

TREN PENELITIAN TENTANG PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN DAN LAHAN PERTANIAN PANGAN BERKELANJUTAN DI INDONESIA

RESEARCH TRENDS OF LAND USE CHANGES AND SUSTAINABLE FOOD AGRICULTURAL LAND IN INDONESIA

Dewi Gafuruningtyas^{1,2}

¹Magister Departemen Geografi FMIPA Universitas Indonesia, Depok, Indonesia

²Kantor Pertanahan Kota Ternate, Ternate, Indonesia

Koresponden email: dewigafura@gmail.com

ABSTRAK

Seiring dengan dinamika pembangunan yang ditandai pertumbuhan ekonomi dan demografi di Indonesia, setiap tahunnya alih fungsi lahan pertanian menjadi nonpertanian semakin meningkat. Kondisi ini tentunya mengancam ketahanan pangan di Indonesia. Oleh sebab itu, pemerintah berupaya menekan konversi lahan pertanian dengan menerbitkan Undang-Undang Nomor 41 Tahun 2009 tentang Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan atau disingkat PLP2B. Artikel ini bertujuan untuk menganalisis tren penelitian mengenai perubahan penggunaan lahan dan lahan pertanian pangan berkelanjutan (LP2B). Metode yang digunakan adalah *PRISMA framework* untuk menentukan jumlah artikel yang akan dianalisis. Analisis artikel yang sudah ditetapkan dilakukan dengan menggunakan analisis *bibliometric* yang diolah melalui Rstudio. Hasilnya menunjukkan bahwa dalam kajian perubahan penggunaan lahan pada dasarnya terbagi menjadi dua klaster. Pada klaster pertama kajian lebih menekankan pada penggunaan lahan dan faktor pengaruhnya (aktivitas manusia, deforestasi, populasi/antropogeni, pembangunan berkelanjutan) serta metode yang sering digunakan dalam kajian yakni penginderaan jauh. Sedangkan pada klaster kedua, kajiannya terkait dengan lingkungan yakni vegetasi, pertanian, ekosistem, konservasi, dan manusia. Kajian mengenai LP2B pun secara garis besar terbagi menjadi dua yakni pemodelan peta indikasi LP2B pada wilayah yang belum memiliki penetapan LP2B dan evaluasi terhadap implementasi LP2B pada wilayah yang sudah menetapkan luasannya.

Kata kunci : spatio temporal, LP2B, bibliometric, PRISMA.

ABSTRACT

Along with the dynamics of development marked by economic and demographic growth in Indonesia, every year the conversion of agricultural land to non-agricultural land is increasing. This condition certainly threatens food security in Indonesia. Therefore, the government is trying to suppress the conversion of agricultural land by issuing Law Number 41 of 2009 concerning the Protection of Sustainable Food Agricultural Land or abbreviated as PLP2B. This article aims to analyze research trends regarding land use change and sustainable food agriculture (LP2B). The method used is the PRISMA Framework to determine the number of articles to be analyzed. The analysis of the articles that have been determined is carried out using bibliometric analysis which is processed through Rstudio. The results show that the study of land use change is basically divided into two klasters. In the first klaster, the study places more emphasis on land use and its influencing factors (human activities, deforestation, population/anthropogeny, sustainable development) as well as the method often used in the study, namely remote sensing. While in the second klaster, the studies are related to the environment, namely vegetation, agriculture, ecosystems, conservation, and humans. The study of LP2B is broadly divided into two, namely modeling of LP2B indication maps in areas that do not yet have LP2B determinations and evaluation of LP2B implementation in areas that have determined their area.

Keywords : spatio temporal, PRISMA, bibliometric, LP2B.

I. PENDAHULUAN

Perubahan penggunaan lahan pertanian menjadi nonpertanian adalah topik yang banyak dibahas sejak lama. Alih fungsi lahan pertanian menjadi nonpertanian secara masif pada akhirnya dapat menimbulkan dampak negatif utamanya terkait penyediaan pangan bagi masyarakat karena berpengaruh terhadap produksi pangan, lingkungan fisik, dan kesejahteraan masyarakat petani (Iqbal et al., 2020). Indonesia dikenal sebagai negara agraris dengan kekayaan alam yang melimpah dan posisi geografis yang strategis yang berarti bahwa sektor pertanian adalah sektor yang paling berpengaruh terhadap perekonomiannya (Firdaus et al., 2021). Akan tetapi, seiring dengan dinamika pembangunan yang ditandai pertumbuhan ekonomi dan demografi di Indonesia, pada tahun 1980-an terjadi fenomena konversi lahan yang masif dari pertanian menjadi nonpertanian di Pulau Jawa (Ashari, 2003). Berdasarkan data tutupan lahan yang dikeluarkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Tahun 2021, luas lahan sawah di Pulau Jawa di tahun 2020 sebesar 3.565.000 hektar atau sebesar 26,77% dari luas lahan di Pulau Jawa. Kondisi ini berbeda dengan luasan sawah pada tahun 2008 yang sebesar 3.687.000 hektar atau 27,55% dari luas lahan di Pulau Jawa. Apabila dibandingkan dengan data terakhir yang dikeluarkan oleh KLHK (tahun 2020), maka terjadi penurunan luas lahan sawah di Pulau Jawa sebesar 0.78% atau seluas 122.000 hektar.

Sektor pertanian di Indonesia apabila dilihat dari PDRB tahun 2019-2020 merupakan salah satu sektor penyokong perekonomian Indonesia. Berdasarkan data BPS (2021), sektor pertanian, kehutanan, dan perikanan memberikan kontribusi sebesar 13,70 % terhadap perekonomian Indonesia pada tahun 2020. Apabila konversi lahan tidak ditekan dengan serius oleh pemerintah dengan penegakan hukum yang keras maka sektor pertanian menjadi 'tidak berdaya' apabila dibandingkan dengan sektor industri. Dalam upaya menekan alih fungsi lahan pertanian khususnya untuk tanaman pangan, pemerintah telah menerbitkan Undang-Undang Nomor 41 Tahun 2009 tentang Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan atau disingkat PLP2B. Kebijakan LP2B berfungsi sebagai perlindungan lahan yang terkait erat dengan penataan ruang terutama

daerah pedesaan dan sebagai langkah identifikasi area yang diperuntukkan bagi pertanian (Prayitno et al., 2021). Namun, pelaksanaannya hingga saat ini masih mengalami berbagai kendala di berbagai daerah. Sebagai contoh, di Jawa Barat maupun Jawa, Balitbang Pertanian memberikan pernyataan alih fungsi lahan sulit dikendalikan, demikian dengan Bappenas yang menyimpulkan bahwa LP2B belum terencana dengan matang (Irawati, 2020).

Berdasarkan deskripsi di atas, alih fungsi lahan pertanian menjadi salah satu topik yang cukup populer dibahas di kalangan para peneliti hingga saat ini. Apabila merujuk pada *database* Scopus, terdapat 1.003 dokumen yang terkait dengan perubahan penggunaan lahan, pertanian, dan penginderaan jauh dalam rentang waktu 1985-2022. Sedangkan untuk topik yang hampir sama terkait perubahan penggunaan lahan dan penginderaan jauh namun pada sisi pertumbuhan kota, terdapat sebanyak 472 dokumen di *database* Scopus dalam rentang waktu 1981-2022. Berbagai metode pun dilakukan dalam menganalisis perubahan lahan serta langkah mempertahankan lahan pertanian. Untuk itu, studi ini bertujuan untuk menganalisis tren perkembangan penelitian mengenai perubahan penggunaan lahan beserta metode yang banyak digunakan dalam analisisnya dan menganalisis tren perkembangan penelitian mengenai kebijakan lahan pertanian pangan berkelanjutan (LP2B) di Indonesia.

II. METODE

Tinjauan sistematis (*systematic review*) bertujuan untuk mensintesis penelitian dan temuan sebelumnya. Tinjauan sistematis berdasarkan definisi Cochrane Collaboration adalah tinjauan dari pertanyaan yang dirumuskan dengan jelas yang menggunakan metode sistematis dan eksplisit untuk mengidentifikasi, memilih, dan menilai secara kritis penelitian yang relevan, dan untuk mengumpulkan dan menganalisis data dari penelitian yang termasuk dalam tinjauan (Moher et al., 2009). Tinjauan sistematis mencakup lima (5) langkah penting yang harus diikuti diantaranya; merumuskan pertanyaan penelitian dan ruang lingkupnya, mengumpulkan data dan menentukan sumber, menyaring data dan mendapatkan data yang relevan, serta langkah terakhir adalah merangkum (Armstrong et al., 2011; Aslam & Rana, 2022). Dalam studi ini, 225 publikasi

dari *database* Scopus dan Google Scholar dilakukan oleh penulis mengikuti langkah-langkah tinjauan sistematis. Ruang lingkup tinjauan sistematis ini adalah perubahan penggunaan lahan pertanian dengan memperhatikan kebijakan mengenai lahan pertanian pangan berkelanjutan (LP2B) di Indonesia.

