

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Pestisida seringkali digunakan untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil pertanian. Indonesia sebagai negara agraris memiliki tingkat konsumsi pestisida yang tinggi. Pada tahun 2013, Indonesia memiliki area pertanian seluas 8.112.103 ha dan Provinsi Jawa Tengah merupakan salah satu provinsi dengan area pertanian terluas di Indonesia. Luas area pertanian di Provinsi Jawa Tengah yakni 952.525 ha (Kementerian Pertanian, 2014), di samping itu Kabupaten Brebes merupakan salah satu sentra pertanian, khususnya tanaman hortikultura bawang merah. Kabupaten Brebes merupakan wilayah dengan area pertanian terluas setelah Kabupaten Grobogan dan Kabupaten Cilacap. Luas lahan pertanian di Kabupaten Brebes yakni 60.341 ha. Provinsi Jawa Tengah memberikan kontribusi terbesar terhadap bawang merah di Indonesia sebesar 42,70%. Kabupaten dengan produksi bawang merah terbesar adalah Kabupaten Brebes yaitu sebesar 375.974 ton atau 72,39% memberikan kontribusi terhadap total produksi bawang merah di Provinsi Jawa Tengah (Kementerian Pertanian, 2015).

Luasnya area pertanian di Indonesia mengakibatkan meningkatnya jumlah pestisida yang digunakan. Frekuensi aplikasi pestisida pada pertanian bawang merah bisa mencapai 3-5 kali per minggu. Pestisida yang diaplikasikan merupakan campuran dari dua atau lebih jenis pestisida. Tidak hanya itu, petani juga bisa mencampur hingga tujuh jenis pestisida dalam sekali penyemprotan. Insektisida sintetis pertama kali digunakan tahun 1930 dan mulai meluas sejak Perang Dunia ke II. Pada tahun 1945-1965, insektisida golongan

organoklorin mulai digunakan secara luas di bidang pertanian dan kehutanan. Sedangkan insektisida sintetik golongan organofosfat, karbamat, dan *pirethroid* mulai dikomersilkan pada tahun 1970 (*House of Commons of Canada*, 2016). Sedangkan penggunaan pestisida golongan organoklorin di Indonesia mulai digunakan pada periode 1950-1960. Jenis pestisida organoklorin yang banyak digunakan yaitu DDT, endrin, aldrin, dieldrin, heptaklor, dan  $\gamma$ -HCCH (lindan) (Soerjani, 1990). Senyawa organoklorin bersifat racun kontak dan racun perut yang efektif mengendalikan larva, nimfa dan imago. Hal ini membuat pestisida golongan organoklorin banyak digunakan saat itu. Disisi lain, organoklorin bersifat persisten yang sulit terurai di alam (Narwanti *et al.*, 2013). Apabila digunakan secara terus menerus, maka dapat menyebabkan kerusakan lingkungan pertanian.

Pestisida organoklorin merupakan senyawa sintesis dengan stabilitas kimia besar dan terdaftar sebagai *Persistent Organic Pollutants* atau Polutan Organik Persisten (POPs). Pestisida organoklorin memiliki afinitas tinggi dengan tanah dan dapat terakumulasi di lingkungan dalam waktu yang lama. Sebuah penelitian menemukan residu pestisida organoklorin masih terdeteksi di sampel tanah lebih dari 20 tahun (Fang *et al.*, 2007). Bahkan dalam sebuah studi menunjukkan bahwa residu organoklorin terbawa pada aliran *run off* dari tanah hingga laut (Jing *et al.*, 2013). Penggunaan pestisida ternyata tidak hanya berdampak pada lingkungan pertanian dimana pestisida digunakan, melainkan juga dapat mencemari perairan seperti sungai hingga ke muara pantai sehingga jelas mencemari lingkungan. Penelitian dengan residu pestisida yang terbawa aliran *run off* pernah dilakukan oleh Dede dan Khozanah pada tahun 2012. Hasil penelitiannya menunjukkan distribusi pestisida jenis organoklorin di lokasi pelabuhan Merak hingga ke Pantai Anyer

Banten memiliki rata-rata 1,952 ng/l. Pestisida organoklorin memiliki karakteristik degradasi yang lambat pada sedimen, sangat stabil dan bertahan di lingkungan (persisten), kelarutan tinggi dalam lemak, terakumulasi dalam organisme dan rantai makanan (bioakumulasi), serta bersifat racun dan kronis pada manusia dan hewan.

Organoklorin memiliki ikatan senyawa yang bersifat persisten dan sangat sulit diuraikan di alam. Pestisida organoklorin tidak hanya berdampak buruk bagi lingkungan, melainkan juga berbahaya bagi kesehatan. Organoklorin bersifat toksik terhadap organisme non target termasuk manusia (Neelambari V, dan Annadurai D, 2012). Pestisida organoklorin bahkan ditemukan bersifat karsinogen dan mutagen pada hewan (Sutamihardja, 1992). Melihat dampaknya yang buruk bagi lingkungan dan kesehatan, maka pemerintah telah melarang penggunaan pestisida organoklorin dengan ditetapkannya Peraturan Menteri Pertanian Nomor 1 tahun 2007 tentang Daftar Bahan Aktif Pestisida yang Dilarang dan Pestisida Terbatas. Golongan pestisida organoklorin yang dilarang berdasarkan Permentan 01/2007 yaitu Aldrin, Dieldrin, Endrin, Heptaklor, Klordan, Lindan, Dikloro Difenil Trikloroetan (DDT), Toxaphen, Mirex (Kementan, 2016).

Setelah adanya larangan untuk menggunakan organoklorin, maka petani mulai berpindah pada penggunaan pestisida jenis lainnya. Pestisida yang banyak digunakan hingga saat ini berasal dari golongan organofosfat. Pestisida organofosfat umumnya merupakan racun pembasmi serangga yang memiliki toksisitas akut pada binatang bertulang belakang. Pestisida ini dapat memblokade saluran impuls syaraf dengan cara mengikat enzim asetilkolinesterase. Namun demikian, dampak penggunaan pestisida organofosfat dapat menimbulkan keracunan kronis bahkan berpotensi karsinogenik (Raini, 2007).

Organofosfat (OP) merupakan kelas insektisida yang beberapa diantaranya tergolong toksik tinggi. Hingga abad ke 21, organofosfat menjadi insektisida yang paling banyak digunakan dan mudah diperoleh. Beberapa golongan organofosfat yang digunakan secara terus menerus mengandung bahan aktif paration dan klorpirifos. Petani banyak menggunakan pestisida organofosfat karena dianggap paling efektif membunuh hama dan mudah didapatkan. Data yang diperoleh dari Kementerian Pertanian tahun 2000 menunjukkan sebanyak 2.600 lebih pestisida terdaftar untuk pertanian dan 50%-nya merupakan pestisida golongan organofosfat (Pohan, 2004; Bara *et al.*, 2015).

Penggunaan pestisida secara terus menerus tentunya dapat mencemari lingkungan. Seperti halnya penggunaan pestisida organofosfat yang juga dapat menimbulkan residu di tanah pertanian. Senyawa organofosfat dapat masuk ke dalam tanah melalui adsorpsi atau transport melalui air sebagai molekul induk. Mayoritas insektisida organofosfat yang digunakan saat ini berasal dari turunan asam fosfat dari kelompok *thiophosphoryl*. Sebagai contoh pestisida berbahan aktif paration dalam versi *O-methyl* masih digunakan hingga saat ini yang disintesis oleh Scharder tahun 1944, begitu pula dengan pestisida organofosfat berbahan aktif malation (Quin, 2000; Davisson *et al.*, 2005).

