

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Bioenergi dapat didefinisikan sebagai energi yang diperoleh/dibangkitkan/berasal dari *biomassa*. Sedangkan biomassa itu sendiri adalah bahan-bahan organik berumur relatif muda dan berasal dari tumbuhan/hewan; produk dan limbah industri budidaya (pertanian, perkebunan, kehutanan, peternakan, perikanan).

Selain itu biomassa dapat diartikan sebagai bahan-bahan asal biologis, yang tertanam dalam formasi geologi, dan ditransformasikan ke fosil, seperti tanaman energi, limbah pertanian, kehutanan dan produk samping, pupuk kandang atau *biomassa* mikroba (FAO-UN, 2021). Sejalan dengan harga minyak berbasis fosil dunia yang terus meningkat di beberapa tahun terakhir ini, serta terus berkurangnya cadangan minyak fosil dunia, memungkinkan permintaan akan energi terbarukan terus meningkat. Energi terbarukan menjadi sebuah energi yang sangat potensial untuk menggantikan energi fosil (Utama dkk, 2011).

Permasalahan keamanan energi, harga minyak bumi yang tinggi, menurunnya cadangan minyak bumi, serta perubahan iklim global di masa yang akan datang, memungkinkan bioenergi mampu menggantikan peran dari bahan bakar berbasis fosil ini (Afzali dkk, 2021). Keberlangsungan dan ketersediaan energi sangatlah penting untuk mendukung semua aktivitas di dunia. Lebih lanjut dari itu semua, keberlangsungan (*sustainability*) merupakan prinsip kunci dari manajemen sumber daya alam (Richardson dan Verwijst, 2005). Prinsip tersebut menjadi lebih penting, karena energi berbasis fosil akan hilang dalam beberapa waktu ke depan. Kondisi ini berfungsi untuk merubah fungsi bioenergi menjadi fungsi komersial.

Di sisi lain, Indonesia sangat kaya akan sumberdaya bahan baku kelapa sawit, di mana kelapa sawit adalah salah satu bahan baku bioenergi yang potensial. Departemen Industri Indonesia mengatakan bahwa Indonesia telah memproduksi kurang lebih 18,8 Juta Ton CPO dan 1,93 Juta Ton PKO per tahunnya (IDI, 2009). Data tersebut berarti bahwa Indonesia memenuhi lebih dari 45% kebutuhan dunia akan CPO dan memenuhi lebih dari 40% kebutuhan dunia akan PKO.

Sumber *biomassa* yang melimpah untuk digunakan sebagai bahan bakar di dunia. Kualitas dan karakteristik sumber biomassa bervariasi secara regional dan dikendalikan oleh mekanisme dan penggerak komponen multidimensi, seperti air, tanah, iklim, dan ilmu pertanian untuk praktik pertanian berkelanjutan. Kelapa sawit merupakan sumber biomassa potensial yang melimpah di kawasan Asia, yang membutuhkan lebih sedikit pupuk dan pestisida dibandingkan dengan benih minyak lainnya dan bahkan dapat tumbuh di tanah gambut dengan lebih sedikit air yang dibutuhkan untuk budidaya. Selain itu, pohon kelapa sawit memanfaatkan lahan sembilan kali lebih sedikit dibandingkan dengan tanaman minyak lainnya dan bebas penyakit dengan ditemukannya GanoCare baru-baru ini untuk menyembuhkan penyakit *Ganoderma*. Namun demikian, unsur-unsur tersebut telah menjadikan kelapa sawit, dan residu kelapa sawit yang dihasilkan menjadi pengganti bahan bakar fosil yang berkelanjutan. Namun, asal dan karakteristik, pemanfaatan saat ini, dan dampak lingkungan dari industri kelapa sawit di dunia harus diselidiki lebih lanjut. (Kaniapan dkk, 2021)