A. PRISMA Framework

PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyse) sebelumnya dikenal sebagai QUOROM (QUality of Reporting of Meta-analyses), terminologinya telah berubah karena adanya kebutuhan untuk mencakup tinjauan sistematis dan meta-analisis. Meta-analisis mengacu pada penggunaan teknik statistik dalam tinjauan sistematis untuk mengintegrasikan hasil studi yang disertakan. Kerangka kerja PRISMA terdiri dari diagram alir dengan empat fase; peninjau harus terlebih dahulu mencari literatur dan mencatat hasilnya dalam catatan (*records*), setelah catatan (*records*) ini disaring dan kriteria kelayakan diterapkan, sejumlah kecil artikel akan tetap ada sebagai studi yang disertakan untuk analisis terperinci (Moher et al., 2009).

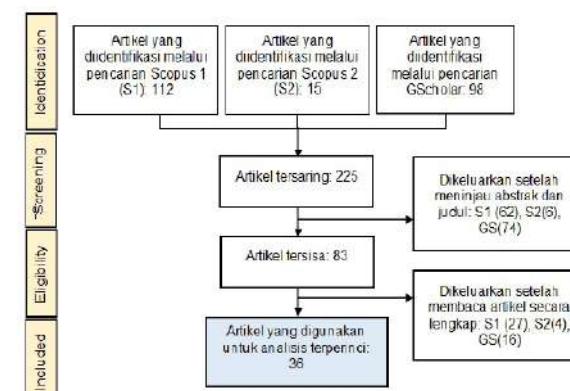
Dalam studi ini, dua database, Scopus dan Google Scholar digunakan untuk mencari artikel yang relevan menggunakan beberapa kata kunci: *spatio temporal*, *agricultural*, *land use change*, *LP2B*, perubahan penggunaan lahan pertanian, untuk mengkaji mengenai perubahan penggunaan lahan pertanian dan kaitannya dengan kebijakan LP2B. Untuk mencari artikel yang relevan dengan topik, pencarian berdasarkan kata kunci ini kemudian dikembangkan sesuai dengan basis data yang sudah dipilih (Tabel 1) dengan beberapa kriteria yang ditentukan (Tabel 2). Pencarian pada *database* Scopus dilakukan sebanyak dua kali untuk melakukan artikel dengan dua tema yang berbeda yakni pada *database* Scopus 1 (S1) dikhususkan untuk pencarian artikel terkait dengan perubahan penggunaan lahan, sedangkan pada Scopus 2 (S2) dikhususkan untuk pencarian artikel terkait dengan LP2B yang sudah diterbitkan dalam jurnal internasional. Sedangkan pada pencarian dengan menggunakan Google Scholar dilakukan untuk mendapatkan artikel tambahan terkait LP2B yang diterbitkan pada jurnal nasional karena keterbatasan

jumlah artikel mengenai LP2B yang didapatkan pada jurnal internasional melalui *database* Scopus.

Tabel 1 Query yang Digunakan dalam Pencarian Data

Database	Keywords
Scopus 1	TITLE-ABS-KEY("spatio temporal" "agricultural" "land use change") AND PUBYEAR > 2017 AND PUBYEAR < 2023 AND (LIMIT-TO (DOCTYPE,"ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE,"cp")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE,"English")) AND (EXCLUDE (SUBJAREA,"ENER") OR EXCLUDE (SUBJAREA,"ENGI") OR EXCLUDE (SUBJAREA,"MEDI") OR EXCLUDE (SUBJAREA,"BIOC") OR EXCLUDE (SUBJAREA,"COMP") OR EXCLUDE (SUBJAREA,"ECON") OR EXCLUDE (SUBJAREA,"PHYS") OR EXCLUDE (SUBJAREA,"CHEM") OR EXCLUDE (SUBJAREA,"MULT") OR EXCLUDE (SUBJAREA,"BUSI") OR EXCLUDE (SUBJAREA,"CENG") OR EXCLUDE (SUBJAREA,"IMMU") OR EXCLUDE (SUBJAREA,"MATE") OR EXCLUDE (SUBJAREA,"MATH") OR EXCLUDE (SUBJAREA,"NEUR"))
Scopus 2	"LP2B"
Google Scholar	"Perubahan Penggunaan Lahan Pertanian", "LP2B"

Sumber: Hasil olahan penulis, 2022



Sumber: Hasil olahan penulis, 2022

Gambar 1 Kerangka Kerja PRISMA dalam Penentuan Artikel untuk Studi

Tabel 2 Kriteria yang Digunakan dalam Pencarian Data

	Kriteria yang digunakan	Kriteria yang dikeluarkan
1	Jurnal internasional (topik dan tema) dan jurnal nasional (tema dan lokasi)	Artikel yang diterbitkan dibawah tahun 2018 (khusus untuk Perubahan Penggunaan Lahan)
2	Tipe dokumen: artikel dan makalah konferensi	Subjek area yang tidak relevan dengan topik dan tema: chemical engineering, immunology and microbiology, dan lainnya
3	Artikel dalam Inggris dan Indonesia	

Sumber: Hasil olahan penulis, 2022

Pemilihan artikel yang akan digunakan disesuaikan dengan kriteria yang sudah ditetapkan (Tabel 2). Jurnal yang digunakan adalah jurnal internasional dan nasional yang tidak dibatasi dengan peringkat indeks jurnal. Pencarian pada basis data dilakukan pada bulan September tahun 2022 dengan artikel dalam bahasa Inggris dan bahasa Indonesia. Jenis dokumen yang digunakan adalah artikel dan makalah konferensi. Kajian literatur untuk metode perubahan penggunaan lahan terbatas pada penelitian yang diterbitkan pada tahun 2018-2022 untuk mengetahui metode yang banyak digunakan dalam analisis perubahan penggunaan lahan dalam periode lima tahun terakhir, sedangkan untuk artikel mengenai LP2B tidak dibatasi dengan waktu karena masih terbatasnya jumlah penelitian. Setelah mencari literatur melalui *query* yang telah ditentukan, didapatkan 225 artikel dan kemudian disaring dengan membaca judul dan abstrak yang menyeleksi 142 artikel dan tersisa sebanyak 83 artikel. Artikel yang tersisa ini kemudian diakses untuk kelayakan teks lengkap dan total 36 artikel ditentukan sebagai studi literatur. 36 artikel dikeluarkan dari kajian literatur dengan alasan sebagai berikut: (1) tidak sesuai dengan tema yang telah ditentukan, (2) tidak mengkaji lahan pertanian, (3) tidak menggunakan penginderaan jauh dalam mengkaji perubahan penggunaan lahan.

B. Analisis Data

Artikel yang telah ditentukan untuk studi ini kemudian dianalisis menggunakan analisis *bibliometric* melalui RStudio. Beberapa analisis yang digunakan diantaranya: *Words*, *Network Approach*, *Factorial Analysis*. Analisis deskriptif dilakukan dengan membuat tabel dengan uraian yang ditampilkan meliputi: penulis (tahun), tujuan, metode, variabel, dan lokasi.