Indonesia merupakan negara agraris yang menyebabkan penggunaan pestisida cukup tinggi. Pada tahun 2006, tercatat sekitar 1.336 formulasi dan 402 bahan aktif pestisida telah terdaftar untuk mengendalikan hama di berbagai komoditi (Balingtan, 2009). Salah satu daerah dengan tingkat penggunaan pestisidanya sangat tinggi adalah di Kabupaten Brebes, Provinsi Jawa Tengah. Komoditas pertanian utama di wilayah ini adalah bawang merah. Sebagaimana diketahui bahwa bawang merah sangat rentan

terhadap serangan hama sehingga memerlukan penyemprotan dengan intensitas yang tinggi.

Kabupaten Brebes mempunyai luas wilayah sebesar 1.662,96 km terdiri dari 17 kecamatan dan 297 desa/kelurahan. Berdasarkan Evaluasi Penggunaan Tanah (EPT) pada tahun 2014, luas tanah sawah sebesar 627,03 km<sup>2</sup> (37,70%) dan luas tanah bukan sawah sebesar 1.035,93 km<sup>2</sup> (62,30%). Sebagian besar luas tanah sawah merupakan sawah berpengairan 46.087 Ha (73,50%), baik merupakan irigasi teknis, irigasi setengah teknis, irigasi sederhana maupun irigasi desa, sedangkan sisanya (26,50%) merupakan sawah tadah hujan (BPP Wanasari, 2015). Wilayah ini juga dialiri oleh Sungai Pemali yang menjadi sumber air irigasi sehingga dapat menjamin keberlangsungan aktivitas pertanian di wilayah ini.

Pertanian hortikultura seperti tanaman bawang merah menjadi salah satu sektor unggulan di Kabupaten Brebes. Data menunjukkan bahwa terjadi peningkatan produksi bawang merah di Kabupaten Brebes, yakni dari 2.531.835 kuintal pada tahun 2007 menjadi 3.366.447 kuintal pada tahun 2008 (BPS Kab. Brebes, 2009). Pada tahun 2014, produksi bawang merah Kabupaten Brebes mencapai 72,39% atau sebesar 375.974 ton memberikan kontribusi terhadap total produksi bawang merah di Provinsi Jawa Tengah (Kementerian Pertanian, 2015). Tanaman bawang merah yang sangat rentan terhadap hama, hal ini membuat petani harus menggunakan pestisida untuk mencegah terjadinya gagal panen. Tingginya angka produksi bawang merah diprediksi setara dengan tingginya penggunaan pestisida di wilayah ini.

Salah satu daerah di Kabupaten Brebes dengan tingkat penggunaan pestisida yang tinggi adalah Kecamatan Wanasari. Komoditas pertanian utama di daerah tersebut adalah

bawang merah, padi, cabe, jagung, dan kacang hijau. Produktivitas tertinggi adalah pada tanaman bawang merah, yaitu sebesar 122,2 kw/ha (BPS Kab. Brebes, 2009). Kecamatan Wanasari merupakan sentra penghasil bawang merah terbesar di Kabupaten Brebes (26%). Pada tahun 2015, luas panen bawang merah di Kecamatan Wanasari yaitu 6.598 ha. Rata-rata produksi bawang merah di Kecamatan Wanasari mengalami peningkatan dari tahun 2012 hingga tahun 2014. Pada tahun 2012, rata-rata produksi bawang merah mencapai 118,84 kw/ha, meningkat menjadi 131,55 kw/ha di tahun 2013, dan 144,97 kw/ha pada tahun 2014 (BPS Kab. Brebes, 2015).

Sebagai wilayah sentra pertanian bawang merah, Kabupaten Brebes juga tidak lepas dari praktik penggunaan pestisida organoklorin. Menurut keterangan dari penyuluh pertanian di BPP Wanasari bahwa organoklorin terakhir digunakan sekitar 10 tahun yang lalu. Saat ini, penggunaan pestisida organofosfat masih banyak digunakan oleh petani. Salah satu jenis pestisida golongan organofosfat yang banyak digunakan memiliki nama dagang Dursban dengan bahan aktif klorpirifos. Pada umumnya petani menyemprot tanaman bawang merah dengan pestisida secara intensif. Menurut Hidayat, penggunaan pestisida oleh petani bawang merah di Kabupaten Brebes sudah sangat tinggi, bahkan jauh melebihi dosis yang direkomendasikan (Hidayat *et al.*, 1991). Penelitian yang dilakukan oleh Kurnia dan Nugraha pada tahun 2007 menunjukkan bahwa terdapat residu pestisida organoklorin pada air di Kecamatan Wanasari, Tanjung, dan Kersana Kabupaten Brebes. Residu pestisida yang terdapat di wilayah ini meliputi heptaklor, dieldrin, endrin (Kurnia dan Ardiwinata, 2007). Beberapa hasil penelitian tersebut mengindikasikan bahwa terdapat residu pestisida yang mencemari lingkungan. Penggunaan pestisida secara berlebih tidak

hanya mencemari lingkungan, namun juga meninggalkan residu pada tanaman yang dapat menimbulkan efek kesehatan saat dikonsumsi.

Penelitian lainnya oleh Miskiyah dan Munarso pada tahun 2009 menunjukkan bahwa terdapat residu aldrin, heptaklor, klorpirifos, dan profenofos pada bawang merah di wilayah pertanian Kabupaten Brebes (Miskiyah dan Munarso, 2009). Penelitian tersebut menunjukkan bahwa residu tidak hanya mencemari lingkungan seperti tanah dan air, melainkan dapat mencemari tanaman pangan. Klorpirifos dan profenofos yang ditemukan merupakan bahan aktif pestisida dari golongan organofosfat. Saat ini, pestisida organofosfat banyak digunakan untuk membasmi organisme pengganggu tanaman (OPT). Organofosfat memiliki daya racun yang tinggi, pestisida ini merupakan jenis racun kontak dan sistemik. Sebuah studi menunjukkan degradasi pestisida golongan organofosfat di lingkungan lebih cepat dibanding organoklorin (Costa, 2008). Walaupun demikian, penggunaan pestisida secara berlebihan akan mencemari lingkungan, merusak kualitas tanah, bahkan dapat berdampak buruk bagi organisme atau biomassa di lahan pertanian.

Penggunaan pestisida kimia memiliki risiko karena sifat toksiknya pada manusia serta dampaknya terhadap lingkungan dan ekosistem (WHO, 2008). Pestisida tergolong sebagai *endocrine disrupting chemicals* (EDCs), yaitu senyawa kimia di lingkungan yang mengganggu sintesis, sekresi, transport, metabolisme, aksi pengikatan, dan eliminasi dari hormon-hormon dalam tubuh yang berfungsi menjaga keseimbangan (homeostasis), reproduksi, dan proses tumbuh-kembang. Beberapa fungsi hormon, seperti hormon tiroid, insulin, dan hormon pertumbuhan, IGF-1, dapat terganggu akibat paparan oleh senyawa yang merusak fungsi hormon endokrin seperti pestisida (Diamanti *et al.*, 2009).

