

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kelapa sawit merupakan komoditas perkebunan yang penting di Indonesia. Sejak tahun 2008, Indonesia adalah produsen *Crude Palm Oil* (CPO) terbesar di dunia dengan total produksi kelapa sawit sebesar 33,5 juta ton setara 52,9 persen kebutuhan sawit global (FAO, 2014; Feintrenie, et al., 2010; Gatto, et al., 2014). Pada beberapa daerah seperti di Sumatera dan Kalimantan, kelapa sawit memberikan kontribusi substansial untuk pendapatan daerah dan menciptakan lapangan pekerjaan bagi penduduk pedesaan. Perkembangan komoditi kelapa sawit di Indonesia sejak tahun 1970 hingga tahun 2015 secara signifikan meningkat pesat selama 15 tahun terakhir. Luasan area perkebunan kelapa sawit di Indonesia sejak tahun 2000, dari 4,16 juta hektar meningkat menjadi 11,26 juta hektar pada tahun 2015. Sejalan dengan peningkatan luasan area perkebunan kelapa sawit, produksi CPO di Indonesia pada tahun 2000 sebanyak 7 juta ton meningkat lebih dari 4 kali lipat pada tahun 2015 menjadi 31,07 juta ton (Ditjenbun, 2016).

Perkembangan komoditi kelapa sawit yang cepat tersebut tidak lepas dari tingginya permintaan pasar terhadap sumber bahan baku CPO. Permintaan pasar global terhadap CPO meningkat tajam sebagai imbas dari meluasnya aplikasi CPO sebagai bahan baku biodiesel, yang menjadi substitusi bahan bakar fosil (Suharto et al., 2015). Selain itu, kemampuan kelapa sawit sebagai sumber minyak nabati yang digunakan untuk konsumsi manusia dan sebagai bahan dalam industri kosmetik menjadikan kelapa sawit sangat populer dan paling banyak dikonsumsi. Bagi Indonesia, komoditas kelapa sawit menjadi penggerak utama dalam industri agribisnis hulu hingga hilir, penyedia lapangan pekerjaan bagi petani, dan berperan dalam menghasilkan devisa negara (Suharto et al., 2015).

Pentingnya komoditas kelapa sawit dalam kehidupan dan perekonomian masyarakat menyebabkan peningkatan ekspansi perkebunan kelapa sawit. Data menunjukkan bahwa lebih dari 63 persen total perkebunan kelapa sawit di

Indonesia terdapat di pulau Sumatera sementara sisanya tersebar di Kalimantan, Sulawesi, Maluku dan Papua (Ditjenbun, 2016). Secara nasional, perkebunan kelapa sawit terluas terdapat di Provinsi Riau dimana hingga tahun 2015 luas total perkebunan sawit Provinsi Riau telah lebih dari 2,4 juta ha atau lebih dari 21 persen luas total perkebunan kelapa sawit Nasional (Ditjenbun, 2016). Pesatnya perkembangan perkebunan kelapa sawit di Provinsi Riau telah menyebabkan provinsi ini menjadi produsen terbesar CPO di Indonesia dengan kontribusi hingga 24% dari total produksi nasional.

Ekspansi perkebunan kelapa sawit yang cepat seiring dengan pembentukan perkebunan baru yang melibatkan konversi lahan. Kondisi ini mengabaikan prinsip-prinsip keberlanjutan (*sustainability*) yang berdampak terhadap ancaman penurunan kualitas jasa lingkungan. Proses ekspansi perkebunan kelapa sawit menghasilkan pertentangan kepentingan penggunaan lahan dan pemanfaatan sumber daya alam (Sargeant, 2001; Susanti dan burger, 2013). Keanekaragaman hayati dan heterogen hutan tropis yang beragam, sistem *agroforestry* campuran, lahan pertanian dan sawah semakin digantikan oleh perkebunan kelapa sawit monokultur (Susanti dan Maryudi, 2016).

Jasa lingkungan yang diberikan oleh ekosistem alam secara gratis berupa jasa penyediaan, jasa pengaturan, jasa kultural, dan jasa pendukung (Wunder, 2005) akan terancam akibat konversi lahan. Jasa lingkungan tersebut diantaranya adalah penyimpanan cadangan (*stock*) karbon sebagai bahan organik tanah (Kauffman dan Donato, 2012) dan jasa lingkungan pengaturan iklim. Konversi lahan yang dilakukan secara terus-menerus, maka akan mengarah pada perubahan jasa lingkungan seperti kerugian keanekaragaman hayati (Fitzherbert et al., 2008), emisi karbon (Fargione et al., 2008; Ravindranath et al, 2009; Uryu et al., 2008), dan perubahan iklim dan pemanasan global (Sabajo et al., 2017).

Berbagai penelitian telah melaporkan penurunan penyerapan unsur karbon organik di dalam tanah setelah konversi hutan ke perkebunan, dengan sebagian besar kerugian di lapisan atas tanah (de Blécourt et al., 2013; Guillaume et al., 2015). Karena, bahan organik di lapisan atas tanah (unsur hara) merupakan sumber utama nutrisi untuk menopang pertumbuhan tanaman (Vitousek dalam Guillaume, 2016). Hal ini menyebabkan terjadinya degradasi ekosistem lahan

yang luas (Koh dan Wilcove, 2008), erosi tanah sangat tinggi (Guillaume et al., 2015) dan pemadatan tanah merupakan ancaman terhadap kesuburan tanah.

Faktanya, pembentukan perkebunan kelapa sawit yang cepat telah disebut-sebut sebagai salah satu pendorong utama deforestasi di Indonesia (Susanti dan Maryudi, 2016; Koh dan Ghazoul, 2010; Kongsager dan Reenberg, 2012; Setiawan et al., 2016; Wicke et al., 2011). Deforestasi adalah tindakan atau proses perubahan lahan hutan menjadi non lahan hutan atau konversi hutan menjadi penggunaan lahan lainnya seperti pertanian, pertambangan, dll (Hosonuma et al, 2012). Deforestasi tersebut ditandai dengan perubahan penggunaan lahan dan tutupan lahan yang mengakibatkan degradasi hutan dan bertanggungjawab atas emisi gas rumah kaca yang merupakan faktor utama dalam perubahan iklim dan pemanasan global (Bernstein et al., 2008; Le Quéré et al., 2015).

Perubahan iklim dan pemanasan global sangat dipengaruhi oleh suhu permukaan tanah (Carmin, J. et al, 2012). Salah satu faktor penyebab perubahan suhu permukaan tanah disebabkan hilangnya lahan hutan yang dipengaruhi oleh proses deforestasi, dimana terjadi perubahan komposisi kanopi vegetasi. Perubahan ini secara langsung mengubah tutupan vegetasi dan struktur dan sifat permukaan tanah seperti albedo, emisivitas dan kekasaran permukaan, yang mempengaruhi gas dan proses pertukaran energi antara permukaan tanah dan atmosfer (Bright et al., 2015).