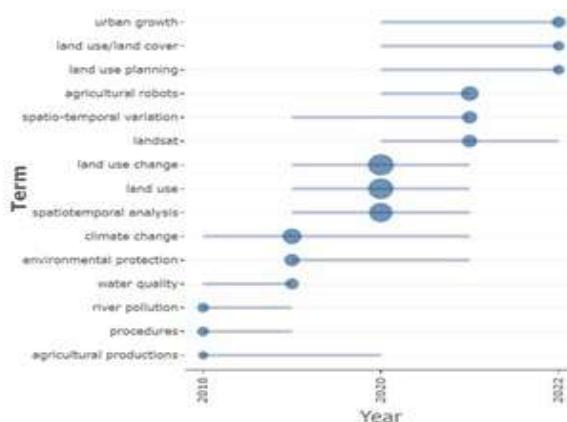
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perubahan Penggunaan Lahan

1. Tren Penelitian Perubahan Penggunaan Lahan
- Analisis *bibliometric* berfungsi untuk melihat tren dan pola perkembangan ilmu pengetahuan pada suatu disiplin ilmu atau tema tertentu. Informasi tren inilah yang nantinya dapat digunakan sebagai landasan untuk melakukan penelitian berikutnya

sehingga tidak terjadi pengulangan penelitian dengan metode ataupun lokasi yang sama sehingga hadir suatu keterbaruan. Selain itu, dengan analisis *bibliometric* dapat dilakukan untuk melihat produktivitas *author*, lembaga bahkan suatu negara. Salah satu analisis yang dihasilkan dari analisis *bibliometric* menggunakan Rstudio adalah *trend topics* (tren topik). Tren topik berfungsi untuk menunjukkan tema yang sedang banyak dibahas oleh para peneliti pada rentang waktu tertentu. Tren topik penelitian yang didapatkan dari analisis artikel yang direview (hasil Scopus 1) mengenai perubahan penggunaan lahan pertanian dalam kurun 5 (lima) tahun terakhir (Gambar 2) menunjukkan bahwa pada tahun 2018-2019 penelitian didominasi mengenai produksi pertanian dan lingkungan (kualitas air, polusi sungai, perubahan iklim, proteksi lingkungan). Dalam rentang waktu tersebut, penelitian yang muncul lebih banyak mengkaji mengenai kondisi yang terjadi pada lingkungan dan perubahannya. Pada tahun 2020, tren berubah dengan meningkatnya kajian mengenai analisis *spatio-temporal* (ditunjukkan dengan lingkaran biru yang semakin besar dari rentang waktu sebelumnya). Analisis *spatio-temporal* mengkaji perubahan penggunaan lahan dengan adanya pemantauan penggunaan lahan pada rentang waktu yang berbeda-beda sehingga didapatkan suatu lokasi yang mengalami perubahan. Selanjutnya pada periode tahun 2021-2022, muncul keterbaruan topik yakni adanya pembahasan mengenai *agricultural robots* dimana penggunaan teknologi kini semakin banyak digunakan dalam berbagai bidang ilmu salah satunya dalam bidang pertanian. Teknologi otomatisasi di bidang pertanian dikembangkan untuk mempermudah dan meningkatkan produksi pertanian karena pertanian konvensional tidak cukup untuk memenuhi ketersediaan pangan. Selain itu, pada rentang waktu tersebut, pertumbuhan kota dan perencanaan penggunaan lahan menjadi topik yang banyak dikaji oleh peneliti karena dengan pertumbuhan kota yang semakin masif maka dibutuhkan perencanaan yang matang pada tiap penggunaan lahan di suatu wilayah untuk mempertahankan lahan pertanian. Dari analisis tren topik, pada kurun waktu 5 tahun

dapat dianalisis adanya perubahan topik yang awalnya penelitian banyak mengkaji mengenai perubahan yang terjadi pada lingkungan menjadi penggunaan teknologi terbaru dalam kajian pertanian seperti penggunaan robot pertanian dan perencanaan ke depan yang matang dalam penggunaan lahan.

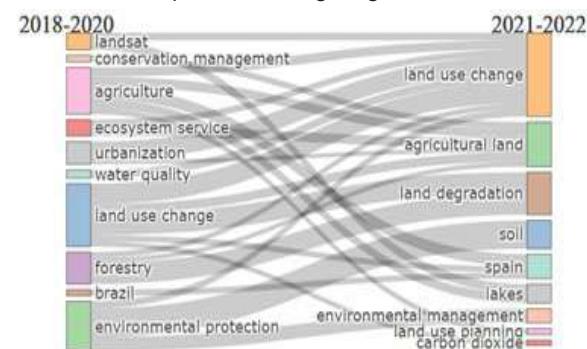


Sumber: Hasil olahan penulis, 2022

Gambar 2 Trend Topics

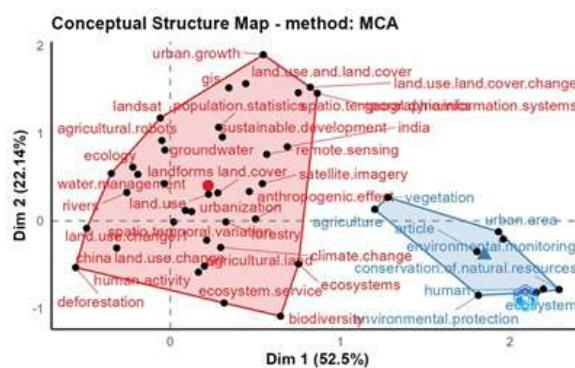
Untuk memperkuat analisis tren, digunakan analisis *thematic evolution* (evolusi tematik) pada artikel yang sama (hasil Scopus 1). Evolusi tematik digunakan untuk mengetahui perubahan tema berdasarkan jumlah kemunculan kata kunci pada dua periode waktu, tingkat kuantitas jumlah penelitian ditunjukkan pada *bar* (batang) berwarna yang berada di sebelah tema, semakin panjang *bar* maka artinya penelitian terkait tema tersebut lebih banyak. Evolusi tematik penelitian (Gambar 3) menunjukkan terdapat pergeseran tema antara tahun 2018-2020 dan 2021-2022. Tahun 2018-2020 tema didominasi oleh perubahan penggunaan lahan, pertanian, kehutanan, dan proteksi lingkungan. Pada tahun 2021-2022 beberapa tema pada periode sebelumnya tetap mendominasi seperti perubahan penggunaan lahan, lahan pertanian, dan ada penambahan terkait tema-tema tersebut seperti degradasi lahan, tanah, serta keterkaitan dengan lingkungan (karbon dioksida) walaupun kuantitasnya tidak sebesar tema yang mendominasi. Tema kajian degradasi lahan menjadi salah satu yang mendominasi pada periode 2021-2022 sebagai akibat meningkatnya penurunan produktivitas lahan di berbagai wilayah, baik yang sifatnya

sementara maupun tetap. Degradasi lahan dalam definisi lain disebut sebagai lahan tidak produktif atau lahan kritis yang sering dibiarkan terlantar, tidak digarap serta umumnya menjadi lahan tandus. Dengan meningkatnya alih fungsi lahan maka manajemen lingkungan diperlukan sebagai upaya pengembalian kesuburan tanah serta perencanaan penggunaan lahan yang lebih memperhatikan lingkungan.



Sumber: Hasil olahan penulis, 2022

Gambar 3 Thematic Evolution



Sumber: Hasil olahan penulis, 2022

Gambar 4 Factorial Analysis

Berdasarkan *factorial analysis* dengan metode MCA (Gambar 4), dalam kajian perubahan penggunaan lahan pada dasarnya terbagi menjadi dua klaster. Pada klaster merah kajian lebih menekankan pada penggunaan lahan dan faktor pengaruhnya (aktivitas manusia, deforestasi, populasi/antropogeni, pembangunan berkelanjutan) serta metode yang sering digunakan dalam kajian yakni menggunakan teknologi penginderaan jauh. Faktor pengaruh perubahan penggunaan lahan yang paling besar adalah aktivitas antropogenik atau akibat dari meningkatnya aktivitas manusia. Meningkatnya jumlah populasi manusia

meningkatkan jumlah permukiman dan pertumbuhan perkotaan sehingga mengakibatkan munculnya deforestasi untuk kebutuhan lahan permukiman. Kondisi ini kemudian dianalisis dengan menggunakan GIS yang merupakan sebuah sistem informasi berbasis komputer yang didesain untuk mengelola dan menyajikan data atau informasi geografis. Penginderaan jauh (*remote sensing*) menjadi alat pemantauan perubahan penggunaan lahan karena menjadi untuk mengkaji spasial temporal di suatu wilayah. Sedangkan pada Klaster biru, kajian penelitiannya terkait dengan lingkungan yakni vegetasi, pertanian, ekosistem, konservasi, dan manusia. Perubahan penggunaan lahan utamanya dari pertanian menjadi nonpertanian dapat mempengaruhi perubahan pada lingkungan seperti meningkatnya pencemaran tanah, air, dan udara. Selain itu, lahan pertanian yang menjadi lebih sempit karena alih fungsi menyebabkan berkurangnya produktivitas pangan dan dapat mengancam ketahanan pangan.

2. Metode Analisis Perubahan Penggunaan Lahan
Dari aspek metodologi, teknologi penginderaan jauh umumnya diadopsi oleh para peneliti untuk menganalisis lahan pertanian, perubahan LULC, perubahan ketinggian air, dan perubahan lahan basah (Xiao et al., 2022). Penginderaan jauh dapat menjadi alat yang efisien untuk memetakan dan mengelola SDA dan pertanian regional, serta untuk memberikan informasi bagi perencanaan tata ruang dan pengelolaan penggunaan lahan. Penginderaan menjadi sangat penting dalam pemantauan penggunaan lahan utamanya dalam memantau perubahan area hijau menjadi terbangun seperti di Thulamela, Afrika Selatan, terjadi penurunan besar dalam lahan pertanian dan peningkatan area terbangun dalam kurun waktu 2005-2020 (Lidzhegu & Kabanda, 2022). Penggunaan penginderaan jauh dirinci pada Tabel 3 berdasarkan dokumen artikel yang sudah ditetapkan.