Penggunaan pestisida dapat bersifat resisten di alam. Spesies hama yang dibasmi menjadi toleran terhadap pestisida, sehingga populasinya tidak terkendali. Penggunaan pestisida yang ditujukan untuk memberantas jenis hama tertentu dapat menyebabkan munculnya jenis hama yang lain. Ledakan hama sekunder tersebut dapat terjadi beberapa saat setelah penggunaan pestisida, atau pada akhir musim tanam atau malah pada musim tanam berikutnya (Suhartono *et al.*, 2010). Hal ini menjadi kelemahan dari penggunaan pestisida secara terus-menerus di lingkungan. Dampak negatif lainnya dari penggunaan pestisida kimia sintetis yakni resistensi, resurgensi, peledakan hama kedua, degradasi lingkungan, dan lain sebagainya (Diamanti *et al.*, 2009).

Penelitian tentang paparan pestisida pada perairan pun telah banyak dilaporkan. Kajian yang dilakukan oleh Sinulingga tahun 2006 ditemukan residu golongan organoklorin dengan bahan aktif gamma BHC, aldrin, dan endosulfan pada wortel di kawasan sentra Karo, Sumut. Kajian oleh Khozanah (2013) menunjukkan residu pestisida golongan organoklorin juga ditemukan di air dan sedimen teluk Jakarta pada tahun 2011. Pestisida dapat teradsorpsi ke dalam tanah yang mengandung bahan organik tinggi. Selain itu, pestisida dapat mencemari tanah melalui proses degradasi oleh mikroba, reaksi kimia, atau fotodegradasi (Osman and Cemile, 2010). Residu organoklorin di dalam tanah berkaitan pula dengan kandungan zat organik di tanah. Adanya residu pestisida di tanah tergantung pada sifat senyawa tanah dan berbagai faktor seperti pH, kelembaban tanah, karbon organik tanah, kandungan liat (Tijana *et al.*, 2016).

Residu pestisida organoklorin banyak ditemukan pada tanah dengan kandungan lempung (*clay*) yang dominan dibandingkan persentase tekstur dan pasirnya. Peneliti lainnya juga menunjukkan menunjukkan bahwa semakin tinggi kandungan mineral



lempung pada tanah maka residu pestisida yang ditemukan juga semakin tinggi konsentrasinya. Beberapa hasil penelitian lainnya menunjukkan adanya korelasi positif antara kandungan zat organik, pH, mineral tanah dengan residu pestisida organoklorin. Artinya, semakin tinggi nilai kandungan organik tanah, pH tanah, mineral tanah maka konsentrasi residu pestisida organoklorin (misalnya aldrin dan dieldrin) juga meningkat (Idowu *et al.*, 2013; Jun *et al.*, 2013; Dongxiang *et al.*, 2014; Yuan *et al.*, 2014; Tijana *et al.*, 2016). Residu pestisida organofosfat dapat ditemukan di tanah melalui beberapa cara seperti aplikasi langsung ke permukaan tanah, pengadukan tanah, atau penyemprotan pada tanaman. Pestisida juga bisa masuk ke sumber air tanah melalui permukaan dan *run off* selama terjadi hujan. Masuknya pestisida di lingkungan tanah dan air dipengaruhi oleh sifat fisikokimia pestisida serta sifat-sifat tanah dan air (Ware and Whitacre, 2004; Akan JC, *et al.*, 2013).

Pestisida yang berada di tanah akan berinteraksi dengan bahan organik tanah. Pestisida bergerak di antara bahan organik dan air dalam tanah. Jumlah pestisida yang diserap tanah sebagian besar dipengaruhi oleh jumlah total bahan organik dalam tanah. Tingkat keasaman tanah (pH) juga mempengaruhi penyerapan pestisida. Molekul pestisida netral dapat menjadi ionik dan lebih reaktif. Apabila muatan diinduksi adalah positif maka pestisida dapat mengikat tanah bermuatan negatif. Jika muatan induksi negatif maka pestisida dapat terdegradasi dari permukaan tanah bermuatan positif. Selanjutnya, transportasi pestisida ke bawah melalui air (*leaching*) dapat terjadi dengan proses infiltrasi. Air yang mengangkut pestisida juga dapat berpindah melalui *overland run off* atau perkolasi di bawah tanah. Aliran horizontal air tanah umumnya terjadi secara lambat dan tergantung pada porositas dan permeabilitas material penyusun akuifer (Blessing, 2001).

Sebelumnya telah dilakukan studi pendahuluan untuk mengetahui ada atau tidaknya residu pestisida di tanah pada lahan pertanian bawang merah di Kecamatan Wanasari, Kabupaten Brebes. Uji residu pestisida dilakukan di beberapa desa dan ditemukan residu golongan organofosfat di Desa Sisalam, Desa Tanjungsari, Desa Dukuhwringin, dan Desa Wanasari. Golongan organofosfat yang ditemukan berbahan aktif klorpirifos, malation, dan metidation. Kadar residu bahan aktif tertinggi yakni malation ditemukan di Desa Dukuhwringin sebesar 0,363 ppm, dan kadar residu terendah berbahan aktif klorpirifos di Desa Wanasari sebesar 0,011 ppm. Dengan ditemukannya residu pestisida di beberapa wilayah ini maka dapat diprediksikan bahwa residu pestisida juga dapat ditemukan di lokasi lainnya.

Sifat-sifat fisik tanah di lahan pertanian bawang merah Kecamatan Wanasari juga perlu diketahui untuk melihat faktor-faktor yang menyebabkan tertahannya residu pestisida di tanah. Selain itu, perilaku penggunaan pestisida oleh petani menjadi penting untuk diketahui sebagai salah satu faktor pendukung ditemukannya residu pestisida di tanah. Pada penelitian ini, faktor-faktor fisik lingkungan seperti pH tanah, tekstur tanah, dan koefisien permeabilitas dikaji untuk mengetahui korelasinya terhadap residu pestisida di dalam tanah. Residu pestisida terhadap populasi dan biomassa cacing tanah juga diuji untuk mengetahui pengaruhnya. Cacing tanah berfungsi sebagai kunci pendukung bagi ekosistem pertanian. Keberadaan cacing tanah penting bagi keberlanjutan agroekosistem, namun cacing tanah dapat terdegradasi oleh praktek budidaya penggunaan pestisida secara intensif. Studi sebelumnya telah banyak melaporkan adanya dampak buruk pestisida terhadap keberadaan cacing tanah. Sebuah studi menunjukkan adanya penurunan aktivitas cacing tanah hingga 50% ketika pestisida dimasukkan ke tanah dan penurunan aktivitas

hingga 90% ketika residu pestisida ditempatkan pada permukaan tanah (Hogger and Amon, 1994). Pestisida dapat mengganggu aktivitas enzimatik cacing tanah, meningkatkan kematian cacing, mengurangi fekunditas dan pertumbuhan cacing. Insektisida dan fungisida merupakan pestisida yang paling beracun pada cacing dan dapat mempengaruhi keberlangsungan hidup dan produksi cacing tanah (Pelosi *et al.*,2014).

Penelitian mengenai residu pestisida di tanah beserta faktor-faktor fisik dan dampak yang ditimbulkan pestisida bagi lingkungan perlu divisualisasikan melalui pendekatan geospasial. Hal ini dilakukan untuk mengetahui distribusi persebaran pestisida pada lahan pertanian bawang merah di Kecamatan Wanasari, Kabupaten Brebes. Visualiasi sebaran residu pestisida secara spasial dapat dilakukan berdasarkan golongan pestisida. Pemetaan melalui citra ini dapat memberikan informasi dengan mudah dan akurat. Hingga saat ini belum ada pola spasial mengenai distribusi residu pestisida organoklorin dan organofosfat di lahan pertanian bawang merah di Kecamatan Wanasari, Kabupaten Brebes. Data geospasial penting digunakan pada kajian ini karena dengan data geospasial sebaran residu pestisida di lingkungan tanah pertanian bawang merah Kecamatan Wanasari, Kabupaten Brebes dapat dipetakan.

