

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klimatologi

Menurut UU No. 31 Tahun 2009 tentang Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika, yang dimaksud klimatologi adalah gejala alam yang berkaitan dengan iklim dan kualitas udara. Iklim adalah jalannya keadaan cuaca atau keseluruhan dari gejala-gejala cuaca di daerah tertentu sepanjang tahun dan dari tahun ke tahun (Daldjoeni, 1986). Sedangkan menurut Lakitan (Lakitan, 1997), yang dimaksud dengan iklim adalah karakteristik cuaca pada suatu wilayah yang didasarkan atas data yang terkumpul selama kurun waktu yang lama (sekitar 30 tahun). Iklim dan cuaca merupakan dua hal yang saling berkaitan. Perubahan-perubahan statistik pada cuaca dalam beberapa waktu menunjukkan terjadinya perubahan iklim.

Iklim suatu tempat atau daerah ditentukan oleh sejumlah unsur iklim seperti suhu, kelembaban udara, curah hujan, kecepatan angin, tekanan udara, lama penyinaran matahari dan unsur lain yang kurang dominan (Lakitan, 1997).

A. Suhu Udara

Pada umumnya suhu di bagi menjadi tiga bagian yaitu suhu udara, suhu resultan dan suhu radiatif. Suhu udara merupakan suatu sifat kalor yang di bawa aliran angin dan di tambah kelembaban yang dapat mempengaruhinya. Suhu resultan adalah gabungan dari suhu udara dan suhu radiatif. Sedangkan suhu radiatif merupakan sifat panas yang di akibatkan pertukaran kalor secara radiasi antar lingkungan dan pengukurannya. Alat untuk mengukur suhu udara dinamakan termometer. Suhu atau temperatur udara adalah derajat panas dari aktivitas molekul dalam atmosfer. Secara fisis suhu dapat didefinisikan sebagai tingkat gerakan molekul benda, makin cepat gerakan molekulnya, makin tinggi suhunya (Tjasjono, 1999).

Suhu udara berfluktuasi dengan nyata selama periode 24 jam. Fluktuasi suhu udara (dan suhu tanah) berkaitan erat dengan proses pertukaran energi yang berlangsung di atmosfer. Pada siang hari, sebagian dari radiasi matahari akan diserap oleh gas-gas atmosfer dan partikel-partikel padat yang melayang di atmosfer. Serapan radiasi matahari akan menyebabkan suhu udara meningkat.

Suhu udara maksimum tercapai beberapa saat setelah intensitas cahaya maksimum tercapai. Intensitas cahaya maksimum tercapai pada saat berkas cahaya jatuh tegak lurus, yakni pada saat siang hari. Alat ukur suhu adalah termometer dengan satuan ukur skala Celcius (C), Reamur (R) dan Fahrenheit (F) (Lakitan, 1997).

B. Kecepatan Angin

Perpindahan udara dari lokasi bertekanan tinggi ke lokasi bertekanan rendah dinamakan angin. Perbedaan tekanan udara disebabkan oleh adanya perbedaan suhu. Kecepatan angin dalam data klimatologi adalah kecepatan angin horizontal pada ketinggian dua meter dari permukaan tanah yang ditanami rumput. Kecepatan angin ditentukan oleh perbedaan tekanan udara antara tempat asal dan tujuan angin serta resistensi medan yang dilalui. Parameter utama untuk mengevaluasi angin adalah angka kecepatan dan arahnya (knot).

C. Kelembaban Udara

Kelembaban adalah jumlah kandungan uap air dalam satuan volume udara. Total massa uap air per satuan volume udara disebut sebagai kelembaban absolut (kg/m^3). Perbandingan antara massa uap air dengan massa udara lembab dalam satuan volume udara tertentu disebut kelembaban spesifik (g/kg). Massa udara lembab adalah total massa dari seluruh gas-gas atmosfer yang terkandung, termasuk uap air; jika massa uap air tidak diikutkan, maka disebut sebagai massa udara kering (*dry air*). Data klimatologi yang umum digunakan untuk kelembaban udara adalah kelembaban relatif yaitu perbandingan antara tekanan uap air aktual dengan tekanan uap air pada kondisi jenuh dengan satuan persen (%).