Tabel 3 Metode yang digunakan dalam analisis perubahan LULC

No	Peneliti dan tahun	Dataset	Metode
1	(Alphan et al., 2022)	SPOT panchromatic, Landsat TM, and Sentinel	Object-based image classification (OBIA) untuk pemetaan land cover Perubahan tren dinilai menggunakan perbedaan nilai indeks dari periode waktu penelitian
2	(Liang et al., 2022)	GlobeLand30's	The grid-based GIS, land-use transfer mix
3	(LIANG et al., 2022)	Landsat 7, Landsat 8	Support Vector Machine (SVM) classification and visualization
4	(Lidzhegu & Kabanda, 2022)	Landsat 8 collection 2 level 1, Landsat 5 TM collection 2 level 1	Supervised Object-Based Classification and a Maximum Likelihood Algorithm Deteksi perubahan antara set data raster menggunakan fitur Change Detection Toolkit di ArcGIS Pro 2.7.
5	(Sanare et al., 2022)	Landsat 8 collection 2 level 1, Landsat 5 TM collection 2 level 1	Maximum Likelihood Classification (MLC) dan verifikasi di lapangan
6	(Xiao et al., 2022)	Landsat 3 MSS, Landsat 5 TM, Landsat 8 OLI	Support Vector Machine (SVM) Akurasi menggunakan stratified random sampling LULC transition matrix
7	(Xiang et al., 2022)	Data lingkungan (DEM, temperatur, presipitasi, penggunaan lahan, sungai, dll) dan data socio-ekonomi	Gray forecasting model and GeoSoS-FLUS
8	(Dhanaraj & Angadi, 2022)	Landsat 1 MSS, Landsat 5 TM, Landsat 7 ETM+, Landsat 8 OLI TIRS	Maximum likelihood classifier
9	(Ziaul Hoque et al., 2022)	Landsat 4-5 TM, Landsat 8 OLI-TIRS	Maximum likelihood algorithm Groundtruth dan secondary source observations (penilaian akurasi)
10	(Ge et al., 2022)	Landsat TM/OLI ASTER GDEMv2 (data topografi)	Random forest algorithm

No	Peneliti dan tahun	Dataset	Metode	No	Peneliti dan tahun	Dataset	Metode
11	(da Conceição de Sousa et al., 2021)	Landsat satellite images	Pixel-by-pixel cross-tabulation (ArcGis) Concordance analysis (Rstudio)	21	(Moges & Bhat, 2018)	Landsat 1 MSS, Landsat 5 TM, Landsat 7 ETM+, Landsat 8 OLI	Unsupervised (ISODATA klastering algorithm) Supervised (Maximum likelihood algorithm) Post-classification change detection
12	(Liaqat et al., 2021)	Landsat 7 ETM+ and Landsat 8	Maximum likelihood algorithm Accuracy assessment	22	(Kumar Shukla et al., 2018)	Landsat 7 ETM+	Maximum likelihood classifier
13	(Zhu et al., 2021)	Landsat MSS/TM/ETM, Landsat 8	Visual interpretation (berdasarkan the land resource classification system of Chinese Academy of Sciences) Transition matrix	23	(Acheampong et al., 2018)	Landsat TM, Landsat ETM+, Landsat OLI-8	Supervised maximum likelihood algorithm Post-classification change detection (pixel-by-pixel basis)
14	(Nasar-U-minallah et al., 2021)	Landsat MSS, TM, ETM+, OLI/TIR	Maximum likelihood algorithm Post-classification approach (mendeteksi perubahan penggunaan lahan) Stratified random sampling (penilaian akurasi)				
15	(Langat et al., 2021)	Landsat ETM, OLI	Maximum likelihood algorithm Post-classification change detection analysis				
16	(Alijani et al., 2020)	Landsat 7 TM, Landsat 8	Maximum likelihood algorithms Post-classification Stratified random sampling (penilaian akurasi)				
17	(Sarti et al., 2020)	Landsat-5 TM, Landsat-7 ETM+, Landsat-8 OLI	Pixel-by-pixel analysis				
18	(Mathan& Krishnaveni, 2020)	Landsat 5 (TM), Landsat 8 (OLI/TIRS)	Ensemble of spectral indices (NDVI, MNDWI, NDBI, NDBal) untuk klasifikasi LULC Confusion matrix (Uji akurasi) Boolean operation (accurate extraction)				
19	(Badreldin et al., 2019)	MOD13Q1, MOD11A2, Landsat 5 TM, Landsat-7 ETM	Random forest classifier				
20	(Okotto-Okotto et al., 2018)	Landsat TM, ETM	Maximum likelihood classifier				

Sumber: Hasil olahan penulis, 2022

Dari hasil rincian literatur yang ditunjukkan pada Tabel 3 mengungkapkan bahwa studi menggunakan citra seri Landsat multi-temporal populer dalam klasifikasi LULC karena datanya tersedia secara gratis dan periode waktu yang lebih lama. Untuk melakukan klasifikasi penggunaan lahan, ada beberapa metode yang dapat digunakan. Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa *maximum likelihood algorithms* adalah metode yang paling banyak digunakan. Metode lain diantaranya *ensemble of spectral indices*, *random forest*, *OBIA*, *visual interpretation*. Algoritma *Random forest* (RF) dianggap memiliki akurasi yang lebih baik daripada metode klasifikasi lainnya (Nitze et al., 2015; Badreldin et al., 2019). *Random forest* adalah algoritma *machine learning* yang didasarkan sekelompok pohon keputusan yang dihasilkan dari sampel referensi pelatihan agregat yang di-*bootstrap*/dikantongi (Liaw dan Wiener, 2018; Badreldin et al., 2019).

Penilaian akurasi menjadi bagian integral dari klasifikasi penggunaan lahan dan tutupan lahan karena keakuratan klasifikasi penggunaan lahan sangat tergantung pada kualitas data, teknik pemrosesan dan klasifikasinya (Usman et al., 2015; Liaqat et al., 2021). Penilaian akurasi diperlukan karena peta LULC yang dihasilkan dari teknik klasifikasi dan metode akuisisi citra satelit biasanya mengandung beberapa jenis kesalahan (Moges & Bhat, 2018). Penilaian akurasi mengukur korelasi

antara klasifikasi gambar satelit dan sampel referensi tanah (*ground reference samples*) untuk menunjukkan keseluruhan akurasi antara klasifikasi yang diproses dan data *groundtruthing* (Pullanikkatil et al., 2016; Acheampong et al., 2018). Metode sampling yang banyak digunakan untuk pengambilan sampel data dalam tes akurasi adalah *stratified random sampling*.

Terdapat beberapa metode lain yang digunakan dalam menganalisis perubahan LULC. (Xiang et al., 2022) menggunakan GeoSoS-FLUS untuk mengeksplorasi tren evolusi *spatio-temporal* dan mensimulasikan skenario penggunaan lahan pertanian di masa depan dengan kelebihan penerapan yang luas dan resolusi yang tinggi. *Artificial neural networks* (ANN) and *cellular automata* (CA) digunakan dalam model GeoSoS-FLUS untuk mensimulasikan skenario perubahan penggunaan lahan dengan lima indikator (*kernel density, change important, change area, change rate, dan dynamic*) untuk mencerminkan tren evolusi lahan pertanian di Xiangxi, China. A *land use/land cover transition matrix* adalah metode untuk menganalisis perubahan transisi di semua kelas LULC antara dua periode (Xiao et al., 2022). Analisis *pixel-by-pixel* dilakukan oleh (da Conceição de Sousa et al., 2021) yang memungkinkan untuk mengidentifikasi area yang lebih rentan atau tidak terhadap perubahan LULC, dan merupakan alat penting untuk meningkatkan pengelolaan lingkungan kawasan pertanian. Analisis ini juga dilakukan oleh (Sarti et al., 2020) sepanjang rangkaian waktu penelitian dan terbukti efektif dalam memantau dinamika vegetasi di Pulau Pianosa, Italia.

Spatial metrics digunakan pada beberapa penelitian yang berfungsi mencerminkan berbagai jenis informasi tentang lanskap, seperti komposisi struktural dan karakteristik spasialnya sehingga dapat memberikan status perkembangan lanskap regional di suatu wilayah. Perhitungan deret metrik pola spasial lanskap paling banyak dilakukan dengan FRAGTAS (versi 4.2) (LIANG et al., 2022). *Spatial metrics* biasanya dibagi tiga level yaitu level patch, level kelas, dan level lanskap, beberapa penelitian

yang menggunakan spatial metrics diantaranya Alphan et al., 2022; LIANG et al., 2022; Xiao et al., 2022 dan Zhu et al., 2021.