Pola sebaran residu pestisida dapat dianalisis menggunakan pendekatan analisis spasial dengan interpolasi dan *overlay*. Tujuan dilakukan interpolasi agar sebaran residu pestisida pada titik tidak tersampel dapat diprediksi, sehingga pola sebaran residu pestisida dapat dibuat untuk seluruh wilayah di Kecamatan Wanasari. Sedangkan metode *overlay* dilakukan untuk menganalisis kaitan antar variabel untuk membuat peta baru yang memberikan informasi mengenai wilayah yang berisiko. Pada penelitian ini, teknik interpolasi dilakukan dengan kriging sedangkan *overlay* dengan *weighted sum*. Metode

interpolasi dengan kriging telah banyak digunakan dalam pengamatan spasial dan merupakan metode interpolasi deterministik yang paling banyak diterapkan. Keunggulan metode kriging dibandingkan teknik interpolasi lain seperti *inverse distance weighted* (IDW) yaitu memberikan hasil yang terbaik dengan bias terkecil (Purwadi *et al.*, 2015).

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dilakukan penelitian dengan judul “Pola Sebaran Cemar Residu Pestisida Organoklorin dan Organofosfat dengan Analisis Geospasial di Lingkungan Tanah Pertanian Bawang Merah (*Allium cepa L.*) Kecamatan Wanasari Kabupaten Brebes”.

## **B. Perumusan Masalah**

Peningkatan produktivitas bawang merah di Kecamatan Wanasari, Kabupaten Brebes terus terjadi seiring dengan meningkatnya kebutuhan konsumen. Penggunaan pestisida seringkali diaplikasikan pada lahan pertanian untuk meningkatkan produktivitas. Efek jangka panjang dari penggunaan pestisida dapat meresap ke dalam tanah dan mencemari tanah. Sejak adanya peraturan pembatasan penggunaan pestisida organoklorin, berkembang pestisida golongan organofosfat yang digunakan secara luas oleh petani.

Pestisida organoklorin bersifat persisten dan dapat terakumulasi di tanah hingga lebih dari 20 tahun. Penggunaan pestisida organofosfat yang bersifat akut juga dapat merusak ekosistem pertanian dan lingkungan. Salah satu masalah yang ditimbulkan dari penggunaan pestisida secara intensif yakni menurunnya kesuburan tanah yang ditandai dengan populasi dan biomassa cacing tanah. Transport pestisida ke dalam tanah dapat disebabkan oleh faktor-faktor fisik seperti pH tanah, tekstur tanah, dan koefisien permeabilitas tanah.

Pada studi pendahuluan terhadap kadar residu pestisida di tanah ditemukan adanya residu pestisida golongan organofosfat bahan aktif medidation, malation, dan klorpirifos di beberapa desa wilayah Kecamatan Wanasari, Kabupaten Brebes. Kadar residu tertinggi yakni malation ditemukan di Desa Dukuhwringin sebesar 0,363 ppm, dan kadar residu terendah berbahan aktif klorpirifos di Desa Wanasari sebesar 0,011 ppm. Temuan pada studi pendahuluan ini menunjukkan bahwa adanya pencemaran pestisida pada tanah di pertanian bawang merah di wilayah ini. Sebagai upaya untuk mengidentifikasi sebaran cemaran residu pestisida serta dampaknya pada lingkungan maka penelitian ini perlu dilakukan. Dengan diketahuinya sebaran cemaran residu pestisida, karakteristik fisik tanah, dan keberadaan biomassa cacing tanah, maka diharapkan dapat menjadi bahan kajian untuk upaya pengelolaan lingkungan pertanian lebih lanjut.

Kecamatan Wanasari sebagai wilayah sentra bawang merah di Kabupaten Brebes tentunya akan memproduksi bawang merah setiap tahunnya. Produktivitas bawang merah dapat menurun seiring dengan menurunnya kualitas tanah. Penggunaan pestisida dalam jumlah yang besar dan dilakukan secara terus menerus menimbulkan potensi pencemaran tanah yang serius. Menurunnya kualitas tanah dapat dilihat secara fisik seperti tanah mengeras, berwarna putih pada permukaan tanah, tanah berlumut, bahkan menghilangnya cacing tanah yang sangat bermanfaat bagi lahan pertanian. Kondisi seperti ini telah terjadi di lahan pertanian di beberapa wilayah Kecamatan Wanasari.

Penelitian ini dimaksudkan untuk melengkapi usaha-usaha sebelumnya untuk meminimalkan dampak negatif dari penggunaan pestisida, yaitu dengan menyediakan informasi kuantitatif mengenai residu cemaran pestisida organoklorin dan organofosfat di dalam tanah. Dalam konteks pembangunan berkelanjutan, aktivitas pertanian harus dijamin

mampu memberikan bahan pangan yang sehat untuk masyarakat dan aktivitas pertanian tidak merusak lingkungan agar generasi selanjutnya dapat memanfaatkan sumber daya pertanian dengan optimal. Residu cemaran pestisida organoklorin dan organofosfat pada lingkungan tanah akan disajikan dengan pendekatan geospasial. Informasi ini dapat dijadikan sebagai langkah antisipasi dalam perencanaan penggunaan pestisida, sehingga permasalahan lingkungan yang dihadapi dalam penggunaan pestisida dapat diminimalkan.

Pada penelitian ini terdapat beberapa pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh frekuensi penyemprotan pestisida, jumlah campuran pestisida, tekstur tanah, pH tanah, koefisien permeabilitas tanah terhadap residu pestisida organoklorin dan organofosfat pada pertanian bawang merah di Kecamatan Wanasari, Kabupaten Brebes?
2. Bagaimana pengaruh residu pestisida organoklorin dan organofosfat terhadap populasi dan biomassa cacing tanah pada pertanian bawang merah di Kecamatan Wanasari, Kabupaten Brebes?
3. Bagaimana pola sebaran cemaran residu pestisida organoklorin dan organofosfat di lingkungan tanah pertanian bawang merah di Kecamatan Wanasari, Kabupaten Brebes menggunakan analisis geospasial?
4. Bagaimana strategi pengelolaan lingkungan di area pertanian bawang merah di Kecamatan Wanasari, Kabupaten Brebes?

### **C. Orisinalitas Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola sebaran pestisida organoklorin dan organofosfat yang menggambarkan keberadaan dan kuantitas pestisida organoklorin dan organofosfat dalam tanah pertanian bawang merah Kecamatan Wanasari, Kabupaten

Brebes. Penelitian ini mengkaji tentang pola penggunaan pestisida oleh petani bawang merah di Kecamatan Wanasari dan dampaknya terhadap cemaran residu pestisida di lahan pertanian bawang merah. Metode yang digunakan untuk menganalisis pola penggunaan pestisida dilakukan dengan pendekatan wawancara dan FGD, informasi yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan metode statistik. Cemaran pestisida dalam tanah yang diuji meliputi parameter pestisida golongan organoklorin dan organofosfat, dan analisis pola sebaran cemaran residu dilakukan menggunakan metode geostatistik. Metode geostatistik merupakan bagian dari analisis geospasial yang digunakan untuk melihat hubungan antar data spasial dan dapat digunakan untuk mengestimasi data pada titik yang tidak terukur. Dengan menggunakan metode geostatistik dapat diperoleh peta pola sebaran cemaran residu pestisida organoklorin dan organofosfat di lahan pertanian bawang merah Kecamatan Wanasari, Kabupaten Brebes.