D. Lama Penyinaran Matahari

Pergeseran garis edar matahari menyebabkan perubahan panjang hari (lama penyinaran) yang diterima pada lokasi-lokasi di permukaan bumi. Perubahan panjang hari tidak begitu besar pada daerah tropis yang dekat dengan garis ekuator. Semakin jauh letak tempat dari garis ekuator, maka fluktuasi lama penyinaran akan semakin besar. Lama penyinaran matahari akan berpengaruh pada aktivitas makhluk hidup. Alat ukur lama penyinaran matahari disebut *Campbell Stoke*.

E. Curah Hujan

Curah hujan adalah rata-rata air hujan yang jatuh ke permukaan bumi setiap bulan pada suatu daerah. Curah hujan diukur dalam harian, bulanan dan tahunan dengan satuan milimeter (mm). Kenaikan curah hujan dapat menyebabkan penurunan suhu dan peningkatan kelembaban nisbi. Beberapa faktor yang mempengaruhi curah hujan di Indonesia:

1. Topografi
2. Arah Lereng
3. Arah yang sejajar dengan garis pantai
4. Jarak perjalanan angin di medan datar

F. Tekanan Udara

Tekanan udara adalah gaya yang timbul akibat adanya berat dari lapisan udara. Tekanan udara pada setiap tempat selalu berubah-ubah. Semakin tinggi suatu tempat dari permukaan laut, semakin rendah tekanan udaranya. Hal ini disebabkan semakin berkurangnya udara yang menekan. Satuan yang biasa digunakan dalam mengukur tekanan udara adalah atm, bar, psi dan pascal.

2.2 Perubahan Iklim

Menurut UU No. 31 Tahun 2009 tentang Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika, yang dimaksud perubahan iklim adalah berubahnya iklim yang diakibatkan secara langsung maupun tidak langsung oleh aktivitas manusia yang menyebabkan perubahan komposisi atmosfer secara global serta perubahan variabilitas iklim alamiah yang teramati pada kurun waktu yang dapat dibandingkan.

Perubahan iklim mengakibatkan efek yang luas terhadap lingkungan hidup seperti sumber air, pertanian, penyakit menular, dan keragaman keragaman hayati. Perubahan curah hujan menyebabkan kelangkaan air/ banjir, peningkatan suhu permukaan bumi menggeser masa tanam yang dapat mengancam ketahanan pangan, serta adanya kenaikan suhu berpengaruh pula terhadap kesehatan manusia (Kusnanto, 2011).

Perubahan komposisi gas atmosfer seperti peningkatan konsentrasi karbon dioksida, belerang dioksida, dan penipisan lapisan ozon pada stratosfer akan membawa dampak perubahan iklim yang kurang menguntungkan bagi makhluk hidup. Perubahan iklim dimulai dari peningkatan konsentrasi gas-gas rumah kaca yang memicu pada peningkatan suhu lapisan bawah atmosfer (lapisan troposfer) karena radiasi gelombang panjang yang dipancarkan oleh permukaan bumi sebagian akan terperangkap pada lapisan troposfer, tidak dapat menembus lapisan yang lebih tinggi (Lakitan, 1997).