Atas dasar tersebut, penelitian ini bertujuan untuk melihat sejauh mana konversi lahan menjadi perkebunan kelapa sawit berdampak terhadap perubahan jasa lingkungan di Provinsi Riau. Hal ini sangat penting bagi pembuat kebijakan daerah untuk merumuskan kebijakan pengawasan penggunaan lahan dalam rangka menjaga keseimbangan ekosistem alam di Provinsi Riau. Pendekatan terhadap jasa lingkungan menggunakan instrumen penginderaan jauh pada citra landsat. Jasa lingkungan yang dikaji yaitu penyimpanan cadangan karbon (*carbon stock*) dan pengaturan iklim berupa suhu permukaan. Cadangan karbon diukur berdasarkan tipe tutupan lahan yang dihasilkan dari analisis perubahan tutupan lahan. Sedangkan suhu permukaan diukur dengan saluran thermal pada citra landsat dengan menentukan sebaran suhu permukaan. Hal ini diharapkan dapat menjelaskan dampak konversi lahan menjadi perkebunan kelapa sawit yang

mengakibatkan perubahan jasa lingkungan di Provinsi Riau, Sehingga rencana penggunaan lahan dan upaya konservasi pemulihan ekosistem alam dapat disusun untuk mewujudkan *sustainable development* di Provinsi Riau.

1.2. Perumusan Masalah

Provinsi Riau merupakan daerah penghasil komoditas kelapa sawit terbesar di Indonesia. Hingga tahun 2015, luas total perkebunan kelapa sawit Provinsi Riau telah lebih dari 2,4 juta ha atau lebih dari 21 persen luas total perkebunan kelapa sawit nasional dengan jumlah produksi CPO hingga 24% dari total produksi nasional (Ditjenbun, 2016). Kondisi ini akan terus meningkat seiring dengan permintaan CPO di pasar global.

Peningkatan permintaan pasar global terhadap CPO akan mendorong terjadinya ekspansi perkebunan kelapa sawit yang ditandai dengan pembentukan perkebunan baru yang melibatkan alih fungsi lahan. Kondisi ini mengabaikan prinsip-prinsip keberlanjutan (*sustainability*) yang berdampak pada besarnya perubahan tutupan lahan yang mengarah pada penurunan jasa lingkungan seperti kerugian keanekaragaman hayati (Fitzherbert et al., 2008), emisi karbon (Fargione et al., 2008; Ravindranath et al., 2009; Uryu et al., 2008), perubahan iklim dan pemanasan global (Sabajo et al., 2017).

Pembentukan perkebunan kelapa sawit menyebabkan penurunan penyerapan unsur karbon organik di dalam tanah setelah konversi hutan ke perkebunan. Hutan alam tropis adalah salah satu waduk terbesar untuk biomassa dan penyerap karbon (Danielsen et al., 2009). Konversi hutan untuk penggunaan lahan lainnya akan mengurangi sebagian besar biomassa di atas tanah per hektar dan melepaskan sejumlah besar karbon. Waktu pengembalian kerugian karbon akibat pembentukan perkebunan kelapa sawit jenis padang rumput yang terdegradasi adalah 10 tahun dan untuk hutan gambut sekitar 93 tahun (Block, 2009). Emisi gas rumah kaca diperkirakan sangat besar ketika pembentukan perkebunan kelapa sawit dengan tingkat emisi karbon rata-rata sekitar 100 ton/ha/tahun (Hooijer et al., 2011).

Kegiatan pembukaan lahan yang disertai dengan pembakaran hutan menyebabkan lahan menjadi terbuka dan akan melepaskan karbon dioksida ke

udara. Hal ini berdampak pada hilangnya cadangan karbon (*stock karbon*) yang berakibat pada peningkatan gas rumah kaca. Selain itu, perubahan tutupan lahan akibat konversi lahan menjadi perkebunan dan pertanian berdampak pada penerimaan radiasi matahari yang sampai ke permukaan tanah. Kondisi tersebut mengakibatkan degradasi hutan dan bertanggungjawab atas emisi gas rumah kaca yang merupakan salah satu faktor dalam perubahan iklim dan pemanasan global (Bernstein et al., 2008; Le Quéré et al., 2015).

Mencermati hal ini penting untuk diteliti lebih jauh terkait dampak ekspansi perkebunan kelapa sawit sebagai penyebab konversi lahan terhadap perubahan jasa lingkungan dalam mewujudkan keberlanjutan dan kelestarian lingkungan di Provinsi Riau. Penelitian ini sangat berguna dalam penyusunan arahan tata ruang wilayah, agar perencanaan pembangunan tidak menimbulkan penurunan kualitas sumberdaya ekosistem dan lingkungan. Beberapa pertanyaan yang muncul dalam penelitian ini (*research question*) adalah:

1. Bagaimana perubahan tutupan lahan setelah konversi lahan menjadi perkebunan kelapa sawit di Provinsi Riau?
2. Sejauh mana perubahan jasa lingkungan akibat konversi lahan menjadi perkebunan kelapa sawit di Provinsi Riau?

1.3. Tujuan dan Sasaran Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat sejauh mana konversi lahan menjadi perkebunan kelapa sawit berdampak pada perubahan jasa lingkungan di Provinsi Riau. Penelitian diharapkan menghasilkan informasi tentang perubahan jasa lingkungan akibat konversi lahan menjadi perkebunan kelapa sawit yang dapat digunakan sebagai masukan dalam penetapan kebijakan pengawasan penggunaan lahan dalam rangka menanggapi isu penurunan jasa lingkungan akibat konversi lahan.

Untuk mencapai tujuan tersebut ditetapkan sasaran penelitian ini sebagai berikut:

1. Memahami perkembangan kelapa sawit di Provinsi Riau dan permasalahan lingkungan melalui pendekatan teoretis, data sekunder yang diperoleh dari berbagai sumber;

2. Mengidentifikasi perubahan tutupan lahan akibat ekspansi perkebunan kelapa sawit di Provinsi Riau;
3. Mengidentifikasi perubahan jasa lingkungan akibat konversi lahan menjadi perkebunan kelapa sawit di Provinsi Riau;

1.4. Manfaat Penelitian

1.4.1. Manfaat Teoritis

Secara teoretis, penelitian diharapkan dapat memberi kontribusi bagi perkembangan ilmu pengetahuan dalam bidang penataan ruang, mengingat analisis spasial perkebunan khususnya kelapa sawit merupakan salah satu bagian yang penting dan perlu diperhatikan dalam upaya mewujudkan keberlanjutan dan menjaga kelestarian lingkungan terutama pada daerah penghasil kelapa sawit.

1.4.2. Manfaat Praktis

Secara praktis penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi penulis secara pribadi yang bekerja di pemerintahan khususnya pada bidang penataan ruang, dan secara umum bagi pihak-pihak yang berkepentingan. Manfaat praktis yang diharapkan meliputi:

1. Hasil penelitian dapat melihat perkembangan perkebunan kelapa sawit di Provinsi Riau yang diperoleh melalui penggalian data dan informasi yang bersumber dari data sekunder maupun data primer;
2. Hasil penelitian dapat menjadi informasi bagi *stakeholder* terkait khususnya pemerintah provinsi Riau dalam penetapan kebijakan pengendalian penggunaan lahan khususnya dalam menanggapi masalah penurunan kualitas lingkungan;
3. Dalam konteks keilmuan dapat menambah wawasan bidang penataan ruang atau bidang ilmu lainnya yang terkait.