Bioenergi merupakan sumber energi alternatif yang potensial dari *biomassa*. Mengurangi ketergantungan pada fosil bahan bakar dan ramah lingkungan adalah beberapa keuntungan dari pemanfaatan bioenergi. Minyak sawit adalah sumber daya yang paling potensial untuk menghasilkan bioenergi di Indonesia karena ketersediaannya; daerah Perkebunan kelapa sawit di Indonesia diperkirakan mencapai 11,3 juta hektar dengan produktivitas kelapa sawit mencapai 31,3 juta ton/tahun. Berbagai produk bioenergi seperti *biodiesel*, *bio-oil*, *bioavtur*, *biopellet*, *Biobriket* dan biogas dapat dihasilkan dari minyak sawit mentah (CPO) dan juga biomassa yaitu cangkang, serat, tandan kosong dan limbah cair. Dengan demikian, minyak sawit merupakan sumber bahan baku yang sangat potensial untuk bioenergi. Salah satu produk bioenergi yang memiliki potensi besar untuk diekspor adalah biodiesel. Hal ini

ditunjukkan oleh kapasitas produksi biodiesel tahun 2014 sebesar 3.961 juta kl sedangkan tingkat pemanfaatan dalam negeri sebesar hanya 1.845 juta kl [2]. Akibatnya, masih ada kelebihan produksi yang bisa diekspor, berkontribusi pada peningkatan pendapatan nasional. (Arkeman dkk, 2017)

Artificial Intelligence (AI) telah menerima peningkatan minat baru-baru ini. AI mengacu pada kemampuan mesin untuk melakukan aktivitas yang meniru kecerdasan manusia (Russell & Norvig, 2010). AI dapat diimplementasikan melalui berbagai teknik dalam ilmu komputer, seperti pembelajaran mesin, algoritma *heuristik*, dan logika *fuzzy* (FL; Mohd Ali dkk, 2015). Banyak aplikasi telah didemonstrasikan dalam domain yang berbeda, seperti teknik kimia, manufaktur cerdas, dan konservasi energi bangunan (Rahmanifard dan Plaksina, 2018). Dibandingkan dengan area yang memiliki ribuan publikasi terkait aplikasi AI (misalnya, energi matahari dan angin; Marugán, 2018; Wang, 2020), aplikasi AI untuk sistem bioenergi terbatas.

Penelitian selanjutnya tentang penelitian pembuatan model cerdas untuk menentukan jalur teroptimum di dalam sebuah rantai pasok. Tahapan pertama yang dilakukan di dalam penelitian ini adalah bagaimana gambaran rantai pasok yang akan menjadi objek kajian itu bisa dipahami, dengan melakukan penentuan partner bisnis yang terlibat di dalam rantai pasok, serta mencoba untuk menggambarkan jaringan rantai pasok tersebut. Selanjutnya perhitungan kinerja elemen rantai pasok dan kinerja rantai pasok itu sendiri dilakukan, berdasarkan jalur yang mungkin dilalui, dari hulu ke hilir. Kemudian dengan mengembangkan model, pencarian rantai pasok teroptimum. penelitian, aspek metodologi, dan aspek komoditas yang dikaji. Di dalam aspek obyek penelitian, aspek rantai pasok adalah rantai pasok khusus untuk perishable product. Di dalam aspek metodologi, dilakukan kombinasi dua jenis metode, metode khusus untuk kasus searching, patching, distribution, data processing, dan computational intelligence, yang dikombinasikan dengan metode perhitungan kinerja rantai pasok lainnya. Untuk aspek komoditas, dipilih komoditas yang sangat populer yaitu kelapa sawit.

Pemilihan lokasi agroindustri bioenergi tidak terlepas dari proses penilaian terhadap berbagai kriteria penting yang perlu diperhatikan, diantaranya adalah faktor ketersediaan bahan baku, kondisi dan harga lahan, kedekatan dengan pasar dan sebagainya. Oleh karenanya, untuk mendapatkan suatu lokasi terbaik dari berbagai

alternatif yang ada, diperlukan suatu pendekatan yang dapat dijadikan sebagai landasan pengambilan keputusan.

Penelitian selanjutnya keterkaitan antara metode *Fuzzy* dan ACO .adalah suatu sistem yang mampu membangkitkan domain himpunan *Fuzzy* secara otomatis. Metode yang digunakan adalah algoritma *Ant Colony Optimization (ACO)*. Evaluasi nilai Fitness dilakukan untuk memperoleh domain yang optimal dengan menggunakan faktor *Suitability (Overlap dan Coverage)*. Pada penelitian ini percobaan dilakukan sebanyak lima kali dengan penginputan parameter ACO yang berbeda yaitu tetapan penguapan jejak semut (ρ) dan tetapan siklus semut (Q). Dari hasil percobaan yang dilakukan dengan menerapkan empat jenis parameter ACO yang berbeda diperoleh kesimpulan bahwa parameter dengan tetapan penguapan jejak semut atau ρ yang lebih kecil dan siklus semut yang lebih besar diperoleh domain himpunan Fuzzy yang lebih baik.