2.2.1 Mekanisme Perubahan Iklim

Menurut Murdiyarso (Murdiyarso, 2003), mekanisme perubahan iklim dimulai dari energi radiasi matahari yang sampai di permukaan bumi berupa cahaya tampak sebagian diserap oleh permukaan bumi dan atmosfer di atasnya. Ketika energi tersebut sampai di permukaan bumi, energi tersebut berubah dari cahaya menjadi panas yang menghangatkan bumi. Permukaan bumi akan menyerap sebagian panas dan memantulkan sisanya. Rata-rata jumlah radiasi yang diterima bumi berupa cahaya seimbang dengan jumlah yang dipancarkan kembali ke atmosfer berupa radiasi inframerah yang bersifat panas dan menyebabkan pemanasan atmosfer bumi. Namun sebagian panas tetap terperangkap di atmosfer bumi akibat menumpuknya jumlah gas rumah kaca seperti karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), nitrous oksida (N_2O) dan uap air (H_2O) yang menjadi perangkap gelombang radiasi ini. Gas-gas ini menyerap dan memantulkan kembali radiasi gelombang yang dipancarkan bumi dan akibatnya panas tersebut akan tersimpan di permukaan bumi. Keadaan ini terus menerus sehingga mengakibatkan suhu rata-rata tahunan bumi terus meningkat. Akumulasi peningkatan emisi gas rumah kaca dan gas rumah kaca akibat pergerakan manusia (bahan bakar fosil) secara umum telah meningkatkan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer. Akibat yang ditimbulkan yaitu suhu atmosfer bumi sekarang menjadi $0,5^\circ\text{C}$ lebih panas jika dibandingkan dengan zaman pra-industri. Dalam jangka panjang suhu bumi akan cenderung semakin panas dari suhu yang seharusnya.

Efek rumah kaca sebenarnya sangat dibutuhkan oleh segala makhluk hidup yang ada di bumi, karena apabila tanpa efek rumah kaca suhu bumi akan menjadi sangat dingin. Dengan temperatur rata-rata sebesar 15°C , bumi sebenarnya telah lebih panas 33°C dari temperatur semula. Jika tanpa terdapat efek rumah kaca, suhu bumi normal hanya -18°C sehingga es akan menutupi seluruh permukaan bumi. Akan tetapi sebaliknya, apabila gas-gas tersebut telah berlebihan di atmosfer akan mengakibatkan pemanasan global.

2.2.2 Dampak Perubahan Iklim

Peningkatan suhu bumi yang berimbas pada terjadinya perubahan iklim global memiliki dampak terhadap banyak sektor dalam kehidupan manusia. Beberapa dampak dari perubahan iklim menurut Murdiyarso (Murdiyarso, 2003) adalah sebagai berikut:

A. Iklim Mulai Tidak Stabil

Selama pemanasan global, daerah di bagian belahan bumi utara akan memanas lebih dari daerah bumi lainnya. Akibat yang timbul adalah mencairnya gunung-gunung es dan daratan akan mengecil. Daerah yang sebelumnya mengalami salju ringan diperkirakan tidak akan mengalaminya lagi. Pada pegunungan di

daerah subtropis, bagian yang ditutupi salju akan semakin sedikit serta akan lebih cepat mencair. Musim tanam akan lebih panjang pada beberapa daerah. Temperatur pada musim dingin dan malam hari cenderung meningkat.

Daerah hangat akan menjadi lebih lembab karena lebih banyak air yang menguap dari lautan. Kelembaban yang tinggi akan meningkatkan curah hujan. adanya perubahan presipitasi dan temperatur akan menyebabkan perubahan *run off* dan ketersediaan air. *Run off* atau limpasan aliran air dari dataran tinggi ke dataran rendah diproyeksikan bertambah tinggi sebesar 10% - 40% di daerah lintang tinggi dan tropis basah seperti Asia Timur dan Asia Tenggara. Penurunan presipitasi 10% - 30% di daerah kering di lintang rendah dan tropika kering dapat terjadi akibat penurunan curah hujan dan tinggi evapotransporasi. Peningkatan curah hujan akan mengakibatkan perubahan musim yang begitu cepat seperti musim penghujan yang lebih lama dari biasanya. Bencana banjir adalah salah satu dampak dari hal tersebut

B. Gangguan Ekologis

Hewan dan tumbuhan menjadi makhluk hidup yang sulit menghindar dari efek pemanasan ini karena sebagian besar lahan telah dikuasai manusia. Dalam pemanasan global, hewan cenderung untuk bermigrasi ke arah kutub atau ke atas pegunungan. Tumbuhan akan merubah arah pertumbuhannya, mencari daerah baru karena habitat lamanya menjadi terlalu hangat. Akan tetapi pembangunan manusia menghalangi terjadinya proses tersebut. Spesies-spesies yang bermigrasi ke utara atau selatan yang terhalangi oleh kota-kota atau lahan-lahan pertanian mungkin akan mati. Beberapa tipe spesies yang tidak mampu secara cepat berpindah menuju kutub mungkin juga akan musnah.