1.5. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini dibagi menjadi dua yaitu 1) Ruang lingkup spasial dan 2) Ruang lingkup substansial. Ruang lingkup spasial merupakan wilayah penelitian secara fisik administratif yang menggambarkan dimana lokasi

penelitian dilakukan. Sementara ruang lingkup substansial mencakup hal-hal yang menjadi bagian dari pembahasan dalam penelitian ini.

1.5.1. Lingkup Spasial

Secara spasial penelitian ini mencakup wilayah provinsi Riau dengan batas wilayah administrasi yang telah disahkan. Provinsi Riau memiliki luas wilayah sebesar 8.915.016 ha yang terbentang disebagian lereng bukit barisan hingga berbatasan langsung dengan Selat Malaka sebagai salah satu wilayah laut dengan lalu lintas pelayaran terpadat di dunia.

Dalam sistim koordinat spasial Provinsi Riau terletak antara 01°05'00'' Lintang Selatan sampai 02°25'00'' Lintang Utara atara antara 100°00'00'' Bujur Timur – 105°05'00'' Bujur Timur (BPS, 2016). Batas adminitrasi provinsi Riau dapat dilihat pada Peta Administrasi Provinsi Riau.

1.5.2. Lingkup Substansial

Lingkup materi yang dibahas dalam penelitian ini disesuaikan dengan tujuan akhir penelitian yaitu “melihat sejauh mana konversi lahan menjadi perkebunan kelapa sawit berdampak pada perubahan jasa lingkungan di Provinsi Riau”. Dengan demikian materi yang akan dibahas dalam penelitian ini meliputi:

1. **Mengidentifikasi dan memahami perkembangan kelapa sawit khususnya di Provinsi Riau.** Pemahaman terhadap perkembangan kelapa sawit penting untuk memberikan gambaran mengenai dinamika komoditi kelapa sawit. Pembahasan ini akan dilakukan melalui data sekunder, studi literatur, dan data primer dari informasi aktual yang berkembang pada saat ini;
2. **Mengidentifikasi perubahan tutupan hutan (*landcover change*) setelah ekspansi kelapa sawit di Provinsi Riau.** Identifikasi perubahan tutupan lahan guna lahan dan dilakukan pada tahun 1990, 2000, 2010, 2018 sehingga dapat diketahui perkembangan luasan hutan dan perkebunan kelapa sawit. Analisis perubahan tutupan lahan dilakukan dengan interpretasi *remote sensing* (citra image);
3. **Melihat sejauh mana konversi lahan menjadi perkebunan kelapa sawit berdampak pada perubahan jasa lingkungan di Provinsi Riau.**

Lingkup substansi berfokus pada mengetahui sejauh mana ekspansi kelapa sawit berdampak pada jasa lingkungan dengan menggunakan beberapa parameter permasalahan lingkungan yaitu kerapatan vegetasi, cadangan karbon dan perubahan suhu permukaan;

4. **Merumuskan kesimpulan dan rekomendasi.** Hasil penelitian digunakan sebagai masukan bagi pemerintah dan *stakeholder* terkait untuk upaya mewujudkan keberlanjutan dan menjaga kelestarian lingkungan di Provinsi Riau.

1.6. Originalitas Penelitian

Penelitian yang akan dilakukan juga mempertimbangkan eksistensi penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya. Beberapa penelitian sebelumnya dengan topik yang sama dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Carlson et. al (2012) telah melakukan penelitian yang berjudul “Carbon emissions from forest conversion by Kalimantan oil palm plantations” pada tahun 2012. Penelitian tersebut menganalisis emisi karbon dari konversi hutan oleh perkebunan kelapa sawit 1990 – 2010 di Provinsi Kalimantan menggunakan citra Landsat dan perhitungan fluks karbon. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah interpretasi citra landsat multi-temporal untuk membedakan tipe tutupan lahan dan penghitungan jumlah karbon diatas dan dibawah tanah. Penelitian tersebut menghasilkan perkiraan fluks karbon akibat konversi hutan menjadi perkebunan kelapa sawit di Kalimantan. Pada penelitian yang dilakukan oleh Carlson et. al (2012), hanya melihat seberapa besar emisi karbon dari konversi hutan oleh perkebunan kelapa sawit. Namun, penelitian ini tidak mendeteksi perubahan suhu permukaan tanah yang dapat mempengaruhi perubahan iklim akibat konversi hutan oleh perkebunan kelapa sawit;
2. Ramdani and Hino (2013) juga melakukan penelitian konversi hutan oleh kelapa sawit terhadap masalah lingkungan. Penelitian yang berjudul “Land Use Changes and GHG Emissions from Tropical Forest Conversion by Oil Palm Plantations in Riau Province, Indonesia” pada tahun 2013 menunjukkan perkebunan kelapa sawit adalah sumber utama peningkatan