Deteksi perubahan (*change detection*) banyak digunakan untuk mendeteksi perubahan lingkungan dan memantau penggunaan lahan/tutupan lahan dengan menganalisis citra penginderaan jauh pada waktu yang berbeda. Dalam beberapa dekade terakhir, banyak teknik deteksi perubahan telah dikembangkan, dan metode *post-classification* adalah salah satu metode yang paling umum untuk mendeteksi perubahan (Alijani et al., 2020) karena dalam banyak penelitian, deteksi perubahan *post-classification* memberikan akurasi tertinggi dibandingkan teknik lainnya. Metode ini tidak hanya memberikan ukuran dan distribusi dari area yang berubah tetapi juga memberikan persentase kelas LULC lainnya yang termasuk dalam proses deteksi perubahan (Moges & Bhat, 2018). (Nasar-U-minallah et al., 2021) menggunakan teknik *post-classification* dengan GIS untuk mengintegrasikan data multi-spektral dengan data sosio-ekonomi dan demografi dalam kajian perubahan penggunaan lahan dan dinamika spasial-temporal dari ekspansi perkotaan di Lahore, Pakistan dengan hasil yang dianggap baik.

Peraturan penggunaan lahan, khususnya zonasi, telah menjadi alat yang populer untuk mengendalikan kegiatan pada properti pribadi (Liang et al., 2022). Jaminan kepemilikan untuk pertanian subsistem diperlukan untuk menjamin bahwa sumber daya lahan pertanian yang terbatas dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan untuk kepentingan masyarakat pedesaan (Xiao et al., 2022). Keamanan kepemilikan lahan, peningkatan produktivitas pertanian melalui dukungan dari inisiatif pemerintah, serta kebijakan pertanahan dan sistem pengelolaan yang lebih baik dalam menghadapi prioritas yang bersaing, dapat membantu menjaga ketahanan pangan, dukungan, dan mengangkat masyarakat pedesaan yang agraris (Lidzhegu & Kabanda, 2022). Kebijakan dan peraturan pemerintah merupakan faktor penting yang mengarah pada perubahan LULC

untuk perbaikan lingkungan (Xiao et al., 2022). Kemajuan teknologi penginderaan jauh memberdayakan perencana dan pengambil kebijakan dalam memantau perubahan penggunaan lahan dan mengambil tindakan penegakan terhadap perkembangan yang tidak sesuai dengan kebijakan.

Di sisi lain, perencana harus menyadari bahwa implementasi peraturan dan kontrol yang kaku bukanlah satu-satunya solusi yang bisa dilakukan dalam mencegah perubahan penggunaan lahan yang masif (Liang et al., 2022). Perlu pemantauan secara berkala dari implementasi peraturan yang sudah ditetapkan dan pendekatan kepada masyarakat untuk mencegah terjadinya penggunaan lahan yang tidak sesuai dengan tata ruang. Di Indonesia, salah satu kebijakan dalam menekan perubahan penggunaan lahan pertanian adalah dengan diterbitkannya UU No. 41/2009 mengenai Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan (LP2B).

B. Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan

Tren topik (Gambar 5 sebelah kiri) penelitian mengenai lahan pertanian berkelanjutan (LP2B) pada jurnal internasional yang didapatkan dari dokumen *database Scopus 2* (S2) menunjukkan bahwa penelitian yang terbit ada pada rentang waktu 2019-2021 dan banyak dilakukan pada 2020, dengan topik terbaru (2021) mengenai ketersediaan pangan di mana LP2B merupakan upaya pemerintah dalam menekan angka perubahan penggunaan lahan dan menjaga ketahanan pangan. Pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*) selalu menjadi kata kunci yang terkait dengan LP2B berdasarkan garis tren antara penelitian tahun 2019-2021 (Gambar 5 bagian atas) karena LP2B dalam *sustainable development goals* (SDGs) masuk dalam tujuan 2 (dua) yakni mengakhiri kelaparan, mencapai ketahanan pangan, memperbaiki nutrisi, dan mempromosikan pertanian yang berkelanjutan. Kebijakan ini juga menghubungkan antara masalah ketahanan pangan dengan adanya permasalahan lain seperti perubahan iklim karena mempertahankan lahan pertanian dapat menjadi salah satu upaya mitigasi penting yang dapat menurunkan emisi karbon. *Word cloud* (Gambar 5 bagian bawah) menunjukkan tingkat banyaknya suatu kata mengalami pengulangan,

pada kajian LP2B, kata kunci yang paling sering muncul adalah penggunaan lahan, sektor pertanian, ketersediaan pangan, kebijakan pembangunan, ekonomi, perkembangan pertanian, dan Indonesia. Terdapat kata kunci “Indonesia” karena kebijakan LP2B dikeluarkan oleh pemerintah Indonesia melalui Undang-Undang Nomor 41 Tahun 2009 sebagai upaya pertumbuhan sektor pertanian dan mempertahankan lahan pertanian agar tidak hilang atau beralih fungsi.

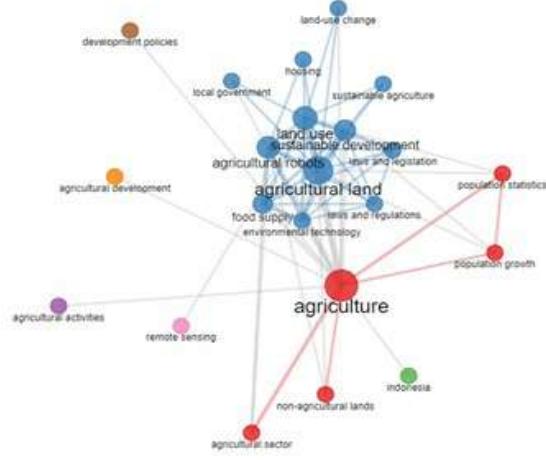


Sumber: Hasil olahan penulis, 2022

Gambar 5 Trend Topics (atas) dan Word Cloud (bawah) pada Penelitian Mengenai LP2B

Jaringan keterkaitan antar kata kunci (Gambar 6) pada penelitian LP2B merujuk pada dua kata kunci besar yakni pertanian (jaringan merah) dan lahan pertanian (jaringan biru) yang kaitannya dengan kata kunci lainnya. Pertanian berkorelasi dengan pertumbuhan penduduk, permukiman, dan lahan nonpertanian. Kata kunci lahan pertanian terkait dengan penggunaan lahan, pemerintah daerah, pertanian berkelanjutan, hukum, teknologi lingkungan dan lainnya. Dari kata kunci ini mengindikasikan bahwa kewenangan pemerintah daerah dalam menetapkan LP2B akan mempengaruhi kondisi lahan pertanian di wilayahnya. Penegakan hukum dalam pelaksanaannya akan mempengaruhi

keberlanjutan pertanian dan ketahanan pangan lokal bahkan nasional.



Sumber: Hasil olahan penulis, 2022

Gambar 6 Co-occurrence Network

Kajian mengenai LP2B secara garis besar terbagi menjadi dua yakni pemodelan peta indikasi LP2B pada wilayah yang belum memiliki penetapan LP2B dan evaluasi terhadap implementasi LP2B pada wilayah yang sudah menetapkan luasannya. Pemodelan di Banyuwangi yang dilakukan oleh (F. Firmansyah et al., 2018) menggunakan metode *overlay* yang didasarkan kriteria teknis penetapan LP2B, hasil akhirnya diperoleh luas lahan yang dapat dijadikan LP2B sebesar 73.955,41 Ha dari total prediksi LP2B 76.035,78 Ha yang dapat dijadikan 1.549 lahan pertanian di Banyuwangi. (Lanya et al., 2019) melakukan model pemetaan rekomendasi LP2B di Bali dengan *multi-analytical research* menggunakan citra satelit Quick Bird 2013 dan perangkat lunak QGIS 10.3 serta melakukan survei lapangan untuk menyusun *database* LP2B di setiap lokasi, hasilnya seluas 9.642,76 hektar direkomendasikan untuk revisi perencanaan ruang tahun 2013-2033. (Nafi & Basuki, 2019) menetapkan lahan sawah berkelanjutan berdasarkan berbagai analisis secara spasial yakni analisis proyeksi penduduk, produktivitas tanaman, kepadatan jaringan jalan dan irigasi, kesesuaian lahan pertanian, serta prediksi penggunaan lahan tahun 2028 yang kemudian dilakukan analisis lanjutan berupa *overlay* antardata untuk mengetahui persebaran dan pola lahan sawah.

