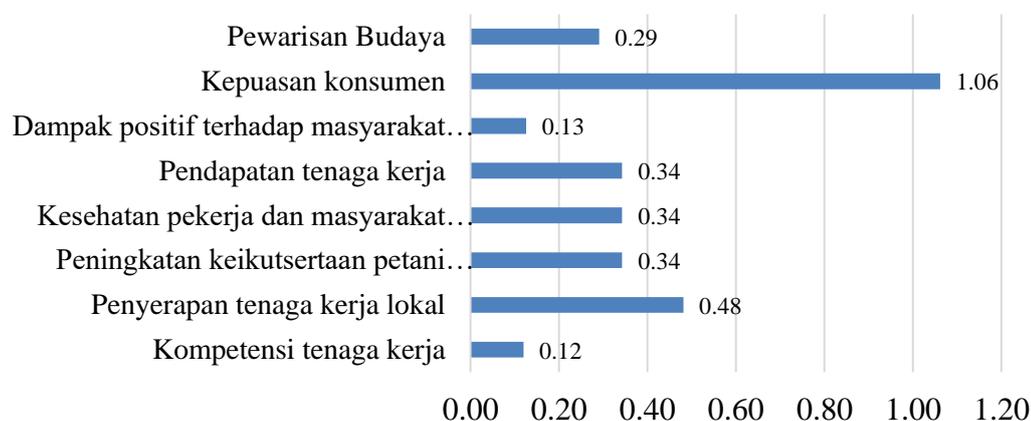
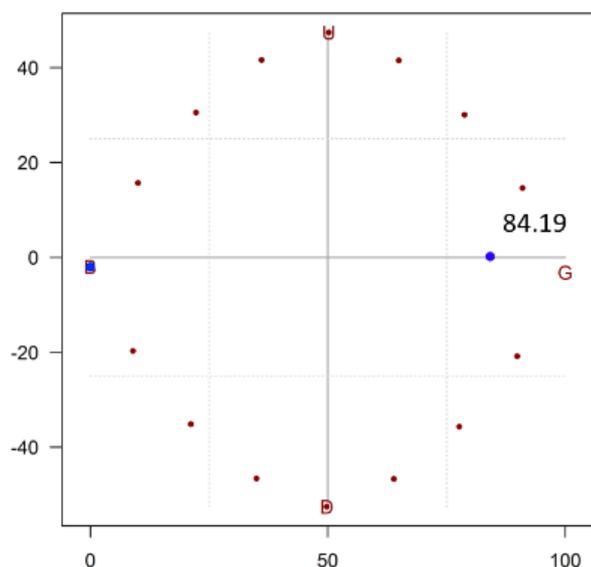
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.



Gambar 5. 7 Indeks keberlanjutan dimensi ekonomi (atas) dan leverage keberlanjutan dimensi ekonomi (bawah)

Analisis *leverage* dilakukan untuk mengetahui indikator yang sensitif dan berpengaruh signifikan terhadap suatu dimensi yang ditunjukkan oleh preferensi konsumen (0.97), nilai tambah (0.80), dan ketersediaan produk (0.80). Hal ini menunjukkan bahwa pilihan/selera konsumen, kemampuan daya beli dan *willingness to pay* (WTP) dari konsumen berpengaruh besar terhadap keberlanjutan rantai pasok pewarna tekstil alami. Selera dan daya beli konsumen dipengaruhi oleh harga dan kualitas dari produk pewarna tekstil alami yang dihasilkan. Distribusi nilai tambah dan ketersediaan produk berperan besar dalam menentukan harga produk ke konsumen.