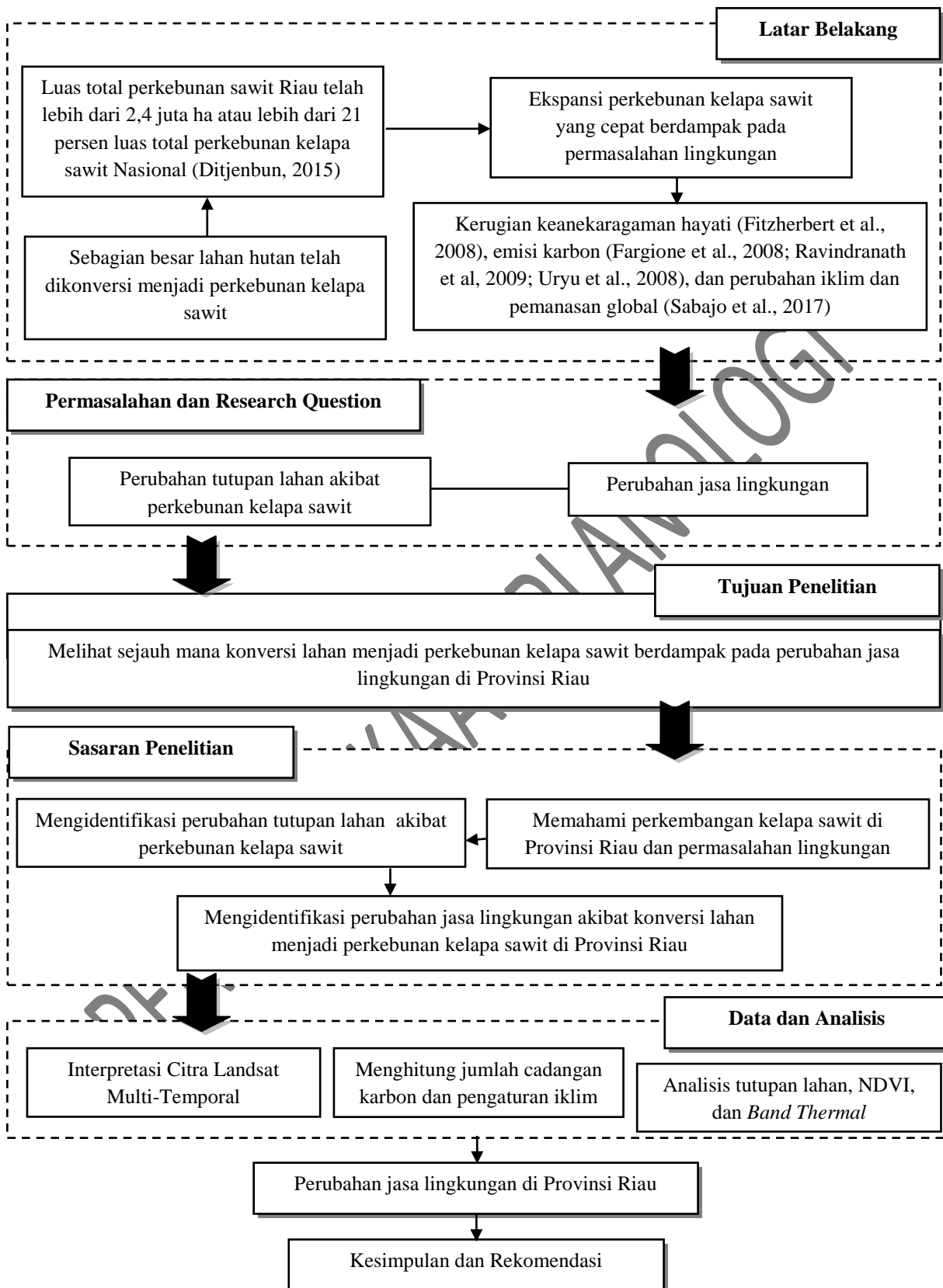
emisi gas rumah kaca. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah interpretasi citra landsat multi-temporal untuk mengklasifikasi perubahan penggunaan dan tutupan lahan dalam memantau perkembangan perkebunan kelapa sawit dan mengukur emisi gas rumah kaca dari konversi hutan. Penelitian ini menghasilkan perubahan luasan hutan yang menurun dari tahun 1990 sampai dengan 2012 sedangkan luasan perkebunan kelapa sawit meningkat cukup signifikan. Transformasi hutan tropis dan lahan gambut menjadi perkebunan kelapa sawit menjadi sumber utama emisi karbon yang mengakibatkan peningkatan emisi gas rumah kaca. Dari penelitian tersebut hanya melihat peningkatan emisi gas rumah kaca akibat konversi hutan menjadi perkebunan kelapa sawit, namun deteksi perubahan suhu permukaan yang mempengaruhi perubahan iklim dan pemanasan global belum dilakukan;

3. Sabajo, CR et. Al (2017), dalam penelitiannya yang berjudul “Expansion of oil palm and other cash crops causes an increase of the land surface temperature in the Jambi province in Indonesia” menganalisis dampak perubahan tutupan lahan hutan terhadap suhu permukaan tanah di Provinsi Jambi. Metode analisis yang digunakan adalah perbandingan band thermal pada citra landsat dan data MODIS, sedangkan analisis NDVI untuk mendeteksi tipe tutupan lahan akibat konversi hutan. Penelitian ini menunjukkan bahwa suhu permukaan rata-rata di Provinsi Jambi meningkat $1,05^{\circ}\text{C}$ mengikuti tren konversi hutan akibat ekspansi perkebunan kelapa sawit dan tanaman komersil lainnya. Penelitian ini mendeteksi suhu permukaan di Provinsi Jambi sedangkan deteksi suhu permukaan di Provinsi Riau belum dilakukan.

Dari beberapa penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya, penelitian terkait perubahan tutupan lahan menjadi perkebunan kelapa sawit yang dapat mempengaruhi jasa lingkungan di Provinsi Riau penting untuk dilakukan.

1.7. Kerangka Pemikiran

Secara sistematis kerangka pemikiran penulis dalam mencapai tujuan akhir penelitian, dapat digambarkan melalui diagram berikut ini.



GAMBAR 1.1
DIAGRAM KERANGKA PEMIKIRAN PENELITIAN

1.8. Metodologi Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian yang menghasilkan perubahan tutupan lahan hutan dan suhu permukaan tanah akibat konversi hutan menjadi perkebunan kelapa sawit di Provinsi Riau menggunakan pendekatan kuantitatif dengan interpretasi citra Landsat multi-temporal. Menurut Sugiyono (2013), penelitian kuantitatif merupakan penelitian yang memiliki kategori jelas serta positivistik berdasarkan asumsi permasalahan dan gejala kausal (sebab-akibat). Penelitian kuantitatif berhubungan erat dengan variabel sebagai indikator penelitian yang digunakan. Penelitian kuantitatif bertujuan untuk mengetahui informasi dari variabel-variabel dengan pengujian, menemukan hubungan, serta sebab-akibat yang terjadi. Sumber yang dijadikan dasar dalam penelitian kuantitatif adalah permasalahan yang berhubungan dengan konsep dan teori yang relevan.

Obyek penelitian ini adalah perubahan tutupan lahan dan jasa lingkungan yang terjadi secara periodik dari tahun 1990-2018 dengan subyek penelitian Provinsi Riau. Unit analisis penelitian ini adalah tutupan lahan hutan menjadi perkebunan kelapa sawit. Interpretasi citra Landsat multi-temporal berbasis Sistem Informasi Geografis diterapkan dalam menganalisis perubahan tutupan lahan dan jasa lingkungan dengan menggunakan aplikasi ArcGIS. Metode analisis yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari analisis perubahan tutupan lahan, analisis indeks kerapatan vegetasi, dan analisis identifikasi perubahan jasa lingkungan.

1.8.1. Metode Pengukuran dan Pengumpulan Data

Pengukuran data spasial dari data yang telah terkumpul dilakukan pengolahan dengan menggunakan metode sistem informasi geografis. Secara detail pengukuran tersebut dapat dilihat pada metode pengolahan citra dan analisis. Pengumpulan data dilakukan dengan pengambilan sampel area jenis tutupan lahan menggunakan metode *purposive sampling* pada setiap jenis tutupan lahan. Menurut Sugiyono (2013), *purposive sampling* adalah teknik penentuan sampel dengan pertimbangan-pertimbangan tertentu. Adapun pertimbangan-pertimbangan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain kemudahan aksesibilitas dan keterwakilan pada setiap jenis tutupan lahan. Disamping itu,

pengambilan sampel pada penelitian ini mempertimbangkan keterbatasan waktu dan tenaga karena wilayah Provinsi Riau yang sangat luas dan jauh.