Penelitian ini orisinal berdasarkan ide-ide pemikiran peneliti setelah *mereview* artikel jurnal (nasional dan internasional) serta hasil-hasil penelitian terdahulu disajikan tabel 1.1:

## 1. Penelusuran Penelitian Terdahulu

Tabel 1.1 Hasil Penelitian yang Terkait dengan Penelusuran Orisinilitas

No.	Judul dan Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1	<i>GIS-based modelling of agrochemical use, distribution and accumulation in the Lower Mekong Delta, Vietnam: A case study of the risk to aquaculture.</i> Oleh: Pham, L. K. (2012).	Penelitian ini meneliti proses pestisida secara keseluruhan termasuk penggunaan pestisida, pemodelan akumulasi pestisida dan mengevaluasi dampak potensial pada situs budidaya untuk beberapa spesies akuatik sasaran.	Risiko pestisida di Mekong dilakukan dalam tiga tahap, yakni menyelidiki status penggunaan pestisida saat di delta Mekong, pemodelan pestisida dan akumulasi, dan mengklasifikasikan daerah berisiko pestisida untuk budidaya.	Studi ini telah mengembangkan metode untuk mengevaluasi dampak negatif pestisida masuk ke lingkungan dari penggunaan pertanian terkait dengan fluktuasi daerah budidaya berisiko. Penelitian ini menunjukkan potensi hubungan antara input pestisida dan daerah risiko untuk budidaya.
2	<i>Organophosphorus pesticide residues in vegetables and soil samples from alau dam and gongulong agricultural areas, Borno State, Nigeria</i> Oleh: J. C. Akan, L. Jafiya, Z. Mohammed, F. I. Abdulrahman (2013)	Untuk mengetahui residu pestisida organofosfat pada sayuran dan sampel tanah di area pertanian Borneo, Nigeria.	Konsentrasi residu pestisida organofosfat (dichlorvos, diazinon, klorpirifos, dan fenitrothion) ditentukan dalam sayuran (bayam, selada, kubis, tomat dan bawang) dan sampel tanah dari berbagai kedalaman di daerah pertanian di Borno State, Nigeria. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan prosedur standar. Konsentrasi semua pestisida dalam sayuran dan sampel tanah ditentukan menggunakan GC / MS Shimadzu (GC-17A) yang dilengkapi dengan penangkapan elektron detektor (ECD).	Konsentrasi tertinggi dari diclorvos, diazinon, chlorpiryfos dan fenithrothion di daerah pertanian Alau Dam dan Gongulong konsentrasi tertinggi pada daun tomat, sedangkan konsentrasi terendah yang diamati pada akar bayam. Konsentrasi pestisida lebih tinggi dalam sampel tanah pada kedalaman 21-30 cm, sedangkan konsentrasi terendah pada kedalaman 0-10 cm.



No.	Judul dan Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
3	<p><i>Carbamate and Organophosphate Contamination in Soil, Rice, and Water Samples from Rice Paddy Fields in Nakhon Nayok Province</i> Oleh: Sirikul Thummajitsakul, Hathaichanok Praditpol, Julaluck Poolaoi, Kun Silprasit (2015)</p>	<p>Untuk mengetahui pestisida karbamat dan organofosfat di tanah, beras, dan sampel air dari sawah padi di sejumlah desa, Kecamatan Banpraw, Kabupaten Banna di Provinsi Nakhon Nayok.</p>	<p>Lokasi pengambilan sampel dipilih di 27 daerah pertanian menggunakan Global Positioning System (GPS). Ditemukan bahwa 42,3% dari semua petani yang disurvei telah digunakan pestisida pada tanah (n = 27), air (n = 10) dan beras (n = 27) sampel diuji dengan menggunakan test kit GT.</p>	<p>Sebanyak 77,78%, 85,18% dan 70% dari sampel tanah, beras dan air masing-masing terkontaminasi dengan pestisida golongan karbamat dan organofosfat. Kelompok organofosfat adalah insektisida yang banyak digunakan hingga 50% dari total yang digunakan.</p>
4	<p><i>Organophosphate Residue in Different Land Use in Mojogedang Karanganyar Central Java Indonesia</i> Oleh: Supriyadi, Aditya Dyah Utami, Hery Widijanto &amp; Sumani (2015)</p>	<p>Untuk mengkaji tingkat residu organofosfat dan sifat paparannya ke dalam tanah pada berbagai penggunaan lahan di Mojogedang (sawah, lahan kering, hutan rakyat). Penelitian ini untuk menganalisis organik-C, pH, tekstur tanah, total mikroba dan residu organofosfat termasuk diazinon, parathion, profenofos, ethion, klorpirifos, malathion.</p>	<p>Metode penelitian yang digunakan yakni metode eksplorasi dengan pendekatan deskriptif dan analisis laboratorium dengan pendekatan survei. Data dianalisis secara statistik menggunakan analisis korelasi.</p>	<p>Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semua residu konsentrasi bahan aktif organofosfat dalam tanah sawah organik, sawah anorganik tanah, tanah kering, tanah hutan masyarakat kurang dari batas maksimum residu (BMR) 0,05 mg/kg. Tingkat residu dari lahan kering hortikultura dengan bahan profenofos aktif lebih dari BMR (62.060 mg / kg), sementara yang lain aktif bahan kurang dari BMR. Tekstur tanah adalah properti tanah yang erat berkorelasi dengan residu organofosfat di tanah (fraksi pasir <math>r = -0.601</math>, fraksi debu <math>r = -0.658</math>, fraksi liat <math>r = -0.509</math>).</p>

No.	Judul dan Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
5	<i>Spatial variability of organochlorine pesticides (DDTs and HCHs) in surface soils from the alluvial region of Beijing, China</i>  Oleh: Zhang Hong-Yan, Gao Ru-Tai, Huang Yuan-Fang, Jia Xiao-Hong, Jiang Shu-Ren (2007).	Untuk menyelidiki status HCHs dan DDT dengan menganalisis tren distribusi spasial HCHs dan DDTs pada tanah pertanian di wilayah aluvial dari Beijing.	Distribusi spasial dan tren HCHs dan DDTs dianalisis dengan menggunakan analisis geostatistik dan GS + (513). Distribusi spasial menunjukkan bagaimana pestisida ini telah diterapkan di masa lalu.	Konsentrasi HCH di semua sampel tanah 131 dan konsentrasi DDT di 112 sampel tanah yang lebih rendah dari 50µg/kg. Distribusi tren HCHs di tanah lahan pertanian di Beijing tidak signifikan, tetapi tren distribusi DDTs di tanah lahan pertanian menunjukkan "U" bentuk di barat ke arah timur dan "Bentuk parabola" di Utara ke arah Selatan.
6	<i>Mapping the Distribution of DDT Residues as DDE in the Soils of the Irrigated Regions of Northern New South Wales, Australia Using ELISA and GIS</i>  Oleh: Shivaramaiah, H. M., Odeh, I. O. A., Kennedy, I. R., & Skerritt, J. H (2002).	Untuk pemetaan distribusi residu DDT menggunakan metode ELISA dan GIS	Analisis spasial dilakukan berdasarkan teori geostatistik variabel regionalisasi. Teori mengusulkan bahwa nilai-nilai data realisasi dari fungsi acak, yang dapat dimodelkan oleh variogram atau fungsi kovarians.	Studi ini menunjukkan bahwa kombinasi ELISA (enzyme-linked immunosorbent assay) dan Sistem informasi geografis (SIG) analisis menyediakan cara yang efektif menampilkan tingkat kontaminasi tanah oleh pestisida dan kebutuhan yang mungkin untuk perbaikan.