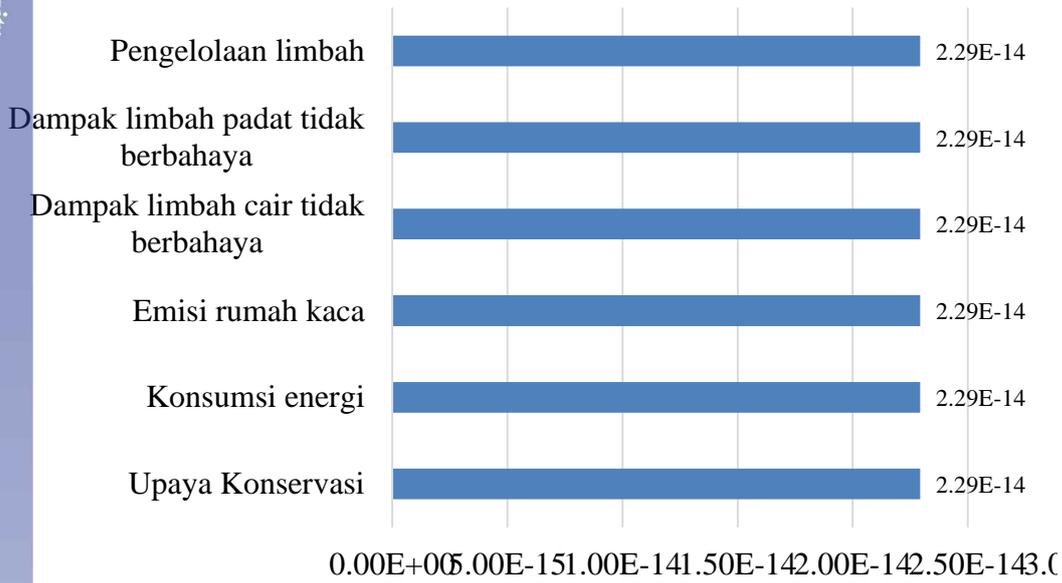
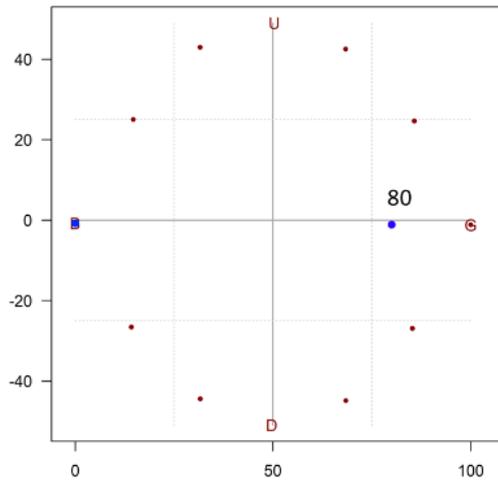
Dimensi sosial terdiri dari delapan indikator, yaitu pewarisan budaya, kepuasan konsumen, dampak positif terhadap masyarakat sekitar, pendapatan tenaga kerja, kesehatan pekerja dan masyarakat sekitar, peningkatan keikutsertaan petani dalam kemitraan, penyerapan tenaga kerja lokal, dan kompetensi tenaga kerja. Berdasarkan penilaian pakar, dimensi sosial berada pada posisi berkelanjutan dengan indeks keberlanjutan sebesar 84, 19% dapat dilihat pada Gambar 5.8. Status keberlanjutan dimensi sosial menjadi penilaian kebermanfaatan pola aliran rantai pasok terhadap sosial kemasyarakatan. Kepuasan konsumen menjadi indikator yang sensitive yang mempengaruhi dimensi sosial dengan nilai *leverage* sebesar 1.06, kemudian diikuti dengan penyerapan tenaga kerja lokal sebesar 0.48. Kepuasan konsumen dalam hal ini berkaitan dengan indikator lainnya bahwa kepuasan konsumen dilihat dari pengguna produk pewarna alami yaitu konsumen akhir. Pengguna produk warna alami saat ini didominasi oleh pengrajin lokal seperti batik dan tenun yang merupakan bagian dari budaya nasional. Globalisasi dapat berdampak positif dan negative terhadap perkembangan budaya suatu negara. Menurut Agustin (2011), dampak negatif dengan adanya globalisasi ini adalah menurunnya rasa cinta budaya dan nasionalisme anak muda. Kolaborasi antara produk budaya dan teknologi perlu ditingkatkan untuk menghasilkan produk yang diminati oleh masyarakat modern.



Gambar 5. 8 Indeks keberlanjutan rantai pasok dimensi sosial (atas) dan leverage keberlanjutan rantai pasok dimensi sosial (bawah)

Status keberlanjutan dimensi lingkungan yang dapat dilihat pada Gambar 5.9 berada pada posisi hampir berkelanjutan dengan semua indikator berpengaruh terhadap keberlanjutan dimensi lingkungan. Pengelolaan lingkungan produk pewarna tekstil alami masih memerlukan peningkatan.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.