Indonesia dapat memproduksi CPO sebagai produksi primer sebesar US\$ 7,6 Milyar. Selain itu, semua bagian dari kelapa sawit dapat menjadi potensi bahan baku bioenergi, seperti tandan buah segarnya, cangkangnya, limbah cairnya, atau produk olahan selanjutnya dari tandan buah segar, seperti CPO dan PKO. Karena kelapa sawit merupakan produk *perishable*, maka manajemen rantai pasok sangat dibutuhkan SBRC-BAU (2009).

Manajemen Rantai Pasok adalah salah satu isu dari berbagai jenis permasalahan di dunia manajemen teknologi energi. Rantai Pasok dapat didefinisikan sebagai jaringan organisasi, aliran, dan proses yang di dalamnya terlibat sejumlah perusahaan, seperti supplier, pabrik, distributor dan retailer, yang bekerja sama sepanjang rantai nilai untuk mendapatkan bahan baku, mengkonversi bahan baku menjadi barang jadi, serta mengirim barang jadi ke pelanggan akhir.

Di dalam pengertian lain, Manajemen Rantai Pasok dapat didefinisikan sebagai kegiatan manajemen untuk mengelola seluruh rantai aliran bahan baku, proses pabrik, pembuatan produk, dan distribusi barang jadi ke pelanggan akhir (Potocan, 2009). Di dalam Rantai Pasok, khususnya pasokan bioenergi, ada lebih dari satu perusahaan yang terlibat. Ini merupakan salah satu alasan, mengapa manajemen rantai pasok menjadi sebuah bidang kajian penelitian yang sangat menarik.

Tulisan ini pengidentifikasian model Sistem Penunjang Keputusan Cerdas (SPKC) untuk pencarian jalur teroptimum di dalam Manajemen Rantai Pasok Bioenergi berbasis kelapa sawit dilakukan. Pada umumnya, jalur optimum yang dimaksud adalah jalur terpendek berbasis jarak. Sedangkan di dalam paper ini, dengan menggunakan metode *Ant Colony Optimization*, ditunjukkan bahwa pencarian jalur optimum yang dimaksud tidak saja berdasarkan jarak terpendek, namun juga dapat melibatkan berbagai variabel pengukuran kinerja lainnya. Karena alasan itulah, metode utama tersebut (*ACO*) dikombinasikan dengan perhitungan beberapa variabel kinerja seperti variabel dasar, perspektif *SCOR*, variabel *added value* dan biaya transportasi, untuk mendapatkan perhitungan kinerja rantai pasok teroptimum.

SPKC merupakan SPK yang dirancang dan dibangun dengan melibatkan beberapa teknik dan metode pemodelan di dalam pengembangannya. SPK cerdas adalah SPK yang perancangan dan pengembangannya menggunakan satu atau lebih teknik berbasis kecerdasan buatan, seperti: *Artificial Neural Networks*, *Evolutionary Computing*, *Fuzzy-System*, *Case-Based Reasoning*, dan *Agent-Based System*

Menentukan bagaimana membandingkan jarak antara dua jalur yang panjang tepinya diwakili oleh bilangan bulat *Fuzzy* dan teknik koloni semut *Fuzzy*. Dua contoh numerik dari jaringan transportasi digunakan untuk mengatasi tantangan ini dan menunjukkan kemanjuran strategi yang diusulkan. Masalah kombinatorial optimasi yang sulit dapat diselesaikan dengan teknik yang terinspirasi dari alam yang disebut *ACO* dalam jumlah waktu komputasi yang sulit. *ACO* mensimulasikan perilaku koloni semut dalam mengidentifikasi rute yang efektif dari sarangnya ke sumber makanan. Dorigo prakarsai ide untuk mengidentifikasi baik solusi untuk masalah kombinatorial optimasi. Semut ketika mencari makanan awalnya mencari daerah yang berdekatan dengan sarangnya secara acak. Semut memperkirakan kuantitas dan kualitas makanan selama diidentifikasi sumber makanan dan mengambil sebagian darinya kembali ke sarangnya. (Darwish dkk, 2021)