C. Pergeseran Ekosistem

Pergeseran ekosistem dapat memberi dampak pada penyebaran penyakit melalui air (*Water Borne Disease*) seperti kolera, diare dan leptospirosis yang berhubungan dengan kualitas air (biasanya berhubungan dengan bencana banjir) maupun penyebaran penyakit melalui vektor (*Vector Borne Disease*) seperti malaria, demam berdarah, dan filariasis. Peningkatan kejadian demam berdarah dapat terjadi karena munculnya ruang (ekosistem) baru untuk nyamuk berkembang biak. Perubahan iklim secara tidak langsung mempengaruhi distribusi, populasi, serta kemampuan nyamuk dalam menyesuaikan diri. Perubahan temperatur secara relatif akan memberikan kesempatan pada virus

untuk memasuki populasi manusia yang rentan terhadap risiko terjangkit. Perkembangbiakan kuman dan vektor sensitif terhadap perubahan suhu. Perubahan dalam curah hujan dapat mempengaruhi jumlah tempat perkembangbiakan nyamuk. Peningkatan kelembaban juga meningkatkan agresivitas dan kemampuan nyamuk menghisap darah dan berkembang biak lebih cepat.

2.3 Demam Berdarah *Dengue*

Demam berdarah *dengue* (DBD) adalah penyakit infeksi yang disebabkan oleh virus *dengue* dan mengakibatkan spektrum manifestasi klinis yang bervariasi antara yang paling ringan, demam *dengue* (DD), DBD dan demam *dengue* yang disertai renjatan atau *dengue shock syndrome*. Penyakit menular tersebut yang disebabkan oleh virus *dengue* dan ditularkan oleh nyamuk *Aedes Aegypti*. Penyakit ini biasanya ditandai dengan demam mendadak 2 sampai dengan 7 hari tanpa penyebab yang jelas, lemah/lesu, gelisah, nyeri ulu hati, disertai tanda perdarahan di kulit berupa bintik perdarahan, lebam, berak darah, muntah darah, kesadaran menurun (WHO, 2009).

Seluruh wilayah Indonesia mempunyai resiko untuk terjangkit penyakit Demam Berdarah *Dengue*. Hal ini dikarenakan virus *dengue* telah tersebar luas, baik di rumah-rumah maupun di tempat umum. Beberapa faktor yang beresiko terjadinya penularan dan semakin berkembangnya penyakit DBD adalah pertumbuhan jumlah penduduk yang tidak memiliki pola tertentu, faktor urbanisasi yang tidak berencana dan terkontrol dengan baik, semakin majunya sistem transportasi sehingga mobilisasi penduduk sangat mudah, sistem pengelolaan limbah dan penyediaan air bersih yang tidak memadai, berkembangnya penyebaran dan kepadatan nyamuk, kurangnya sistem pengendalian nyamuk yang efektif, serta melemahnya struktur kesehatan masyarakat. Beberapa faktor iklim dan lingkungan yang paling banyak berpengaruh terhadap penyebaran penyakit demam berdarah antara lain suhu, kelembaban serta ketersediaan air. Kecepatan pertumbuhan nyamuk sangat dipengaruhi oleh suhu lingkungan sekitar, oleh karena itu pemanasan bumi secara langsung akan berpengaruh terhadap kecepatan pertumbuhan nyamuk. Siklus perkawinan dan pertumbuhan nyamuk juga terpengaruh oleh suhu dan kelembaban. Hal ini menyebabkan siklus tersebut menjadi lebih cepat sehingga populasi nyamuk akan meningkat (Agoes, 2005).