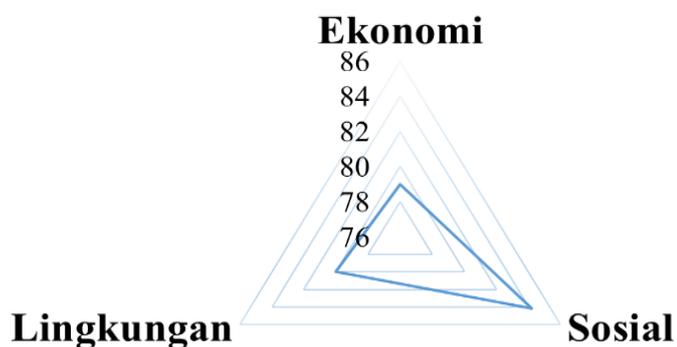


Gambar 5. 9 Indeks keberlanjutan rantai pasok dimensi lingkungan (atas) dan leverage keberlanjutan rantai pasok dimensi lingkungan (bawah)

Penilaian keberlanjutan selanjutnya dilakukan dengan mengagregasi indeks keberlanjutan pada dimensi ekonomi, sosial dan lingkungan. Diagram layang-layang indeks rantai pasok pewarna tekstil alami dapat dilihat pada Gambar 5.10. Nilai rata-rata indeks keberlanjutan secara keseluruhan adalah 80, 29% dengan status berada pada posisi hampir berkelanjutan. Perhitungan agregasi penilaian keberlanjutan rantai pasok pewarna tekstil alami terdapat pada Tabel 5.8.

Tabel 5. 8 Agregasi penilaian keberlanjutan rantai pasok pewarna tekstil alami

Indikator Keberlanjutan	Hasil pembobotan	Indeks keberlanjutan	Rata-rata indeks keberlanjutan
Ekonomi	0.626867279	78.97	49.50370902
Lingkungan	0.164608461	80	13.16867688
Sosial	0.209302262	84.19	17.62115744
	Total		80.29354334



Gambar 5. 10 Diagram layang-layang indeks keberlanjutan rantai pasok pewarna tekstil alami

@Hak cipta milik IPBUniversity

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.

VI STRATEGI KEBERLANJUTAN RANTAI PASOK

Strategi keberlanjutan rantai pasok produk pewarna tekstil alami dilakukan dengan mengetahui atribut kinerja rantai pasok, aktor yang terlibat dan indikator keberlanjutan yang paling penting sebagai bagian dari menyusun strategi keberlanjutan. Para pakar membobotkan setiap atribut pada struktur ANP (*Analytical Network Process*) untuk mengetahui elemen penting dalam menjaga dan meningkatkan rantai pasok pewarna tekstil alami. Berdasarkan metode ANP dengan pembobotan metode perbandingan berpasangan diperoleh indikator penting dalam keberlanjutan rantai pasok yang dapat dilihat pada Gambar 6.1.

Atribut kinerja rantai pasok yang paling penting adalah agilitas, dimana pewarna tekstil alami sangat penting untuk memiliki daya adaptasi terhadap peningkatan maupun penurunan kapasitas, serta memiliki fleksibilitas peningkatan kualitas. Hal ini menjadi penting mengingat industri yang memproduksi produk indigo (pewarna biru) bergantung terhadap petani mitra dalam penyediaan bahan baku, proses produksi yang memakan waktu 7-9 hari, dan sifat bahan baku yang mudah rusak karena berbentuk pasta. Hal ini sesuai dengan penilaian kinerja pada metode SCOR bahwa perlu peningkatan daya adaptasi para aktor rantai pasok terhadap fleksibilitas kapasitas.

Aktor yang paling penting dalam menjamin keberlanjutan rantai pasok pewarna alami adalah industri pewarna tekstil alami itu sendiri. Aktor selanjutnya yang berperan penting diantaranya adalah pengrajin lokal, petani, asosiasi pewarna alam, dan pemerintah pusat. Dimensi keberlanjutan rantai pasok yang terdiri dari dimensi ekonomi, sosial dan lingkungan menghasilkan pembobotan pada dimensi ekonomi yang paling tinggi. Hal ini diartikan bahwa dimensi ekonomi merupakan dimensi yang paling penting untuk diperhatikan dan ditingkatkan untuk mencapai keberlanjutan rantai pasok pewarna tekstil alami. Perolehan nilai ini juga konsisten dengan hasil pengukuran keberlanjutan dengan MDS bahwa dimensi ekonomi memiliki indeks paling rendah dibandingkan dengan dimensi lainnya.