No.	Judul dan Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
7	<i>Determination of Organochlorine Pesticides in Some Vegetable Samples Using GC-MS</i> Oleh: Cemile Ozcan (2016)	Untuk menyelidiki tingkat pencemaran pestisida pada labu manis ( <i>Cucurbita pepo</i> L.), cherry tomat ( <i>Solanum lycopersicum</i> var. cerasiforme), paprika ( <i>Capsicum annuum</i> ), selada ( <i>Lactuca sativa</i> L.), krokot ( <i>Portulaca oleracea</i> L.), kacang hijau ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.), mentimun ( <i>Cucumis sativus</i> L.), dan bawang ( <i>Allium fl avum</i> L) di Kirklareli, Turki	Konsentrasi pestisida organoklorin ditentukan oleh gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). Sayuran disiapkan untuk analisis dengan metode ekstraksi QuEChERS. Konsentrasi hexachlorocyclohexane ( $\Sigma$ HCH), aldrin, heptaklor, dieldrin, endosulfan, methoxychlor dan dichlorodiphenyltrichloroethane ( $\Sigma$ DDT) ditentukan dalam sayuran yang dikumpulkan dari berbagai titik di Kirklareli.	LOD dan LOQ antara 0,02-0,26 dan 0,06-0,87 mg / L. RSDs waktu migrasi berkisar antara 2,4% menjadi 7,7% untuk 18 analit, menunjukkan pengulangan baik dari metode ini. Penerimaan dari analit dalam sayuran berkisar antara 83% sampai 104%, masing-masing. Konsentrasi yang diperoleh untuk pestisida dalam semua sayuran yang diteliti berada di kisaran ND-73,6 mg / kg.
8	<i>The level and distribution of selected organochlorine pesticides in sediments from River Chenab, Pakistan</i> Oleh: Eqani, S. A. M. A. S., Malik, R. N., & Mohammad, A. (2011)	Untuk menentukan tingkat kontaminasi OCP dan untuk menilai variasi spasial dan temporal OCP di sedimen Sungai Chenab, Pakistan	Pestisida organoklorin (OCP), yaitu b-hexachlorocyclohexane (b-HCH), c-HCH, aldrin, dieldrin, Endrin, heptaklor, endosulfan-I, endosulfan- II, heptaklor endoepoxide, heptaklor exoepoxide, Mirex, dicofol, o, p0-dichlorodiphenyltrichloroethane (O, p0-DDT), DDD, dan DDE dan 12 parameter fisika lainnya diukur di permukaan sedimen dari Sungai Chenab selama dua musim (musim panas dan musim dingin 2007) untuk mengevaluasi spasial dan tren	Spatial discriminant function analysis (DFA) dipisahkan 14 parameter, yaitu. dicofol, endosulfan-I, heptaklor endoepoxide, dieldrin, DDD, DDE, endosulfan-II, o, p0 DDT, p, p0-DDT, pH, konduktivitas listrik (EC), Cl-1, Total P (%), dan lumpur, yang menjelaskan 96% dari total varians antara kelompok spasial. c-HCH adalah yang paling sering terdeteksi (63%) pestisida, diikuti oleh DDD (56%). Analisis faktor mengidentifikasi pertanian dan

No.	Judul dan Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
			temporal pencemaran sedimen. Analisis hirarki cluster agglomerative mengidentifikasi tiga kelompok situs berdasarkan kesamaan spasial di parameter fisikokimia dan konsentrasi residu OCP.	kegiatan industri sebagai sumber utama OCP pada sedimen terkontaminasi.
9	<i>Levels, compositions and distributions of organochlorine pesticide residues in soil 5–14 years after clean-up of former storage sites in Tanzania</i> Oleh : Marco Mahugija, 2014	Untuk mengetahui tingkat, komposisi dan distribusi pestisida organoklorin dari residu dalam tanah 5-14 tahun setelah bersih-bersih dari bekas situs penyimpanan di Tanzania	Sampel dikumpulkan dari berbagai kedalaman ( 5-10 cm, 30 cm, dan 50 cm) untuk sebagian besar situs dan sampai 300 cm untuk satu situs. Penentuan analit dilakukan dengan menggunakan resolusi tinggi GC - MS dan teknologi dilusi isotop. DDT, DDD, DDE, isomer HCH, aldrin, dieldrin, Endrin, endosulfans, chlordanes, dan heptaklor adalah senyawa utama yang akan dideteksi.	Tingkat kontaminasi cukup tinggi. Konsentrasi tertinggi ditemukan dalam bekas penyimpanan poin dan konsentrasi menurun dengan jarak dan kedalaman. Pestisida terutama ditemukan ditanah atas dan lateral. Gerakan itu tidak signifikan. Komposisi dari kontaminan ditunjukkan terutama senyawa induk dengan tingkat rendah produk degradasi di sebagian besar situs.
10	<i>Monitoring Results For Organochlorine Pesticides In Soil And Water From Selected Obsolete Pesticide Stores In Pakistan</i> Oleh : Karam Ahad, 2010	Untuk memantau hasil pestisida organoklorin di tanah dan air di Pakistan.	Sampel tanah dikumpulkan tempat menyimpan pestisida, tanah dari halaman sekitar dan air tanah yang dikumpulkan dari sumber terdekat. Lokasi pengambilan sampelnya ada di beberapa titik.	Dari sampel yang diuji, diperoleh hasil bahwa tanah pada tempat penyimpanan pestisida di Pakistan mengandung kadar pestisida tinggi organoklorin. Organoklorin pestisida tersebut dapat mengancam kesehatan manusia. Selain itu, juga dapat mengancam keamanan sumber daya air dan lingkungan.

No.	Judul dan Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
11	<i>Pesticide Exposure Pathways Among Children of Agricultural Workers</i> Oleh : Patrizia, 2007	Untuk menyoroti bukti jalur tambahan dan substansial paparan pestisida pada anak-anak petani.	Pencarian literatur untuk mengidentifikasi makalah dan pelaporan keadaan paparan pestisida di kalangan anak-anak pertanian. Berbasis web sebagai berikut: PubMed, Ovid dan Google.	Temuan menunjukkan bukti paparan pestisida yang lebih tinggi untuk anak-anak dari pekerja pertanian dibandingkan dengan pekerja non pertanian.
12	<i>Organochlorine pesticides in soils under different land usage in the Taihu Lake region, China</i> Oleh: Wang Fang, et al. (2007)	Mengetahui karakteristik distribusi OCP di tanah dengan sistem penggunaan lahan yang berbeda di wilayah Danau Taihu.	Mempelajari daerah dan penggunaan lahan di wilayah Danau Taihu, selanjutnya dilakukan sampling tanah dan analisis residu OCP menggunakan metode gas kromatografi.	Terdapat konsentrasi yang rendah untuk senyawa HCH dan DDT di tanah Danau Taihu tetapi berdasarkan analisis waktu paruh dan konsentrasi HCH dan DDT di tanah sudah ada sejak tahun 1980-an.
13	<i>Organochlorine pesticide residue levels in river water and sediment from cocoa-producing areas of Ondo State central senatorial district, Nigeria</i> Oleh: Idowu GA, Aiyesanmi A. F. and Owolabi B. J. (2013)	Penelitian ini difokuskan pada analisis konsentrasi residu organoklorin dalam air sungai dan sedimen dari daerah daerah produksi Cocoa di Nigeria.	Pestisida organoklorin diekstraksi dengan campuran pelarut organik diukur dengan Gas Chromatography - Mass Spectrometry ( GCMS ).	Aldrin, dieldrin, lindane, heptaklor epoksida, $\alpha$ -endosulfan, $\beta$ - endosulfan, benzena $\beta$ - heksakhlorida, dan heksakhlorida $\delta$ benzena terdeteksi dalam sampel, dengan isomer endosulfan terjadi paling sering. Total OCP signifikan berkorelasi positif ( $p < 0,05$ ) dengan kandungan bahan organik dari tanah lempung.