Berdasarkan data dari <http://sikomantap.psp.pertanian.go.id/>, saat ini terdapat 253 kabupaten/

kota yang sudah menetapkan LP2B dari total 514 kabupaten/kota atau sekitar 50% dari keseluruhan Indonesia. Dari beberapa wilayah yang sudah menetapkan LP2B dan luasannya secara spasial, muncul kajian mengenai evaluasi dari implementasi peraturan tersebut. Kajian yang dilakukan dari literatur yang ditentukan dalam studi ini diantaranya mengenai analisis perubahan penggunaan lahan pada LP2B di periode waktu tertentu, respon petani (kebijakan LP2B tidak hanya dilihat dari peran pemerintah tetapi respon petani merupakan salah satu penunjang dalam kelancaran kebijakan LP2B), dan kajian mengenai substansi peraturan terkait LP2B.

Metode yang banyak digunakan dalam menganalisis perubahan penggunaan lahan pada LP2B adalah *overlay* pada peta penggunaan lahan dengan dua waktu yang berbeda dengan berbagai sumber data yang berbeda-beda. (Nafi & Basuki, 2019) menggunakan NDVI untuk mengestimasi hasil produktivitas tanaman padi karena pemanfaatan saluran merah dan saluran infra merah dapat mencerminkan tingkat kerapatan tanaman padi. (Wijayanti et al., 2016) menggunakan peta lahan sawah tahun 2010 dan 2012 yang bersumber dari PSP3 dan Dinas Pertanian Kota Sukabumi dan peta lahan sawah tahun 2015 hasil digitasi melalui Google Earth. (I. Firmansyah et al., 2019) menggunakan peta penggunaan lahan tahun 2000 dan 2012 yang bersumber dari Kementerian Kehutanan dan peta RBI skala 1:25.000 bersumber dari Badan Informasi Geospasial. Sedangkan untuk mengetahui respon petani, metode yang dilakukan pada berbagai penelitian yakni dengan wawancara terhadap sejumlah sampel responden petani yang berada pada kawasan LP2B.

Penelitian di Garut oleh (Warlina & Pradana, 2021), menunjukkan tidak ada konversi lahan di kawasan LP2B dari tahun 2016 hingga 2019 akan tetapi terjadi perubahan luas areal persawahan sekitar 12 hektar menjadi kawasan perumahan dan *sport center*. Respon petani di Garut sejumlah 39% mengetahui akan adanya LP2B namun hanya 14% petani yang mengetahui tentang lokasi lahan pertanian berkelanjutan di Kabupaten Garut. Pada tahun 2010 luas sawah di Kota Sukabumi terjadi konversi lahan sebesar 181,74 hektar pada periode 2010-2015 (Wijayanti et al., 2016). Kecamatan

Cikole merupakan kecamatan dengan perubahan penggunaan lahan sawah terluas dibandingkan dengan kecamatan lainnya karena Kecamatan Cikole merupakan pusat Kota Sukabumi sehingga perkembangan lahan terbangun relatif lebih cepat dibanding dengan kecamatan lainnya. Di Kelurahan Kersanagara, Kota Tasikmalaya, respon petani terhadap kebijakan LP2B berada pada rentang yang positif sebesar 61% yang menunjukkan bahwa petani mendukung dan bersedia mengikuti LP2B dengan karakteristik pendapatan petani berkategori rendah (Rp.248.915-8.415.885), status kepemilikan lahan sebagai pemilik penggarap, berumur produktif dan jumlah tanggungan keluarga rendah sebanyak 1-2 orang (Nuraeni et al., 2012). Di Kota Sukabumi, 73% responden menyatakan mengetahui program LP2B, yang artinya sosialisasi kebijakan LP2B belum merata. Selain itu, 80% responden menyatakan bersedia mengikuti kebijakan LP2B, akan tetapi dengan permintaan khusus jika tanahnya dijadikan LP2B, diantaranya pemilik lain di sekitar tanahnya juga tidak akan menjual tanah mereka, tidak semua tanahnya ditetapkan menjadi LP2B, dan mereka berharap pemerintah daerah juga tidak memfasilitasi izin pembangunan perumahan di sekitar areal persawahan mereka (Inopianti et al., 2021).

Terkait insentif yang diberikan kepada petani yang menguasai LP2B, berdasarkan ketentuan pada UU LP2B yakni diberikannya penyediaan infrastruktur pertanian, subsidi sarana produksi pertanian, dan fasilitas sertifikasi tanah. Pada penelitian yang dilakukan (Warlina & Pradana, 2021) di Garut, mayoritas responden mengetahui adanya insentif ini. Insentif pun menjadi salah satu faktor besar yang mempengaruhi keputusan responden dalam menjaga atau mengalihkan lahan pertaniannya pada penelitian di Kabupaten Pandaan (Prayitno et al., 2021). Pemberian insentif kepada pemilik lahan akan mendorong petani untuk melindungi dan memperbaiki lahan pertanian mereka. Di Kota Sukabumi, sebagian besar petani menyatakan bahwa

insentif LP2B belum dirasakan dan hal ini senada dengan pernyataan Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan (DKP3) Kota Sukabumi yang menyatakan bahwa insentif LP2B tidak bisa diberikan karena kendala pendanaan, utamanya saat pandemi maka dana pemerintah banyak yang dialihkan (Inopianti et al., 2021).

Kajian mengenai substansi peraturan terkait LP2B dilakukan dengan menggunakan data sekunder untuk melakukan kajian pustaka pada berbagai peraturan perundangan maupun peraturan daerah. Studi mengenai implementasi UU 41/2009, di Provinsi Jawa Barat dianggap tidak efektif karena kurang didukung oleh Peraturan Daerah tentang Rancangan Tata Ruang Wilayah (Perda RTRW) terutama pada level administrasi pemerintahan kabupaten/kota karena substansi RTRW tidak konsisten baik dengan butir-butir pokok UU 41/2009 maupun terhadap Peraturan Pemerintah (PP) dan Peraturan Menteri Pertanian (Permentan) yang mengatur tentang PLP2B (Iqbal et al., 2020). Salah satu kabupaten di Jawa Barat yang mengalami kendala dalam implementasi penetapan LP2B adalah di Kabupaten Karawang dikarenakan: 1. kurangnya komitmen pemda dan kemampuan dalam analisis spasial; 2. koordinasi dan komunikasi yang terjadi di dominasi oleh kepentingan pemerintah dan tidak melibatkan petani; 3. Belum ada *standart operating procedure* (SOP) pelaksanaan LP2B bagi Kementerian Pertanian di pusat sampai Dinas Pertanian untuk mensosialisasikan perencanaan sampai penetapan LP2B kepada pihak yang tanahnya ditetapkan sebagai LP2B (Wicaksono, 2020). Lahan pertanian harus dilindungi dari konversi melalui zonasi, bahkan jika pada suatu saat lahan tersebut telah berhenti berfungsi. Saat ini, perlindungan lahan ditentukan berdasarkan kondisi fisiknya. Hal ini relatif mudah untuk dimanipulasi, sehingga konversi lahan tidak melanggar peraturan yang berlaku. Saat ini peraturan yang ada tidak memiliki sanksi yang jelas, baik sanksi dimensi maupun pidana (Firdaus et al., 2021).