Indikator keberlanjutan rantai pasok pada hirarki ANP merupakan indikator yang memiliki bobot tinggi berdasarkan pendapat pakar pada metode pengukuran MDS. Bobot tinggi ini menunjukkan bahwa indikator tersebut merupakan indikator yang paling penting pada setiap dimensi yang perlu untuk dipertahankan. Indikator nilai tambah dan ketersediaan produk merupakan indikator yang paling penting pada dimensi ekonomi, sedangkan indikator yang masih perlu ditingkatkan berdasarkan pengukuran MDS adalah preferensi konsumen. Strategi peningkatan preferensi konsumen pada produk tekstil pewarna alami dapat dilakukan dengan segmentasi pasar berdasarkan pendapatan, merancang variasi produk tekstil alami yang inovatif (Nathan dan Mathi 2013), dan pemberdayaan konsumen produk tekstil. Pemberdayaan konsumen dapat dilakukan dengan memudahkan akses informasi konsumen pada produk tekstil warna alami seperti menggunakan media sosial untuk peningkatan pengetahuan produk dan pemasaran (Ferreira 2020).

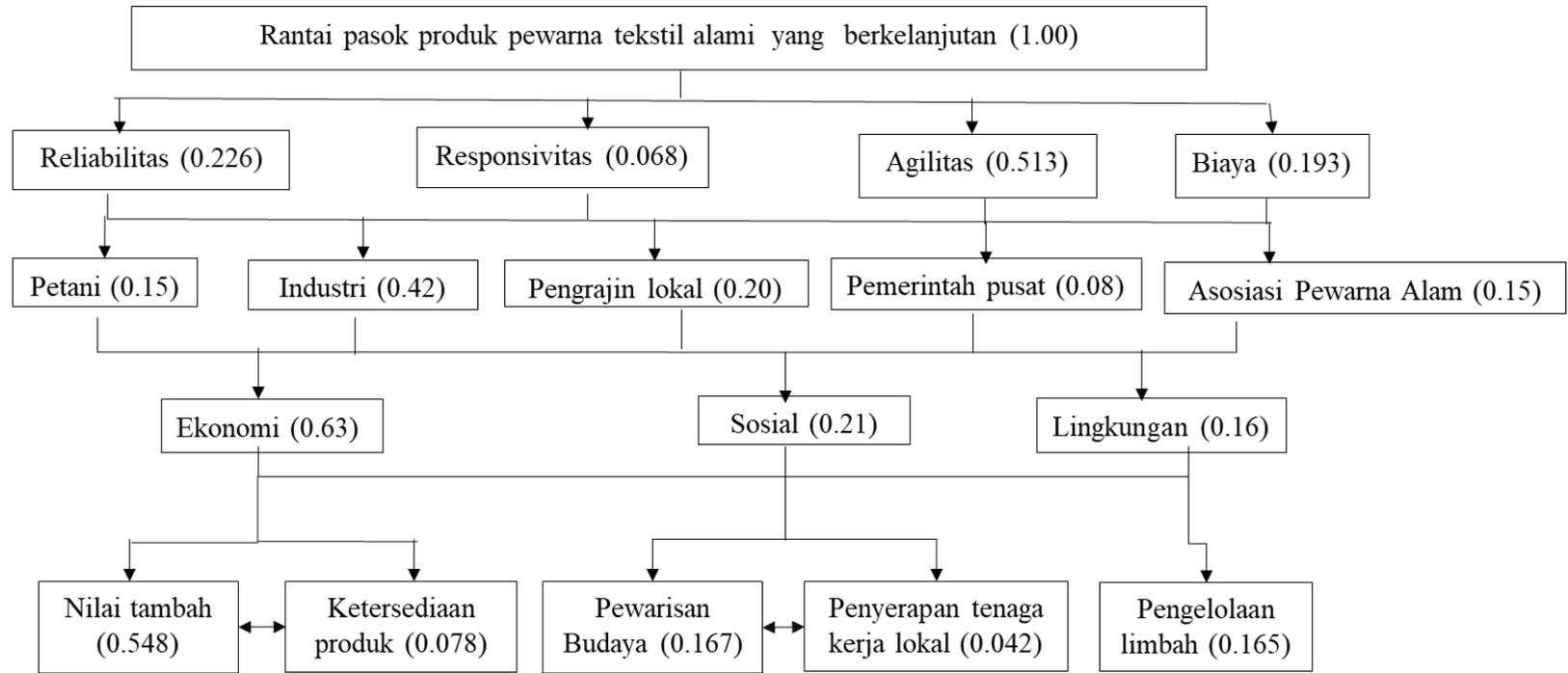
Indikator pada dimensi sosial yang paling penting adalah indikator pewarisan budaya dan penyerapan tenaga kerja lokal sebagai indikator yang perlu untuk dipertahankan nilainya dalam mendukung keberlanjutan rantai pasok. Di lain sisi, indikator yang memiliki nilai rendah dan perlu ditingkatkan berdasarkan pengukuran MDS adalah indikator kepuasan konsumen, baik konsumen dari

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.