No.	Judul dan Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
14	Pestisida Organoklorin pada Aqifer Dangkal di Wilayah Pesisir Kota Semarang Oleh : Baskoro (2009).	Untuk mengetahui pestisida organoklorin pada aqifer dangkal di wilayah pesisir Kota Semarang.	Pengambilan sampel air dilakukan di daratanpesisir Kota Semarang pada 10 titik yang mewakili daerah industri, pertanian maupun pemukiman. Sampel air tanah sebanyak 2 liter ditampung dalam wadah yang terbuat dari logam kemudian ditutup rapat. Parameter yang diamati selain pestisida organoklorin adalah pH, salinitas dan temperatur. Prosedur analisa mengikuti metoda dari Strandard Method for the Examination of Waste Water.	Penelitian yang dilakukan di wilayah pesisir Kota Semarang diperoleh hasil parameter fisika dan kimia residu pestisida organoklorin menunjukkan bahwa heptachlor dan endrin menunjukkan nilai yang melebihi baku mutu air untuk minum, baik baku mutu oleh Indonesia maupun baku mutu dari WHO.
15	Analisa Kandungan Residu Pestisida Golongan Organoklorin pada Air di Lahan Pertanian Oleh: Asep Kurnia dan Asep Nugraha Ardiwinata (2011).	Menganalisis kandungan residu pestisida organoklorin pada air di lahan pertanian	Pengambilan sampel telah dilakukan di lahan pertanian bawang merah di Kecamatan Wanasari, Tanjung dan Kersana. Kemudian daerah yang terpilih diberi tanda dipeta rupa bumi skala 1: 25.000 yang telah disediakan. Selanjutnya dilakukan penetapan titik-titik pengambilan sampel untuk analisis residu pestisida pada contoh air. Pengambilan contoh air dilakukan dengan cara mengambil 1000 ml air permukaan . Kadar pestisida organoklorin diukur dengan alat Gas Chromatografi menggunakan detector penangkap electron dan kolom kapiler Rtx-1.	Di Kecamatan Wanasari residu pestisida linden dan aldrin pada air berada diatas ambang batas yaitu mencapai 0,0085 ppm dan 0,1048 ppm, sedangkan heptaklor, dieldrin, endrin, 4,4-DDT masih di bawah ambang batas yaitu mencapai 0,0210 ppm, 0,1048 ppm, dan 0,0015 ppm, sedangkan heptaklor, endrin, 4,4-DDT masih di bawah ambang batas yaitu mencapai 0,0065, sedangkan linden, heptaklor, dieldrin, endrin, 4,4-DDT masih di bawah ambang batas.

No.	Judul dan Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
16	Kontaminasi Residu Pestisida pada Cabai Merah, Selada, dan Bawang Merah (Studi Kasus di Bandungan, Brebes, Jawa Tengah dan Cianjur Jawa Barat) Oleh: Miskiyah dan S.J Munarso (2009).	Mengetahui paparan dan mendeteksi residu pestisida pada sayuran segar.	Metode penelitian bersifat survey dan dilakukan analisis residu pestisida di Laboratorium Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pasca Panen Pertanian Bogor. Analisis residu pestisida menggunakan metode gas kromatografi.	Hasil penelitian menunjukkan residu pestisida organoklorin lebih dominan, diikuti dengan golongan organofosfat dan karbamat untuk semua jenis sayuran yang diamati.
17	Studi Sebaran Spasial Berbagai Golongan Pestisida Pada Lahan Pertanian Kentang di Desa Kepakisan Kecamatan Batur Kabupaten Banjarnegara Tahun 2013 Oleh: Eny Sofiyatun, Dwi Atin Faidah, Wahyu Nur Setiawan (2013).	Mengetahui gambaran sebaran spasial penggunaan pestisida pada lahan pertanian kentang.	Jenis penelitian ini adalah deskriptif dengan pendekatan cross sectional. Subyek penelitian adalah petani kentang dan lahan pertaniannya, lokasi unit pelayanan kesehatan serta pemukiman penduduk. Instrumen penelitian dengan menggunakan Global Positioning System (GPS) dan data diolah menggunakan software ArcView.	Hasil penelitian menunjukkan pestisida yang digunakan meliputi 3 golongan, yaitu organofosfat, karbamat dan organokhlorin (50% petani), usia petani 31-40 tahun, jarak pemukiman dengan pelayanan kesehatan 4-10km dengan akses jalan mudah ditempuh. Upaya penggunaan APD dan memperhatikan arah angin pada saat aplikasi pestisida perlu ditingkatkan guna mengurangi risiko keracunan pestisida.

No.	Judul dan Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
18.	Pesticides and earthworms. A review Oleh: Céline Pelosi, Sébastien Barot, Yvan Capowiez, Mickaël Hedde, dan Franck Vandenbulcke (2014)	Untuk mereview laporan penelitian sebelumnya mengenai cacing tanah seagai indikator respon lingkungan terhadap pestisida.	Studi pustaka dengan mempelajari dan mereview jurnal jurnal sebelumnya.	Cacing tanah dipengaruhi oleh pestisida pada semua jenis golongannya. Pestisida merusak aktivitas enzim, meningkatkan kematian cacing, menurunkan pertumbuhan cacing, dan menurunkan seluruh komunitas biomassa dan densitas.
19.	Geographic Pattern Analysis Of Pesticide Exposure In Salamander Populations In The Great Smoky Mountains National Park Oleh: M. J. Freake dan E.D. Lindquist (2008)	Untuk menginvestigasi pola geografis residu pestisida di Black-bellied Salamander <i>Desmognathus quadramaculatus</i> di National Great Smoky Mountains Park (GSMNP).	Pada tahun 2001, kami melakukan studi percontohan, mengumpulkan sampel jaringan dari dua situs (Utara dan Selatan membagi benua timur) dekat batas barat GSMNP.	Hasil menunjukkan tingkat terukur berbagai residu pestisida, termasuk DDT dan metabolitnya, serta chlordane, heptaklor, endosulfan, dan atrazin. Pola geografis cukup heterogen; Namun, sampel dari dua situs yang paling Barat memiliki residu pestisida terbesar.
20.	Determining and Mapping Soil Nutrient Content Using Geostatistical Technique in a Durian Orchard in Malaysia Oleh: Mohd Hasmadi Ismail (2009)	Tujuan penelitian ini untuk menentukan dan pemetaan konten nutrisi tanah khususnya Nitrogen, Fosfordan Potasium (NPK) di dalam kebun durian menggunakan teknik geostatistik.	NPK yang dianalisis dan dipetakan oleh Geostatistika Plus (GS ++ ) untuk mengukur tingkat nutrisi spasial yang tersedia dan memprediksi nilai nutrien di lokasi yang tidak disampling.	Penelitian ini mengungkapkan kemampuan potensial dari geostatistik dan variogram dalam menentukan kandungan nutrisi tanah serta pemetaannya di kebun durian. Selanjutnya peta NPK dapat digunakan untuk menerapkan pupuk ke suatu daerah, di mana data tentang kurangnya kandungan NPK dapat digunakan untuk manajemen pupuk yang efisien.