Tabel 4 Tinjauan Artikel Mengenai LP2B

No	Peneliti dan tahun	Lokasi	Tujuan	Metode	Variabel
1	(Firdaus et al., 2021)	Sumatera Utara	Menemukan metode pengelolaan lahan yang cocok untuk diterapkan oleh pemerintah	Yuridis normatif melalui studi literatur	Peraturan perundang-undangan di bidang pertanian dan tata ruang
2	(F. Firmansyah et al., 2018)	Banyuwangi	Membuat pemodelan LP2B berdasarkan perubahan penggunaan lahan sebagai masukan dalam penentuan LP2B di Banyuwangi	Overlay data raster Analytical Hierarchy Process (AHP)	Penggunaan lahan, Peraturan perundangan
3	(Lanya et al., 2019)	Badung, Bali	Membuat pemodelan peta LP2B	Multi-analytical research (Analisis spasial kondisi fisik dan lingkungan dan klasifikasi numerik)	Kedudukan lokasi di DAS, irigasi, tata guna lahan, kesesuaian lahan pertanian dengan RTRW relief, curah hujan, tinggi tempat, kesesuaian lahan agroekosistem, produksi padi (ton ha-1), jarak dari pusat kota, dan luas minimum
4	(Warlina & Pradana, 2021)	Kabupaten Garut	Mengidentifikasi persebaran dan perubahan LP2B dari 2016 hingga 2019 serta mengetahui pemahaman petani terhadap penguasaan LP2B di Kabupaten Garut	Overlay peta tata guna lahan dan survei menggunakan kuesioner online dengan formulir Google	Penggunaan lahan, Pengetahuan petani (mengenai LP2B)
5	(Prayitno et al., 2021)	Kecamatan Pandaan, Kabupaten Pasuruan.	Mengetahui pengaruh insentif terhadap sikap masyarakat terhadap pemeliharaan atau penjualan lahan (perubahan penggunaan lahan dari lahan pertanian ke lahan nonpertanian)	Wawancara 500 responden	Keputusan untuk mempertahankan tanah
6	(Iqbal et al., 2020)	Jawa Barat	Menganalisis dan memberikan rekomendasi terhadap konsistensi substansi dan implementasi serta dampak peraturan tentang PL2B di Jawa Barat	Analisis deskriptif hasil data primer (diskusi kelompok stakeholder) dan sekunder (pustaka)	Substansi UU 41/2009
7	(Wicaksono, 2020)	Kabupaten Karawang	Mendeskripsikan permasalahan dan kendala yang dihadapi pemerintah daerah dalam penetapan LP2B	Analisis deskriptif hasil data primer (stakeholder dan petani) dan sekunder (pustaka)	Penggunaan lahan (kondisi fisik wilayah), Bantuan kepada petani, Pencapaian LP2B di Karawang
8	(Wijayanti et al., 2016)	Kota Sukabumi	Menganalisis konversi lahan sawah menjadi lahan non sawah dan persepsi petani mengenai kesediaan untuk mengikuti PLP2B	Overlay lahan sawah (2010, 2012 dan 2015)	Luas lahan sawah (2010, 2012 dan 2015), Strategi pengendalian alih fungsi lahan
9.	(Nafi & Basuki, 2019)	Kabupaten Semarang	Merancang model kawasan sawah berkelanjutan	Overlay dan reclass data shp Regresi linear	Produktivitas tanaman padi, perubahan guna lahan (2011, 2014, dan 2018), infrastruktur dasar jalan dan sungai, kemampuan lahan, prediksi perkembangan ketersediaan lahan sawah
10	(Nuraeni et al., 2012)	Cibeureum, Kota Tasikmalaya	Mengetahui respon petani terhadap kebijakan LP2B	Wawancara 45 orang petani dengan kuesioner (menggunakan skala Likert)	Respon kognitif (pengetahuan petani), Respon afektif (sikap dan penilaian)
11	(Naura et al., 2020)	Purbaratu, Kota Tasikmalaya	Mendeskripsikan karakteristik petani padi dan menganalisis respon petani terhadap kebijakan insentif dan disinsentif	Wawancara 206 petani padi dengan teknik sampel proporsional stratified random sampling (menggunakan skala Likert)	Respon petani (pengetahuan, sikap, perilaku nyata)
12	(I. Irmansyah et al., 2019)	Kabupaten Purwakarta	Menganalisis perubahan lahan sawah akibat tekanan dari konversi penggunaan lahan lain dan merumuskan solusi kebijakan pengendalian konversi lahan	Spatial dynamics analysis	Penggunaan lahan (2000 dan 2012)
13	(Inopianti et al., 2021)	Kota Sukabumi	Mengkaji implementasi kebijakan LP2B di Kota Sukabumi	Metode deskriptif dengan wawancara terhadap petani dan pemerintah, serta meninjau dokumen terkait kebijakan LP2B.	Kesiapan lahan yang telah ditetapkan sebagai LP2B, Pelaksanaan program insentif LP2B, Respon petani, Tingkat kesiapan infrastruktur dan sistem informasi

Sumber: Hasil olahan penulis, 2022

IV. KESIMPULAN

Studi ini mengkaji secara sistematis mengenai perubahan penggunaan lahan dan kebijakan Pemerintah Indonesia untuk menekan perubahan lahan pertanian menjadi nonpertanian melalui lahan pertanian pangan berkelanjutan (LP2B) yang telah dilakukan oleh banyak peneliti. Jumlah studi penelitian terkait perubahan penggunaan lahan dan LP2B telah meningkat seiring waktu, sebagai dampak dari meningkatnya diskusi tentang perubahan penggunaan lahan dan ketahanan pangan. Metode yang paling banyak digunakan untuk mengetahui perubahan penggunaan lahan yang terjadi pada rentang waktu tertentu adalah dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh berbasis metode *overlay* pada peta penggunaan lahan dengan dua waktu yang berbeda. Sebelum dilakukan *overlay*, penggunaan lahan diklasifikasi dengan berbagai macam metode dan yang banyak digunakan oleh para peneliti adalah algoritma *maximum classifier likelihood*. Dari hasil rincian literatur yang sudah dianalisis, studi menggunakan citra seri Landsat multi-temporal populer dalam klasifikasi penggunaan lahan karena datanya tersedia secara gratis dan periode waktu yang lebih lama dibandingkan citra lainnya. Sedangkan pada kajian mengenai LP2B secara garis besar terbagi menjadi dua yakni pemodelan peta indikasi LP2B pada wilayah yang belum memiliki penetapan LP2B dan evaluasi terhadap implementasi LP2B pada wilayah yang sudah menetapkan luasannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Acheampong, M., Yu, Q., Enomah, L. D., Anchang, J., & Eduful, M. (2018). Land use/cover change in Ghana's oil city: Assessing the impact of neoliberal economic policies and implications for sustainable development goal number one – A remote sensing and GIS approach. *Land Use Policy*, 73, 373–384. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.02.019>
- Alijani, Z., Hosseinali, F., & Biswas, A. (2020). Spatio-temporal evolution of agricultural land use change drivers: A case study from Chalous region, Iran. *Journal of Environmental Management*, 262. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110326>
- Alphan, H., Karamanli, E., Derse, M. A., & Uslu, C. (2022). Analyzing pattern features of urban/rural residential land use change: The case of the southern coast of Turkey. *Land Use Policy*, 122. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106348>
- Aslam, A., & Rana, I. A. (2022). The use of local climate zones in the urban environment: A systematic review of data sources, methods, and themes. *Urban Climate*, 42(August 2020), 101120. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2022.101120>
- Ashari. (2003). Tinjauan Tentang Alih Fungsi Lahan Sawah ke Non Sawah dan Dampaknya di Pulau Jawa. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, Vol. 02 No.21.
- Badan Pusat Statistik. (2021). *Luas Panen dan Produksi Padi di Indonesia 2020*. Jakarta.
- Badreldin, N., Abu Hatab, A., & Lagerkvist, C.-J. (2019). Spatiotemporal dynamics of urbanization and cropland in the Nile Delta of Egypt using machine learning and satellite big data: implications for sustainable development. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(12). <https://doi.org/10.1007/s10661-019-7934-x>
- da Conceição de Sousa, M., Veloso, G. V., Gomes, L. C., Fernandes-Filho, E. I., & de Oliveira, T. (2021). Spatio-temporal dynamics of land use changes of an intense anthropized basin in the Brazilian semi-arid region. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 24. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2021.100646>
- Dhanaraj, K., & Angadi, D. P. (2022). Land use/land cover mapping and monitoring urban growth using remote sensing and GIS techniques in Mangaluru, India. *GeoJournal*, 87(2), 1133–1159. <https://doi.org/10.1007/s10708-020-10302-4>