2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.



Gambar 6. 1 Hierarki penentuan strategi keberlanjutan rantai pasok pewarna tekstil alami

Atribut
kinerja rantai
pasok

Aktor

Dimensi
Keberlanjutan

Indikator
Keberlanjutan

@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

pewarna tekstil alami (industri tekstil) maupun konsumen akhir (masyarakat pengguna). Kepuasan industri tekstil yang ditunjukkan berdasarkan hasil dari metode SCOR perlu peningkatan pada aspek pengiriman produk. Kepuasan masyarakat pengguna produk tekstil warna alami perlu ditingkatkan pada modifikasi produk tekstil untuk yang lebih modern dan mengikuti perkembangan teknologi. Modifikasi yang dilakukan tentunya tidak menghilangkan nilai warisan budaya dan tetap dilakukan oleh tenaga kerja lokal.

Nilai setiap indikator pada dimensi lingkungan memiliki nilai yang sama berdasarkan metode MDS, artinya bahwa semua indikator perlu untuk ditingkatkan kinerjanya dan berdasarkan hirarki ANP diperoleh bahwa indikator yang paling penting pada dimensi ini adalah pengelolaan limbah. Limbah dari industri pewarna berupa limbah cair dan limbah biomassa yang selama ini telah dilakukan oleh industri pewarna tekstil alami mengurangi dampak pencemaran secara estetika maupun lingkungan disekitar industri. Apabila dibandingkan pada setiap indikator keberlanjutan, maka indikator nilai tambah merupakan indikator yang paling penting dibandingkan dengan indikator lainnya dalam mendukung keberlanjutan rantai pasok pewarna tekstil alami.

Struktur ANP telah dilakukan verifikasi dan validasi. Verifikasi dilakukan oleh para pakar untuk memeriksa kembali atribut yang terdapat pada hierarki ANP. Validasi dilakukan dengan cara melihat konsistensi pendapat responden dalam software *Super Decision*. Pendapat responden dinyatakan konsisten apabila rasio konsistensinya berada pada nilai $\leq 0, 1$.

Penelitian ini telah diketahui mekanisme rantai pasok, pihak yang terlibat pada proses bisnis pewarna alami, analisis keberlanjutan rantai pasok dan strategi keberlanjutan rantai pasok yang kemudian akan dikembangkan dalam penelitian lanjutan. Penelitian terkait dengan pewarna tekstil alami ini akan berlanjut dengan merancang kelembagaan pewarna tekstil alami yang berkelanjutan. Rancangan kelembagaan dipengaruhi oleh strategi rantai pasok, ketersediaan bahan baku (biomassa) pewarna, teknologi ekstraksi pewarna dan mordant yang ramah lingkungan, kebijakan dan regulasi, serta posisi industri pewarna tekstil alami yang kemudian menentukan faktor yang memungkinkan (*enabling factor*) keberlanjutan model kelembagaan.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.

VII SIMPULAN DAN SARAN

7.1 Simpulan

Komoditi sumber pewarna tekstil alami yang diteliti antara lain tarum, asam indigo, kayu secang, dan kayu tegeran dengan pelaku yang terlibat sepanjang rantai pasok terdiri dari petani, koordinator petani, industri pewarna tekstil alami, industri tekstil, pengrajin lokal, dan konsumen. Ketersediaan bahan baku tarum, asam indigo, dan kayu secang dapat diperoleh dari petani sekitar, sedangkan kayu tegeran ketersediaannya masih impor. Hasil analisis menunjukkan bahwa kinerja rantai pasok pewarna tekstil alami perlu ditingkatkan dalam aspek kualitas bahan baku, waktu siklus pengolahan, kinerja pengiriman, waktu siklus pengiriman, dan daya adaptasi terhadap penurunan kapasitas.

Hasil penilaian keberlanjutan rantai pasok pewarna tekstil alami menunjukkan bahwa dimensi ekonomi dan lingkungan berada pada posisi hampir berkelanjutan, sedangkan dimensi sosial berada pada posisi berkelanjutan. Penilaian keberlanjutan rantai pasok secara keseluruhan berada pada posisi hampir berkelanjutan. Indikator yang sensitif terhadap keberlanjutan dimensi ekonomi adalah preferensi konsumen, dimensi sosial adalah kepuasan konsumen, dan semua indikator pada dimensi lingkungan sensitif terhadap keberlanjutan dimensi lingkungan.