## 2. Kebaruan (Noveltis)

Kebaruan dalam penelitian ini difokuskan pada temuan residu pestisida dalam tanah dan faktor-faktor karakteristik fisik tanah yang memperkuat keberadaan pestisida dalam tanah. Karakteristik fisik tanah yang dikaji pada penelitian ini yaitu pH tanah, tekstur tanah, dan koefisien permeabilitas. Penelitian ini juga mengkaji tentang faktor perilaku petani dalam penggunaan pestisida dan jenis pestisida yang banyak digunakan. Dampak pestisida terhadap biomassa cacing tanah juga menjadi obyek kajian pada penelitian disertasi ini.

Pengaruh antara temuan residu pestisida dalam tanah dengan faktor fisik tanah dan perilaku penggunaan pestisida oleh petani serta sebarannya dalam dimensi ruang dianalisis secara terintegrasi menggunakan pendekatan statistik dan geospasial. Analisis statistik pada tahap pertama digunakan untuk menganalisis pengaruh antar variabel dan menentukan faktor-faktor yang digunakan untuk analisis spasial *overlay*, selanjutnya analisis statistik juga digunakan pada tahap validasi dari hasil *overlay*. Validasi tersebut menggunakan metode analisis klaster untuk mengetahui kesesuaian sebaran lokasi pada area risiko yang dilakukan dengan analisis *overlay*. Analisis geospasial yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari analisis prediksi nilai di titik tidak tersampling (*interpolation*), analisis peta kontur, dan analisis *overlay*. Pada penelitian ini, validasi spasial digunakan pada interpolasi kriging menggunakan nilai *root mean square error* (RMSE) yang dibandingkan dengan teknik interpolasi IDW.

Penelitian ini mempunyai perbedaan dengan penelitian terdahulu dimana kebaruan (noveltis) yang diharapkan setelah melakukan penelitian dan temuannya yaitu:

- a) Ditemukannya seluruh bahan aktif dari golongan residu organofosfat yaitu klorpirifos, profenofos, fenitrothion, malation, metidation, diazinon, paration.
- b) Ditemukannya karakteristik fisik tanah yang difokuskan pada kondisi tekstur tanah dan koefisien permeabilitas dengan temuan residu pestisida di lahan pertanian bawang merah di Kecamatan Wanasari, Kabupaten Brebes.
- c) Integrasi pendekatan *ordinary krigging* dan *weighted sum overlay* sebagai metode analisis spasial yang digunakan untuk mengetahui pola sebaran residu pestisida dan potensi pencemaran tanah yang dilakukan di lahan pertanian bawang merah di Kecamatan Wanasari, Kabupaten Brebes.
- d) Munculnya konsep strategi pengelolaan lingkungan di area pertanian bawang merah Kecamatan Wanasari yang sesuai dengan kondisi dan potensi lokal daerah.

Berdasarkan penjelasan di atas maka penelitian berjudul “Pola Sebaran Residu Pestisida Organoklorin dan Organofosfat dengan Analisis Geospasial di Lingkungan Tanah Pertanian Bawang Merah (*Allium cepa L.*) Kecamatan Wanasari Kabupaten Brebes” merupakan penelitian yang belum pernah dilakukan di dalam negeri maupun di luar negeri.

#### **D. Tujuan Penelitian**

Untuk memahami dan mendalami apa yang sebenarnya terjadi terhadap pola sebaran cemaran residu pestisida organoklorin dan organofosfat di lingkungan tanah, serta menjawab pertanyaan penelitian yang diajukan, maka penelitian ini mempunyai tujuan:

## 1. Tujuan Umum

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pola sebaran residu pestisida organoklorin dan organofosfat dengan analisis geospasial di lingkungan tanah pertanian bawang merah di Kecamatan Wanasari, Kabupaten Brebes.

## 2. Tujuan Khusus

- a) Menganalisis pengaruh frekuensi penyemprotan pestisida, jumlah campuran pestisida, tekstur tanah, pH tanah, dan koefisien permeabilitas tanah terhadap residu pestisida organoklorin dan organofosfat pada pertanian bawang merah di Kecamatan Wanasari, Kabupaten Brebes.
- b) Menganalisis pengaruh residu pestisida organoklorin dan organofosfat terhadap populasi dan biomassa cacing tanah pada pertanian bawang merah di Kecamatan Wanasari, Kabupaten Brebes.
- c) Menganalisis pola sebaran residu pestisida organoklorin dan organofosfat di lingkungan tanah pertanian bawang merah di Kecamatan Wanasari, Kabupaten Brebes menggunakan pendekatan geospasial.
- d) Mengembangkan strategi pengelolaan lingkungan di area pertanian bawang merah di Kecamatan Wanasari, Kabupaten Brebes.

## **E. Manfaat Penelitian**

Kajian mengenai analisis pola sebaran residu pestisida organoklorin dan organofosfat dengan analisis geospasial di lingkungan tanah pertanian bawang merah Kecamatan Wanasari, Kabupaten Brebes diharapkan memberi manfaat sebagai berikut:

### 1. Untuk Ilmu Pengetahuan

Kajian ini memberikan informasi tentang keberadaan residu pestisida organoklorin dan organofosfat di lingkungan tanah pertanian bawang merah Kecamatan Wanasari, Kabupaten Brebes menggunakan pendekatan geospasial. Residu pestisida organoklorin dan organofosfat tersebut dapat menurunkan kualitas tanah, sehingga melalui kajian ini juga disajikan informasi yang berkaitan dengan keberadaan biomassa cacing tanah. Informasi lainnya yang dikaji yaitu perilaku penggunaan pestisida oleh petani, tekstur tanah, pH tanah, koefisien permeabilitas tanah.

### 2. Untuk Pemerintah

Melalui kajian geospasial ini dapat digunakan oleh pemerintah (Dinas Pertanian dan BAPPEDA Kabupaten Brebes) sebagai informasi mengenai sebaran residu pestisida serta wilayah pertanian yang berpotensi tercemar pestisida. Informasi yang dihasilkan dari penelitian disertasi ini dapat dijadikan sebagai bahan kajian untuk membuat suatu program pengelolaan lingkungan pertanian khususnya di Kecamatan Wanasari, Kabupaten Brebes. Sebagai wilayah sentra bawang merah tentunya upaya pengelolaan lingkungan pertanian untuk mitigasi dampak cemaran pestisida perlu dilakukan untuk memperbaiki kualitas tanah.

### 3. Untuk Masyarakat

Melalui hasil kajian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat terkait perubahan lingkungan yang terjadi khususnya penurunan kualitas tanah akibat residu cemaran pestisida. Sehingga dengan adanya informasi tersebut diharapkan masyarakat khususnya petani lebih bijak dalam penggunaan pestisida di lingkungan pertanian.