Pengukuran koordinat data lapangan menggunakan alat bantu GPS (*global positioning system*). Jumlah titik yang diambil pada penelitian ini sebanyak 100 titik area jenis tutupan lahan yang tersebar di seluruh Provinsi Riau. Pengamatan lapangan ini bertujuan untuk mencocokkan tutupan lahan yang telah diinterpretasi pada citra secara visual dengan kondisi tutupan lahan sebenarnya di lapangan.

Data sekunder yang digunakan berasal dari kajian literatur dan data instansi. Kajian literatur penelitian ini bersumber dari artikel ilmiah, jurnal dan publikasi.

Secara lebih detail kebutuhan data disajikan pada tabel berikut:

TABEL 1.1
KEBUTUHAN DAN JENIS DATA

No.	Sasaran Penelitian	Kebutuhan Data	Jenis Data	Sumber Data
1	Memahami perkembangan kelapa sawit dan permasalahan lingkungan	Statistik perkebunan Indonesia (perkembangan industri sawit nasional)	Sekunder	Jurnal penelitian, artikel, publikasi, buku terkait permasalahan lingkungan akibat kelapa sawit
		Arah kebijakan pembangunan Provinsi Riau (RTRW Provinsi Riau)	Sekunder	Bappeda
		Rencana Strategis pengembangan perkebunan kelapa sawit Provinsi Riau	Sekunder	• Dinas Tanaman Pangan, Holtikultura dan Perkebunan
		Rencana Jangka Panjang Daerah (RPJPD) Provinsi Riau	Sekunder	Bappeda
		Arah Kebijakan Perkebunan kelapa sawit	Sekunder	Dinas Tanaman Pangan, Holtikultura dan Perkebunan
2	Mengidentifikasi perubahan tutupan lahan	Luas hutan menurut fungsi dan peruntukan Provinsi Riau	Sekunder	• Bappeda • Dinas Tanaman Pangan, Holtikultura dan Perkebunan

		<ul style="list-style-type: none"> • Citra landsat periode empat tahun berbeda (1990, 2000, 2010, 2018) (Path/Row : 125-128/58-61) • Peta Rupa Bumi Indonesia lokasi penelitian 	Sekunder	<ul style="list-style-type: none"> • Badan Informasi Geospasial • LAPAN • Dinas Tanaman Pangan, Holtikultura dan Perkebunan • USGS EarthExplorer
3	Mengidentifikasi perubahan jasa lingkungan akibat konversi lahan menjadi perkebunan kelapa sawit di Provinsi Riau	<ul style="list-style-type: none"> • Citra landsat periode empat tahun berbeda (1990, 2000, 2010, 2018) 	Primer dan Sekunder	<ul style="list-style-type: none"> • Bappeda • Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan • Balai Pemantapan Kawasan Hutan Wilayah 19 Provinsi Riau • Jurnal penelitian, artikel, publikasi, buku terkait paramater jasa lingkungan

Sumber: Analisis penulis, 2018

1.8.2. Teknik Pengolahan dan Metode Analisis Data

Dalam penelitian ini teknik pengolahan data dilakukan beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Inventarisasi dan Kompilasi Data

Pada tahap inventarisasi dilakukan berbagai kegiatan antara lain persiapan data, pengumpulan data spasial dan non-spasial, serta survei lapangan. Data yang dikumpulkan berupa data spasial terkait perubahan tutupan lahan dan suhu permukaan. Pada kegiatan survei lapangan dilakukan pengambilan titik jenis tutupan lahan yaitu hutan, semak belukar, ladang dan perkebunan kelapa sawit, pengamatan secara langsung di lokasi penelitian dan melakukan dokumentasi keadaan tapak. Selain itu juga dilakukan studi pustaka yang terkait dan mendukung tujuan dilakukannya penelitian.

Data spasial yang telah dikumpulkan dari sumberdaya yang tersedia kemudian diolah melalui pemanfaatan citra (interpretasi citra). Data satelit citra yang digunakan pada penelitian ini adalah citra landsat periode tiga tahun yang berbeda (1990, 2000, 2010, 2018) dengan (Path/Row: 125-128/58-61) untuk mengidentifikasi perubahan tutupan lahan Provinsi Riau. Pemanfaatan citra

landsat dalam penelitian ini pada dasarnya karena biaya yang rendah (*open access*) dan obyek studi yang luas se-Provinsi Riau yang menekankan pada hasil yang umum. Pemanfaatan citra Landsat sangat berguna untuk mempelajari area yang luas, terutama untuk mengukur tutupan lahan seperti area perkebunan dan kanopi vegetasi (Jia, K. et al, 2014).

2. Pengolahan Data Citra Digital

Tahap pengolahan citra digital digunakan untuk mengidentifikasi perubahan tutupan lahan. Citra yang digunakan adalah Citra Satelit Landsat 5 TM, dan Landsat 8 (OLI) periode empat tahun berbeda (1990, 2000, 2010, 2018) (Path/Row : 125-128/58-61). Pengolahan citra dilakukan dengan tahap sebagai berikut:

A. Pra-pengolahan (*preprocessing operations*)

Pra-pengolahan (*preprocessing operations*) citra meliputi koreksi radiometrik, koreksi geometrik, dan penajaman citra.

a. Koreksi Geometrik dan Koreksi Radiometrik

Sebelum diolah lebih lanjut, citra landsat yang digunakan harus dilakukan koreksi geometrik dan radiometrik. Pada prinsipnya koreksi geometrik adalah penempatan kembali posisi piksel sedemikian rupa, sehingga pada citra digital yang tertransformasi dapat dilihat gambaran obyek di permukaan bumi yang terekam sensor. Koreksi geometrik dilakukan untuk menambah akurasi geometrik citra yang seragam mencakup sistem koordinat dan skala. Sistem koordinat dan proyeksi peta tertentu dijadikan rujukan untuk koreksi geometrik ini sehingga diperlukan titik ikat lapangan atau *Ground Control Point (GCP)*.

b. Penajaman Citra

Penajaman citra bertujuan untuk peningkatan mutu citra, yaitu menguatkan kontras kenampakan yang tergambar dalam citra digital. Penajaman citra dilakukan sebelum penampilan citra atau sebelum dilakukan interpretasi, dengan maksud untuk menambah jumlah informasi yang dapat diinterpretasi secara digital maupun interpretasi manual.

B. Pembuatan Citra Komposit

Penyusunan citra komposit warna digunakan untuk menonjolkan obyek yang ada pada citra (seperti air, vegetasi, dan tanah) yang akan digunakan untuk

analisis selanjutnya, yaitu interpretasi visual bentuk lahan dan analisis klasifikasi multispektral. Citra komposit dimanfaatkan sebagai citra tampilan dalam pengambilan sampel, sehingga dengan pemilihan citra komposit yang tepat akan memudahkan dalam pengambilan sampel.

C. Klasifikasi Citra Digital

Klasifikasi citra digital bertujuan untuk identifikasi kenampakan spektral obyek dapat dilakukan dengan dasar pola spektral. Pola obyek yang dimaksud dalam penginderaan jauh adalah susunan keruangan, ciri (karakteristik), yang menandai berbagai obyek.