Strategi peningkatan keberlanjutan rantai pasok produk pewarna tekstil alami dapat dilakukan dengan meningkatkan preferensi dan kepuasan konsumen serta meningkatkan pengelolaan lingkungan. Strategi peningkatan preferensi konsumen pada produk tekstil pewarna alami dapat dilakukan dengan segmentasi pasar berdasarkan pendapatan, merancang variasi produk tekstil alami yang inovatif, dan pemberdayaan konsumen produk tekstil. Kepuasan konsumen dapat ditingkatkan dengan modifikasi produk tekstil yang lebih modern. Pengelolaan lingkungan dapat ditingkatkan dengan memanfaatkan kembali limbah yang dihasilkan dari proses produksi pewarna tekstil alami.

7.2 Saran

Peran pemangku kepentingan seperti petani dalam memasok bahan baku pewarna alami, industri pewarna alami dalam melakukan ekstraksi warna, industri tekstil sebagai pemakai pewarna alami, dan konsumen sebagai pengguna akhir produk tekstil, serta pemerintah dalam menyusun regulasi perlu bersinergi dalam mendukung keberlanjutan dan peningkatan daya saing industri pewarna tekstil alami ini.



DAFTAR PUSTAKA

- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2013. Data Ekspor Tekstil. [Diunduh 2019 Apr 21]. Tersedia pada : <http://www.bps.co.id/>
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2021. Data Ekspor Tekstil. [Diunduh 2021 Jun 21]. Tersedia pada : <http://www.bps.co.id/>
- [KEMENPERIN] Kementerian Perindustrian. 2018. Tembus Pasar Jepang Hingga Eropa, Ekspor Batik Nasional Lampau USD 58 [Internet]. [Diunduh 2018 Des 12]. Tersedia pada : <http://www.kemenperin.go.id/artikel/19253/Tembus-Pasar-Jepang-Hingga-Eropa,-Ekspor-Batik-Nasional-Lampau-USD-58-Juta>
- Agustin DSY. 2011. Penurunan Rasa Cinta Budaya dan Nasionalisme Generasi Muda Akibat Globalisasi. *J Sos Hum.* 4(2):177.
- Ahmad AF dan Hidayati N. 2018. Pengaruh Jenis Mordan Dan Proses Mordanting Terhadap Kekuatan Dan Efektivitas Warna Pada Pewarnaan Kain Katun Menggunakan Zat Warna Daun Jambu Biji Australia. *Indonesian Journal of Halal*, Pusat Kajian Halal Universitas Diponegoro.
- Aiman A, Handaka A, Lili W. 2017. Analisis Preferensi Konsumen dalam Pengambilan Keputusan Membeli Produk Olahan Perikanan di Kota Tasikmalaya (Studi Kasus di Pasar Tradisional Cikurubuk, Kec. Mangkubumi). *J Perikan dan Kelaut.* VIII(3).
- Anonim. 2020. Plant for A Future - *Caesalpinia sappan*. <https://pfaf.org/user/Plant.aspx?LatinName=Caesalpinia+sappan>.
- Asosiasi Pertekstilan Indonesia. 2018. Highlight of Indonesia Textile Product Industry [Internet]. [Diunduh 2019 Nov 02]. Tersedia pada : <http://indonesiatextile.id/wp-content/uploads/2018/02/Highlight-of-Indonesia-Textile-Product-Industry-1.pdf>
- Best Roger J, Coney KA, Hawkins DI. 2001. *Consumer Behavior, Building Marketing Strategy*. New York: McGraw-Hill Higher Education.
- Cardon D. 2007. *Natural Dyes - Source, Tradition, Technology, and Science*. London: Archetype Publications Ltd.
- Carvalho C dan Santos G. 2016. Sustainability and Biotechnology – Natural or Bio Dyes Resources in Textiles. *Journal of Textile Science & Engineering. Vol 6 Issue 1*.
- CNBC Indonesia. 2018. Batik Cina dan Malaysia Tak Bisa Kalahkan RI. [Diunduh 2019 Mei 01]. Tersedia pada : <https://www.cnbcindonesia.com/news/20180515131600-4-14987/batik-china-dan-malaysia-tak-bisa-kalahkan-ri>
- Cuthbertson R, Cetinkaya B, Ewer G, Klaas-Wissing T, Piotrowicz W, dan Tyssen C. 2011. *Sustainable Supply Chain Management*. New York (USA) : Springer.
- Djunaidi M, Sholeh MAA, dan Mufiid NM. 2018. Identifikasi Faktor Penerapan Green Supply Chain Management pada Industri Furniture Kayu. *Jurnal Teknik Industri Vol.19, No. 1*.
- Fauzi A. 2019. *Teknik Analisis Keberlanjutan*. Jakarta (ID): PT Gramedia Pustaka Utama.
- Fern K. 2014. Useful Tropical Plants. <http://tropical.theferns.info/viewtropical.php?id=Strobilanthes+cusia>.