- Firdaus, M., Kamello, T., & Saidin, O. K. (2021). Management of agricultural land to support sustainable agriculture in North Sumatra. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 782(3), 032044. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/782/3/032044>
- Firmansyah, F., Pratomoatmojo, N. A., Kurniawati, U. F., Susetyo, C., Pamungkas, A., & Idajati, H. (2018). Sustainable agricultural land use determination modelling in Banyuwangi. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 202(1), 012046. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/202/1/012046>
- Firmansyah, I., Yusuf, D. N., & Arumasmawati, A. B. (2019). Spatial Dynamics of Agricultural Lands in Regions with High Pressure Land Use Change (Case Study of Purwakarta Regency). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 363(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/363/1/012010>
- Ge, G., Zhang, J., Chen, X., Liu, X., Hao, Y., Yang, X., & Kwon, S. (2022). Effects of land use and land cover change on ecosystem services in an arid desert-oasis ecotone along the Yellow River of China. *Ecological Engineering*, 176. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2021.106512>
- Inopianti, N., Munibah, K., & Purwanto, M. Y. J. (2021). Implementation of Sustainable Food Agricultural Land Protection Policy in Sukabumi City, West Java, Indonesia. *International Journal of Business, Economics, and Social Development*, 2(3), 107–112. <https://doi.org/10.46336/ijbesd.v2i3.161>
- Iqbal, M., Muslim, C., Saputra, Y. H., & Nugroho, R. (2020). Analisis Konsistensi Substansi dan Implementasi Serta Dampak Peraturan Perundang-Undangan Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan di Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Pertanahan*, 6(1), 21–39.
- Irawati, M. (2020). Agricultural Land Conversion Mechanisms, Internal Migrations, and Housing Policy: Case Studies of Industrial Estates in the Northern Cikarang, West Java Province, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 556(1), 012001. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/556/1/012001>
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK). (2021). *Rekalkulasi Penutupan Lahan Indonesia Tahun 2020*. Direktorat Inventarisasi dan Pemantauan Sumber Daya Hutan. Direktorat Jenderal Planologi Kehutanan dan Tata Lingkungan. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Jakarta.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK). (2008). *Rekalkulasi Penutupan Lahan Indonesia Tahun 2008*. Pusat Inventarisasi dan Perpetaan Hutan Badan. Badan Planologi Kehutanan, Departemen Kehutanan. Jakarta.
- Kumar Shukla, A., Shekhar Prasad Ojha, C., Mijic, A., Buytaert, W., Pathak, S., Dev Garg, R., & Shukla, S. (2018). Population growth, land use and land cover transformations, and water quality nexus in the Upper Ganga River basin. *Hydrology and Earth System Sciences*, 22(9), 4745–4770. <https://doi.org/10.5194/hess-22-4745-2018>
- Langat, P. K., Kumar, L., Koech, R., & Ghosh, M. K. (2021). Monitoring of land use/land-cover dynamics using remote sensing: a case of Tana River Basin, Kenya. *Geocarto International*, 36(13), 1470–1488. <https://doi.org/10.1080/10106049.2019.1655798>
- Lanya, I., Netera Subadiyasa, N., Sardiana, K., Ratna Adi, G. P., & Gunasih, M. T. (2019). Remote sensing and GIS applications for sustainable food agricultural land mapping and supporting the preparation of regional spatial plans (case study of Badung Regency). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 284(1), 012001. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/284/1/012001>

- Liang, J., Chen, J., Tong, D., & LI, X. (2022). Planning control over rural land transformation in Hong Kong: A remote sensing analysis of spatio-temporal land use change patterns. *Land Use Policy*, 119. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106159>
- Liang, T., Yang, F., Huang, D., Luo, Y., Wu, Y., & Wen, C. (2022). Land-Use Transformation and Landscape Ecological Risk Assessment in the Three Gorges Reservoir Region Based on the “Production–Living–Ecological Space” Perspective. *Land*, 11(8). <https://doi.org/10.3390/land11081234>
- Liaqat, M. U., Mohamed, M. M., Chowdhury, R., Elmahdy, S. I., Khan, Q., & Ansari, R. (2021). Impact of land use/land cover changes on groundwater resources in Al Ain region of the United Arab Emirates using remote sensing and GIS techniques. *Groundwater for Sustainable Development*, 14. <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2021.100587>
- Lidzhegu, Z., & Kabanda, T. (2022). Declining land for subsistence and small-scale farming in South Africa: A case study of Thulamela local municipality. *Land Use Policy*, 119. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106170>
- Mathan, M., & Krishnaveni, M. (2020). Monitoring spatio-temporal dynamics of urban and peri-urban land transitions using ensemble of remote sensing spectral indices—a case study of Chennai Metropolitan Area, India. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192(1). <https://doi.org/10.1007/s10661-019-7986-y>
- Moges, D. M., & Bhat, H. G. (2018). An insight into land use and land cover changes and their impacts in Rib watershed, north-western highland Ethiopia. *Land Degradation and Development*, 29(10), 3317–3330. <https://doi.org/10.1002/ldr.3091>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., Altman, D., Antes, G., Atkins, D., Barbour, V., Barrowman, N., Berlin, J. A., Clark, J., Clarke, M., Cook, D., D'Amico, R., Deeks, J. J., Devvereaux, P. J., Dickersin, K., Egger, M., Ernst, E., ... Tugwell, P. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Medicine*, 6(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- Nafi, A. Y., & Basuki, Y. (2019). Penentuan Kawasan Sawah Berkelanjutan. *Jurnal Pembangunan Wilayah & Kota*, 15(3), 214–226. <https://doi.org/10.14710/pwk.v15i3.21570>
- Nasar-U-minallah, M., Zia, S., Rahman, A.-U., & Riaz, O. (2021). Spatio-temporal analysis of urban expansion and future growth patterns of Lahore, Pakistan. *Geography, Environment, Sustainability*, 14(3), 41–53. <https://doi.org/10.24057/2071-9388-2020-215>
- Naura, A., Sulistyowati, L., & Karmana, M. H. (2020). Respon Petani Padi Sawah Terhadap Kebijakan Insentif dan Disinsentif di Kota Tasikmalaya, Jawa Barat. *Mimbar Agribisnis: Jurnal Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis*, 6(1), 155. <https://doi.org/10.25157/ma.v6i1.2898>
- Nuraeni, S., Noor, T. I., & Sudrajat, D. (2012). Respon Petani Terhadap Kebijakan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan di Kelurahan Kersanagara, Kecamatan Cibeureum, Kota Tasikmalaya, Provinsi Jawa Barat. *Ilmiah Mahasiswa Agroinfo Galuh*, 4 Nomor 3(30), 848–855.
- Okotto-Okotto, J., Raburu, P. O., Obiero, K. O., Obwoyere, G. O., Mironga, J. M., Okotto, L. G., & Raburu, E. A. (2018). Spatio-Temporal Impacts of Lake Victoria Water Level Recession on the Fringing Nyando Wetland, Kenya. *Wetlands*, 38(6), 1107–1119. <https://doi.org/10.1007/s13157-016-0831-y>

- Prayitno, G., Dinanti, D., Sari, N., Hidayana, I. I., & Azizi, F. A. A. (2021). The impact of incentives on the decision to transfer agricultural land functions to non-agricultural uses. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 916(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/916/1/012029>
- Sanare, J. E., Valli, D., Leweri, C., Glatzer, G., Fishlock, V., & Treydte, A. C. (2022). Challenges Human-Elephant Coexistence in Northern Tanzania. 1–19.
- Sarti, M., Vaccari, F. P., Calfapietra, C., Brugnoli, E., & Scartazza, A. (2020). A statistical approach to detect land cover changes in mediterranean ecosystems using multi-temporal landsat data: The case study of pianosa island, Italy. *Forests*, 11(3). <https://doi.org/10.3390/f11030334>
- Warlina, L., & Pradana, S. B. R. (2021). Sustainable Agricultural Land Management in Garut Regency, West Java Province, Indonesia. *Journal of Engineering Research*, 9. <https://doi.org/10.36909/jer.ASSEE.16089>
- Wicaksono, A. (2020). Implementasi Program Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan (LP2B) Kabupaten Karawang: Studi Kasus Penetapan Luas Baku Sawah. *Jejaring Administrasi Publik*, 12(1), 89–107. <https://doi.org/10.20473/jap.v12i1.23315>
- Wijayanti, A., Munibah, K., & Putri, E. I. K. (2016). Strategi Implementasi untuk Mengendalikan Konversi Lahan Sawah di Kota Sukabumi. *Tataloka*, 18(4), 240. <https://doi.org/10.14710/tataloka.18.4.240-248>
- Xiang, H., Ma, Y., Zhang, R., Chen, H., & Yang, Q. (2022). Spatio-Temporal Evolution and Future Simulation of Agricultural Land Use in Xiangxi, Central China. *Land*, 11(4). <https://doi.org/10.3390/land11040587>
- Xiao, J., Watanabe, T., Lu, X., Chand, M. B., Umarhadi, D. A., Chen, X., & Avtar, R. (2022). Integrating land use/land cover change with change in functional zones' boundary of the East Dongting Lake National Nature Reserve, China. *Physics and Chemistry of the Earth*, 126. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2021.103041>
- Zhu, Z., Liu, B., Wang, H., & Hu, M. (2021). Analysis of the spatiotemporal changes in watershed landscape pattern and its influencing factors in rapidly urbanizing areas using satellite data. *Remote Sensing*, 13(6). <https://doi.org/10.3390/rs13061168>
- Ziaul Hoque, M., Islam, I., Ahmed, M., Shamim Hasan, S., & Ahmed Prodhan, F. (2022). Spatio-temporal changes of land use land cover and ecosystem service values in coastal Bangladesh. *Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 25(1), 173–180. <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2022.01.008>