TABEL 1.2
DATASET UNTUK ANALISIS CITRA LANDSAT

Data	Type	Tahun	Sumber
Data Satelit	Multi spectral		https://earthexplorer.usgs.gov
Provinsi Riau (Path/Row: 125-128/58-61)	Landsat 5 TM	1990	
	Landsat 5 TM	2000	
	Landsat 5 TM	2010	
	Landsat 8 OLI	2018	

Klasifikasi data citra merupakan kegiatan untuk menentukan kelas-kelas yang terdapat pada data citra. Kelas-kelas tersebut menunjukkan kategori-kategori lahan dan didasarkan pada warna yang tampak dalam data citra. Klasifikasi dilakukan dengan cara mengelompokkan warna yang sama pada citra ke dalam kelas-kelas tertentu. Kegiatan klasifikasi terbagi atas dua tahap yaitu klasifikasi citra tidak terbimbing (*unsupervised*) dan klasifikasi citra terbimbing (*supervised*). Klasifikasi citra tidak terbimbing (*unsupervised*) dilakukan sebelum pengambilan data di lapangan (*ground check*). Penentuan kelaskelas tidak didefinisikan sendiri dan peta hasil klasifikasi ini dapat dijadikan acuan saat pengambilan data di lapangan. Klasifikasi citra terbimbing (*supervised clasification*) merupakan kegiatan klasifikasi kelas-kelas citra yang didefinisikan sendiri (Jaya, 2010). Pendefinisian ini didasarkan pada data lapangan yang telah diperoleh berupa titik-titik koordinat yang ditandai dengan GPS. Kelas-kelas yang didefinisikan menunjukkan jenis penutupan lahan yang ada di lapangan. Alat yang digunakan

dalam klasifikasi ini adalah *maximum likelihood classification*. Hasil dari klasifikasi citra ini adalah peta penutupan lahan. Gambaran penutupan lahan diperoleh melalui pengolahan peta rupa bumi, peta batas kawasan, dan citra Landsat.

Dalam penelitian ini metode analisis data dilakukan dengan mengacu pada tujuan penelitian dengan uraian sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi perubahan tutupan lahan (*landcover change*)

A. Analisis

Klasifikasi visual citra merupakan suatu proses penyusunan, pengurutan, atau pengelompokan semua piksel yang terdapat dalam band citra ke dalam beberapa kelas berdasarkan kriteria sehingga menghasilkan peta tematik (Prahasta, 2008).. Hasil klasifikasi kemudian diberi nama jenis tutupan lahan dengan bantuan peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) dan unsur interpretasi yaitu rona atau warna (*tone*), tekstur, bentuk pola, ukuran, bayangan, dan asosiasi.

Observasi lapangan perlu dilakukan untuk cek silang antara tampilan pada citra dan kondisi riil dalam mengidentifikasi obyek dan fitur yang muncul pada citra landsat seperti lahan pertanian dan perkebunan, dan yang paling penting jenis penggunaan lahan perkebunan kelapa sawit. Data vektor yang telah dikonversi diubah menjadi format KML / KMZ untuk membuat data yang tersedia untuk tampilan dan validasi tutupan lahan dilakukan di Google Earth. Survei lapangan dilakukan untuk verifikasi menggunakan sistem posisi global (GPS) yang dipilih secara acak dari masing-masing hasil klasifikasi dan penilaian visual.

TABEL 1.3
DESKRIPSI KELAS TUTUPAN LAHAN

No.	Label Kelas	Deskripsi
1	Hutan	Seluruh hamparan baik kering maupun basah yang didominasi oleh pohon
2	Perkebunan kelapa sawit	Seluruh kawasan kenampakan kebun dengan jenis vegetasi kelapa sawit yang dicirikan adanya pola grid jaringan jalan perkebunan

Sumber: Carlson KM et al. (2012)

B. Uji Akurasi

Setelah dihasilkan peta penutupan lahan, maka perlu dilakukan uji dengan menghitung tingkat akurasi peta tersebut di lapangan. Uji ketelitian dilakukan setelah melakukan survei lapangan terhadap hasil klasifikasi. Uji yang dilakukan melalui 2 (dua) cara, yaitu observasi langsung ke lapangan atau menggunakan nilai piksel. (Ketut, I.B.W, 2013). Penelitian ini menggunakan uji ketelitian berdasarkan area contoh yang dapat dilakukan menggunakan matrik kesalahan seperti yang disajikan pada Tabel 1.4. Matrik kesalahan tersebut memberikan informasi mengenai penyimpangan klasifikasi yang berupa kelebihan jumlah piksel dari kelas yang lain atau emisi (*omission*) dan kekurangan jumlah piksel pada masing-masing kelas atau komisi (*comission*). Kesalahan emisi (*omission error*) dikenal juga dengan istilah akurasi pembuat (*producer's accuracy*) yaitu akurasi yang diperoleh dengan membagi piksel yang benar dengan jumlah total piksel dari data acuan per kelas. Akurasi lainnya adalah akurasi pengguna (*user's accuracy*), yaitu akurasi yang diperoleh dengan membagi jumlah piksel yang benar dengan total piksel yang dikelaskan ke dalam kelas tersebut, akurasi ini dikenal juga dengan istilah kesalahan komisi (*comission error*).

TABEL 1.4
MATRIK KESALAHAN

Kelas referensi	Dikelaskan ke kelas		Jumlah piksel	Akurasi pembuatan
	A	B		
A	X_{11}	X_{12}	X_{1+}	X_{11}/ X_{1+}
B	X_{21}	X_{22}	X_{2+}	X_{22}/ X_{2+}
Total piksel	X_{+1}	X_{+2}	N	
Akurasi pengguna	X_{11}/ X_{+1}	X_{22}/ X_{+2}		

Sumber: Jaya (2010)

Secara matematis jenis-jenis akurasi tersebut dinyatakan sebagai berikut (Jaya, 2010):

$$User' accuracy = \frac{X_{ii}}{X_{+i}} \times 100\%$$

$$Producer's accuracy = \frac{X_{ii}}{X_{+i}} \times 100\%$$

$$Kappa\ accuracy = \frac{N \sum_{i=1}^r X_{ii} \sum_{i=1}^r X_{i+} X_{+i}}{N^2 - \sum X_{i+} X_{+i}} \times 100\%$$

C. Deteksi perubahan penutupan lahan

Hasil klasifikasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah periode waktu temporal empat tahun berbeda yaitu 1990, 2000, 2010, 2018. Data tersebut digunakan dalam analisis perubahan tutupan lahan dalam mendeteksi kecenderungan perubahannya. Analisis ini menggunakan aplikasi penginderaan jauh (*remote sensing*) dengan *overlay* citra periode tahun 1990, 2000, 2010, 2018. Kemudian perubahan yang terlihat dirumuskan dalam bentuk tabel dan grafik untuk memudahkan dalam melihat perubahan tutupan lahan yang terjadi