- Ferreira D. 2020. How are changes consumer preferences natural products driving market disruption. <https://www.cas.org/resources/blog/how-are-changes-consumer-preferences-natural-products-driving-market-disruption>.
- Fisher F, Miller G, Sidney M. 2007. *Handbook of Public Policy Analysis : Theory, Politics, and Methods*. Fisher F, Miller GJ, Sidney M, editor. Boca Raton: CRC Press.
- Hadiguna RA. 2016. *Manajemen Rantai Pasok Agroindustri – Pendekatan Berkelanjutan untuk Pengukuran Kinerja dan Penilaian Resiko*. Padang (ID) : Andalas University Press.
- Hasan A, Yuliandra B, dan Putra EP. 2016. Perancangan Model Pengukuran Kinerja Rantai Pasok Berbasis Lean dan Green menggunakan Balance Scorecard di PT. P&P Lembah Karet. *Optimasi Sistem Industri* ISSN 2088-4842.2422-8795
- Hutomo E. 2018. Prospek Industri Tekstil Masih Sangat Cerah [Internet]. [Diunduh 2018 Agus 23. Tersedia pada : www.mediaindonesia.com
- Indrasti NS dan Fauzi AM. *Produksi Bersih*. Bogor (ID): IPB Press.
- Indrianingsih AW dan Darsih C. 2013. Natural Dyes from Plants Extract and Its Applications in Indonesian Textile Small Medium Scale Enterprise. *Technical Implementation Unit for Chemical Engineering Processes Volume 11, Nomor 1*. Information Resources Management Association. 2015. Research Methods : Concepts, Methodologies, Tools and Applications. USA : Information Science Reference (an imprint of IGI Global)
- Kementerian Perindustrian. 2015. *Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional 2015-2035*. Pusat Komunikasi Publik, Kementerian Perindustrian Republik Indonesia.
- Krizova H. 2015. Natural Dyes : Their Past, Future and Sustainability. *Dept. Of Material Engineering, Technical University of Leberc 461 17, Czech Republic*.
- Ladjar AM. 2017. Eksklusif dengan Pewarna Alam [internet]. [Diunduh 2019 Mei 10]. Tersedia pada: <https://marketing.co.id/eksklusif-dengan-pewarna-alam/Eksklusif-dengan-Pewarna-Alam>
- Marimin dan Maghfiroh. 2013. *Aplikasi Teknik Pengambilan Keputusan dalam Manajemen Rantai Pasok*. Bogor (ID) : IPB Press.
- Merdan N, Eyupoglu S, Duman M. 2017. *Ecological and Sustainable Natural Dyes. Textile Science and Clothing Technology*. Singapore: Springer.
- Mumbeya P. 2011. A value chain and market integration analysis of the cassava market in the Democratic Republic of Congo. University of Pretoria.
- Musabbikhah, Saptoadi H, Subarmono, Wibisono MA. 2015. Optimasi Proses Pembuatan Briket Biomassa Menggunakan Metode Taguchi Guna Memenuhi Kebutuhan Bahan Bakar Alternatif yang Ramah Lingkungan. *J Mns dan Lingkung*. 22(1):121–128.
- Nathan CS, Mathi KM. 2013. A Study On Consumer Preference Of Natural Personal Care Products In Chennai Region For Adopting Green Marketing. *Int J Sales Mark Manag*. 2(4).
- Porter ME. 1985. *Competitive Advantage, Creating and Sustaining Superior Performance*. New York (USA) : The Free Press.
- Prabhu KH dan Teli ML.2011. Eco-dyeing using Tamarindus indica L. Seed coat tannin as a antural mordant for textiles with antibacterial activity. *Journal of Saudi Chemical Society* 18, 864-872.