Dengan adanya hal ini, maka penulis bermaksud melakukan penelitian untuk manajemen rantai pasok bioenergi berbasis kelapa sawit menggunakan metode *Ant Colony Optimization (ACO)* mengangkat judul “Sistem Pendukung Keputusan Cerdas

Menggunakan Metode ACO untuk Pencarian Jalur Optimum Rantai Pasok Bioenergi Berbasis Kelapa Sawit”.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan penjabaran yang telah dilakukan pada latar belakang, maka permasalahan yang akan dibahas di dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimanakah menerapkan metode *ACO* dapat mengendalikan persediaan pemilihan jalur teroptimum dari sebuah jalur rantai pasok, akan sangat berimbas besar pada biaya, waktu, kualitas manajemen, dan produk itu sendiri?
2. Bagaimanakah metode pendekatan *ACO* dapat digunakan di dalam penentuan jalur teroptimum tidak hanya berdasarkan jalur terpendek?

1.3. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, maka penulis membatasi ruang lingkup penelitian yaitu menentukan jalur terpendek (berbasis jarak) pada rantai pasok menggunakan ACO di PTP Nusantara V dan PKS Lubuk dalam.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai oleh penulis dalam melakukan penelitian tentang identifikasi rantai pasok bioenergi.

1. Memahami jalur teroptimum dari rantai pasok bioenergi kelapa sawit yang terjadi di PTP V Nusantara dan PKS .
2. Menganalisa rantai pasok bioenergi yang terjadi saat ini serta menentukan jalur teroptimum.
3. Merancang dan menentukan jalur teroptimum rantai pasok bioenergi berbasis kelapa sawit telah dimodelkan secara ACO

4. Mengimplementasikan jalur teroptimum pada rantai pasok bioenergi di PTP Nusantara V dan PKS.
5. Menguji metode ACO terhadap nilai teroptimum yang diproses dari berbagai macam perspektif rantai pasok.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian yang baik sangat bermanfaat bagi orang banyak dan perusahaan yang terlibat, Penelitian ini diharapkan.

1. Dapat mengendalikan dan menentukan jalur terpendek (berbasis jarak) pada rantai pasok .
2. Dapat memprediksi Nilai Kinerja masing-masing elemen yang didapat dari observasi lapangan dan komputasi.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dilakukan agar lebih mudah untuk dibaca dan dimengerti, maka penulis menyusun laporan penelitian ini dengan tata urutan secara sistematis. Berdasarkan hal itu, Peneliti mengklasifikasikan penelitian ini kedalam enam bab, di mana antara bab satu dengan bab yang lain saling berhubungan. Adapun sistematika yang digunakan dalam penyusunan laporan tesis ini adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penelitian.

BAB II LANDASAN TEORI

Pada bab ini membahas tentang konsep teori pendukung dan penerapan metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah penelitian yakni kecerdasan buatan,

penerapan sistem pakar serta penerapan metode *ACO* untuk menentukan Pencarian Jalur Optimum Rantai Pasok Bioenergi Berbasis Kelapa Sawit.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Membahas mengenai uraian kerangka kerja penelitian yaitu mengidentifikasi masalah, menganalisa masalah, menentukan tujuan, mempelajari literatur, mengumpulkan data dan analisa data, serta penerapan pencarian jalur optimum rantai pasok bioenergi berbasis kelapa sawit menggunakan metode *Ant Colony Optimization (ACO)*.

BAB IV ANALISA DAN PERANCANGAN

Pada bagian ini akan dibahas tentang Analisa masalah, pemecahan masalah, Analisa data, pengolahan data, pengujian data, uji validitas, uji reabilitas dan uji linieritas selanjutnya.

BAB V IMPLEMENTASI DAN HASIL

Bab ini, membahas tentang analisis dan perancangan, yaitu pengumpulan dan analisa data, arsitektur sistem terdiri dari *knowledge base*, penyajian fakta dan aturan, mesin inferensi, desain sistem dengan memakai perhitungan *dengan metode ACO*, yang berisikan perancangan data base, perancangan basis data, perancangan struktur tabel serta perancangan *interface*.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab VI ini berisi kesimpulan dari keseluruhan penelitian yang dibahas mengenai hasil analisa dan saran kepada pemakai aplikasi, serta pengembangan Sistem Pakar di masa depan.