2. Mengidentifikasi Kerapatan Vegetasi dengan NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*)

Pada penelitian ini, kondisi kerapatan vegetasi sebagai dampak dari Konversi lahan dari hutan menjadi perkebunan kelapa sawit menggunakan rumus NDVI yang dihitung pada citra band komposit. Analisis NDVI pada citra Landsat 5 TM tahun 1990, 2000, 2010 menggunakan band 3 (Red) dan band 4 (Near Infrared) sedangkan pada citra Landsat 8 OLI tahun 2018 menggunakan band 4 (Red) dengan band 5 (Near Infrared). NDVI memiliki korelasi dengan kandungan khlorofil yang membantu dalam menggambarkan vegetasi dan non vegetasi suatu wilayah. Nilai NDVI mendekati nilai satu (1) yang ditunjukkan dengan warna terang, sedangkan untuk non-vegetasi, nilai NDVI mendekati minus satu (-1) dengan warna gelap. Adapun persamaan NDVI (Tucker, 1986, dalam Effat HA dan Hasan, 2014) sebagai berikut:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

Dimana:

NIR = band near infrared (band 4 untuk Landsat 5, band 5 untuk Landsat 8)

RED = band merah (band 3 untuk Landsat 5, band 4 untuk Landsat 8)

Penelitian ini menambahkan faktor vegetasi untuk menghitung nilai LST dengan menggunakan Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) untuk menentukan nilai emissivitas permukaan bumi.

3. Menilai Perubahan Jasa Lingkungan

Jasa lingkungan yang dijadikan fokus kajian dalam penelitian ini yaitu penyimpangan cadangan karbon dan ameliorasi iklim. Jasa lingkungan tersebut menjadi isu permasalahan pengelolaan lingkungan di Provinsi Riau.

A. Menghitung Jumlah Cadangan Karbon

Data yang digunakan sebagai variabel dalam menghitung cadangan karbon adalah luas tutupan lahan tahun 1990, 2000, 2010, dan 2018. Alat yang digunakan adalah *carbon calculator* dengan menghitung cadangan karbon pada berbagai jenis tutupan lahan. Jenis tutupan lahan yang menjadi kategori dalam perhitungan *carbon calculator* adalah hutan, semak belukar, ladang/tegalan, perkebunan kelapa sawit, dan permukiman. Adapun persamaan dalam menghitung jumlah cadangan karbon (Ketut, I.B.W, 2013) sebagai berikut:

$$C_{tc} = \frac{\sum C_{plot}}{N_{plot}} \times \text{luas tutupan lahan (ha)}$$

Dimana :

C_{tc} = Total cadangan karbon (Ton C/ha)

N_{plot} = Jumlah plot dalam tipe tutupan lahan

C_{plot} = Total cadangan karbon per hektar dalam tipe tutupan lahan

B. Menilai Perubahan Iklim Berdasarkan Suhu Permukaan Tanah (*Land Surface Temperature*)

Data citra satelit Landsat dapat menghasilkan suhu permukaan tanah. Suhu permukaan tanah diperoleh dari koreksi band 6 (TIR) Landsat 5 TM, sedangkan band 10 dan 11 pada Landsat 8 OLI dengan panjang gelombang 10.40-12.50 μm . Spektral infra merah termal yang dapat digunakan untuk menganalisis tegakan tumbuhan, pemisahan kelembaban tanah dan pemetaan panas (Lillesand dan Kiefer 1979). Band 6 atau biasa disebut dengan band termal ini memiliki resolusi spasial 60 m (Arvidson, 2002 dalam Weng, 2004).

Adapun langkah-langkah untuk memperoleh distribusi suhu permukaan tanah sebagai berikut:

- a. Langkah pertama mengkonversi nilai Digital Number (DN) citra Landsat band *thermal infrared* (TIR) menjadi Spectral Radiance (Markham dan Barker, 1985):

Untuk Landsat 5:

$$L\lambda = ((LMAX\lambda - LMIN\lambda)/(QCAL MAX - QCAL MIN)) * (QCAL - QCAL MIN) + LMIN\lambda$$

Untuk Landsat 8:

$$L\lambda = 0.0003342 * QCAL + 0.1$$

Dimana:

$L\lambda$ = Spectral Radiance

$LMIN$ = Spectral Radiance dari nilai DN 1

$LMAX$ = Spectral Radiance dari nilai DN 255

$QCAL$ = Nilai piksel citra satelit (DN/Digital Number)

- b. Langkah kedua mengkonversi data cahaya dari langkah pertama, menjadi derajat Kelvin (Coll et al., 2010), dengan persamaan sebagai berikut:

$$TB = \frac{K2}{\ln\left\{\frac{K1}{L\lambda} + 1\right\}}$$

Dimana:

TB = Suhu kecerahan dalam Kelvin

$K1$ = Kalibrasi Konstanta 1 (Tabel 1.5)

$K2$ = Kalibrasi Konstanta 2 (Tabel 1.5)

$L\lambda$ = Spectral Radiance

TABEL 1.5
KALIBRASI KONSTANTA BAND THERMAL

Sensor		Konstanta (K1)	Konstanta (K2)
Landsat 5 TM	Band 6	607.76	1260.56
Landsat 8 OLI	Band 10	774.8853	1321.0789
	Band 11	480.8883	1201.1442

Sumber: Metadata Citra Landsat 5 TM dan 8 OLI

- c. Langkah ketiga menilai suhu emisivitas.

Pada langkah ini menilai suhu emisi dari setiap obyek terluar dari permukaan. Suhu emisivitas obyek berhubungan dengan nilai kerapatan vegetasi hasil NDVI. Adapun rumus suhu emisivitas yaitu:

$$e = 0.004PV + 0.986$$

Dimana:

e = nilai emisivitas benda

$$PV = (NDVI - NDVI_{\min} / NDVI_{\max} - NDVI_{\min})^2$$

- d. Langkah ketiga mengkonversi suhu kecerahan menjadi suhu permukaan

Suhu permukaan adalah suhu bagian terluar dari suatu obyek yang mendapatkan energi dari sinar matahari. Suhu permukaan menurut data satelit adalah suhu rata-rata dari suatu permukaan yang digambarkan dengan tipe-tipe permukaan dalam cakupan suatu piksel. Suhu permukaan dapat dihitung dengan mengetahui nilai emisivitas dari berbagai penggunaan lahan. Adapun persamaan suhu permukaan (Artis dan Carnahan, 1982), yaitu

$$TS = \frac{TB}{1 + \left\{ \frac{\lambda TB}{\sigma} + e \right\}}$$

Dimana:

TS = Suhu permukaan (K)

TB = Suhu kecerahan

λ = Panjang gelombang radiasi emisi (11.5 μm)