- Puccio P. 2020. *Strobilanthes cusia*.
<https://www.monaconatureencyclopedia.com/strobilanthes-cusia/?lang=en>.
- Ridwan A, Kulsum, Murni S. 2017. Pengukuran Kinerja Supply Chain dengan Pendekatan Lean Six Sigma Supply Chain Management (Studi Kasus di PT ALX Logistics). *Journal of Industrial Services Vol. 3 No. 1 a*
- Amanta AK dan Konar A. 2011. Dyeing of Textiles with Natural Dyes, Dr. Emriye Akcakoca Kumbasar (Ed.), ISBN: 978-953-307-783-3, InTech, Tersedia pada: <http://www.intechopen.com/books/natural-dyes/dyeing-of-textiles-with-natural-dyes>
- Sathianarayanan dan Narendra B. 2012. Eco-Friendly Natural Dyes : A Comparative Study with Direct Dyes. *Research Journal of Textile and Apparel*
- Senthilkumar R, Vaneshwari V, Sathiyavimal S, Amsaveni R, Kalaiselvi M, Malayaman V. 2015. Natural Colours from Dyeing Plants for Textiles. *International Journal of Biosciences and Nanosciences Volume 2 (7), 2015, pp. 160-74.*
- Shahid M, Shahid-ul-Islam, Mohammad. 2013. Recent advancement in natural dye applications : a review. *Journal of Cleaner Production 53 (2013) 310-331.*
- Sirait M. 2018. Cleaner production options for reducing industrial waste : the case of batik industry in Malang, East Java-Indonesia. *IOP Conference Series : Earth and Environmental Science.106 012069.*
- Siva R. 2007. Status of Natural Dyes and Dye-yielding Plants in India. *Review Article Current Science Vol 92. No. 7.*
- SSC. 2012. *Supply Chain Operations Reference Model Revision 11.0 Supply Chain Operations Management*. New York (US): Supply Chain Council.
- Suryaningrat I, Firdausah Y, Novita E. 2016. Analisis Finansial Penerapan Green Supply Chain Management pada pengolahan kopi. Di dalam: *rosiding Seminar Nasional APTA, Jember 26-27 Oktober 2016.*
- Suryaningrat IB, Firdusah Y, dan Novita E. 2016. Analisis Finansial Penerapan Green Supply Chain Management pada pengolahan kopi. *Prosiding Seminar Nasional APTA, Jember 26-27 Oktober 2016.*
- Susanti C. 2010. Sustainable consumption and production model (3-G model) : Green Consumer, Green Company, and Green Environment). Di dalam: *Proceeeding The 4th National Conference Faculty of Business Towards a New Indonesia Business Architecture.*
- Suyitno, Mujahidin D, Wibowo AH, Widiawati D, Arifin Z, Astuti RP, Thoyib. 2017. Pengembangan Produk Riset dan Hilirisasi Bahan Pewarna Alam untuk Sel Surya, Tekstil, dan Coating. *Technical Report*
- Szeremlei A, Magda R. 2015. Sustainable production and consumption Visegrad. *J Bioeconomy Sustain Dev. 4(1).*
- Teli, Sheikh J, dan Shstrakar P. 2013. Exploratory Investigation of Chitosan as Mordant for Eco-Friendly Antibacterial Printing of Cotton with Natural Dyes. *Journal of Textiles Volume 13.*
- Tripathi G, Yadav MK, dan Tiwari YK. 2017. Cotton Fabric Dyeing Process from Eucalyptus camadulensis leave's natural dye. *International Journal of ChemTech Research Vol 10. No.9*
- Vorst V de. 2006. Performance Measurement in Agrifood Supply Chain Networks: an overview. In: Quantifying the Agri-food Supply Chain 13-24. Wageningen (NL): Logistic and Operation Research Group

Yusuf M, Shabbir M, dan Mohammad F. 2017. Natural Colorants : Historical, Processing and Sustainable Prospects. *Review Article of Nat. Prod. Bioprospect.* (2017) 7 : 123-145

@Hak cipta milik IPBUniversity

IPBUniversity

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Baso pada tanggal 21 April 1994 sebagai anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Syahrul dan Ibu Delfitrawati. Pendidikan sarjana ditempuh di Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Insitut Pertanian Bogor, dan lulus pada tahun 2016. Pada tahun 2018, penulis diterima sebagai mahasiswa program magister (S-2) di Program Studi Teknik Industri Pertanian pada Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor dengan beasiswa PMDSU (Program Magister Menuju Doktor untuk Sarjana Unggul). Penulis pernah bekerja pada tahun 2017 di PT Harapan Interaksi Swadaya (*Greenhope*) selama 11 bulan.

Selama mengikuti program S-2, penulis aktif menjadi anggota *Bogor Science Club* (BSC). Bersama dengan komisi pembimbing, penulis telah berhasil menyajikan karya ilmiah pada *proceeding international* dengan judul “*Sustainability of the use of natural textile dyes*”.

@Hak cipta milik IPBUniversity

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPBUniversity.
2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPBUniversity.

IPBUniversity