σ = 1,438 x 10⁻² mK

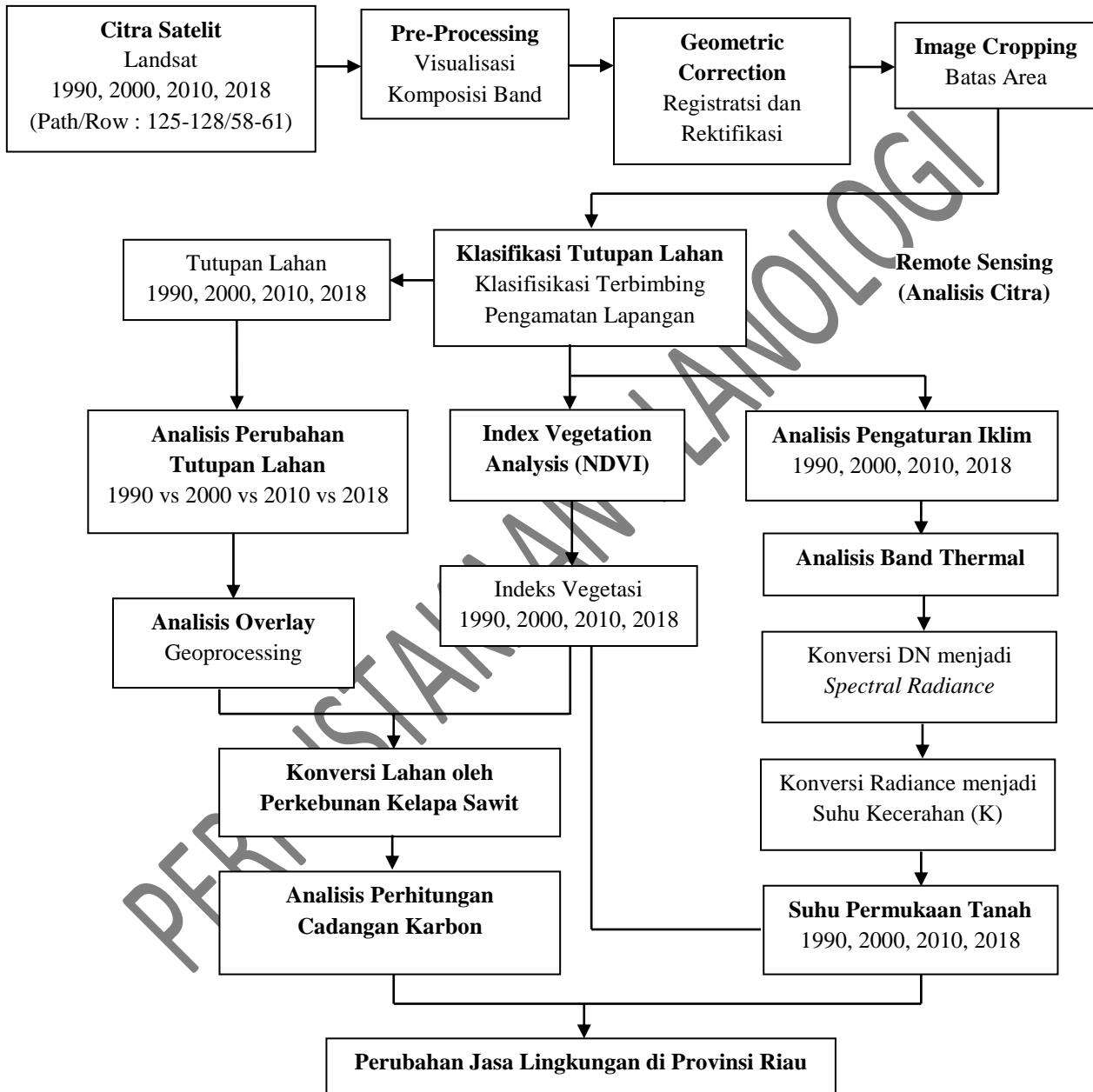
e = Nilai emisivitas benda

- e. Konversi suhu dalam satuan Kelvin menjadi Celcius

$$TCelcius = TKelvin - 273.15$$

1.9. Kerangka Analisis

Kerangka analisis menggambarkan keseluruhan komponen dari tahapan yang akan dilakukan dalam proses analisis data. Kerangka analisis terdiri dari beberapa tahapan sesuai dengan sasaran penelitian guna menjawab tujuan penelitian, secara detail disajikan pada diagram Gambar 1.2.



Sumber: Analisis penulis, 2018

GAMBAR 1.2
DIAGRAM KERANGKA ANALISIS PENELITIAN

1.10. Sistematika Pembahasan

Penelitian ini akan dijabarkan dalam lima bab, yang terdiri dari:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang, perumusan masalah, tujuan dan sasaran penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, originalitas penelitian, kerangka pemikiran, metodologi penelitian dan sistematika pembahasan.

BAB II : KAJIAN LITERATUR PERUBAHAN JASA LINGKUNGAN AKIBAT KONVERSI LAHAN MENJADI PERKEBUNAN KELAPA SAWIT

Bab dua berisikan literatur dan informasi terkait yang dapat meningkatkan pemahaman terhadap perkebunan kelapa sawit serta dinamika perkembangannya. Pembahasan studi literatur dilakukan dalam beberapa sub pembahasan: (1) memahami perkembangan kelapa sawit khususnya di Provinsi Riau. pemahaman terhadap perkembangan kelapa sawit penting untuk memberikan gambaran mengenai dinamika perkebunan kelapa sawit dalam perpektif lingkungan. (2) memahami analisis perubahan tutupan lahan (*landcover change*) setelah ekspansi perkebunan kelapa sawit di Provinsi Riau. Materi yang dibahas yaitu analisis perubahan tutupan lahan dengan interpretasi *remote sensing* (citra image). (3) memahami perubahan jasa lingkungan. Hal yang dibahas yaitu perubahan jasa lingkungan akibat konversi lahan menjadi perkebunan kelapa sawit.

BAB III : GAMBARAN UMUM PROVINSI RIAU SEBAGAI LOKASI PENELITIAN

Bab tiga berisikan informasi mengenai (1) Wilayah adminitrasi dan kondisi fisik Provinsi Riau yang terdiri dari kondisi topografi, geologi, geomorfologi, dan klimatologi, (2) penggunaan lahan; dan (3) potensi pengembangan wilayah.

BAB IV : ANALISIS PERUBAHAN JASA LINGKUNGAN AKIBAT KONVERSI LAHAN MENJADI PERKEBUNAN KELAPA SAWIT

Bab empat menyajikan pembahasan mengenai: 1) deteksi konversi lahan menjadi perkebunan kelapa sawit. Analisis ini menguraikan deteksi perubahan

lahan menjadi perkebunan kelapa sawit dengan serangkaian periode waktu empat tahun yang berbeda yaitu 1990, 2000, 2010 dan 2018. 2) deteksi kerapatan vegetasi dengan NDVI. Analisis ini menguraikan kondisi kerapatan vegetasi sebagai dampak dari konversi lahan menjadi perkebunan kelapa sawit. 3) Analisis perubahan jasa lingkungan. Pada analisis ini menjelaskan perubahan jasa lingkungan yang dihasilkan dalam perhitungan cadangan karbon dan perubahan iklim.

BAB V : KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Bab lima menyajikan kesimpulan dan rekomendasi hasil penelitian yang dilakukan mengenai perubahan jasa lingkungan akibat konversi lahan menjadi perkebunan kelapa sawit di Provinsi Riau dalam upaya mewujudkan pembangunan yang berkelanjutan.

PERPUSTAKAAN PLANologi