2.3.1 Penyebaran Nyamuk *Aedes Aegypti*

Penyakit Demam Berdarah *Dengue* ditularkan oleh nyamuk *Aedes Aegypti*. Seorang penderita demam berdarah, dalam darahnya mengandung virus *dengue*. Virus *dengue*

berada dalam darah selama 4-7 hari mulai 1-2 hari sebelum demam. Virus dalam darah penderita tersebut akan ikut terhisap masuk ke lambung nyamuk dan akan memperbanyak diri dalam tubuh nyamuk yang tersebar di berbagai jaringan tubuh termasuk dalam kelenjar liur nyamuk. Virus ini akan tetap berada dalam tubuh nyamuk sepanjang hidupnya. Oleh karena itu, nyamuk *Aedes Aegypti* yang telah mengisap virus *dengue* itu menjadi penular (infektif) sepanjang hidupnya. Penularan ini terjadi karena setiap kali nyamuk menusuk/mengigit, sebelum mengisap darah akan mengeluarkan air liur melalui alat tusuknya (*proboscis*) agar darah yang dihisap tidak membeku. Bersama air liur inilah virus *dengue* dipindahkan dari nyamuk ke orang lain (Siregar, 2004)

Kemampuan terbang nyamuk betina rata-rata 40 m, maksimal 100 m, tetapi secara pasif nyamuk dapat berpindah lebih jauh, misalnya karena angin atau terbawa kendaraan. Nyamuk *Aedes Aegypti* tersebar luas di daerah tropis dan sub tropis. Kepadatan penduduk menjadi faktor yang berpeluang sebagai penyebab penyebaran penyakit demam berdarah. Kawasan perkotaan dengan tingkat kepadatan penduduk tinggi memiliki resiko demam berdarah yang cenderung tinggi pula (Rahim, Ishak, & Wahid, 2011). Pertumbuhan penduduk yang diikuti dengan bertambahnya lahan permukiman berujung pada peningkatan habitat serta populasi nyamuk. Selain itu, kawasan perkotaan dengan kerapatan bangunan tinggi juga dapat memudahkan nyamuk dalam menjangkau vektornya.

Ketinggian merupakan faktor penting yang membatasi penyebaran nyamuk *Aedes Aegypti*. Pada dataran rendah dengan ketinggian kurang dari 500 m, populasi nyamuk berada pada tingkat sedang hingga tinggi, sementara di dataran tinggi atau daerah pegunungan dengan ketinggian lebih dari 500 m, populasi nyamuk rendah. Nyamuk tidak dapat berkembangbiak diatas ketinggian 1000 m, karena pada ketinggian tersebut suhu udara terlalu rendah, sehingga tidak memungkinkan bagi kehidupan nyamuk *Aedes Aegypti* (Ditjen PP&PL, 2011).

2.3.2 Ekosistem *Dengue*

Karakteristik wilayah yang menjadi ekosistem nyamuk *Aedes Aegypti* adalah sebagai berikut (Ditjen PP&PL, 2011):

A. Ketinggian

Ketinggian merupakan faktor penting yang membatasi penyebaran nyamuk *Aedes Aegypti*. Di dataran rendah dengan ketinggian kurang dari 500 meter, populasi nyamuk berada pada tingkat sedang hingga tinggi, sementara di dataran tinggi atau daerah pegunungan dengan ketinggian lebih dari 500 meter, populasi nyamuk rendah. Nyamuk tidak dapat berkembangbiak diatas

ketinggian 1000 meter, karena pada ketinggian tersebut suhu udara terlalu rendah sehingga tidak memungkinkan bagi kehidupan nyamuk *Aedes Aegypti*.

B. Suhu udara

Suhu udara merupakan salah satu faktor lingkungan yang mempengaruhi kehidupan *Aedes Aegypti*. Nyamuk *Aedes Aegypti* akan meletakkan telurnya pada temperatur udara sekitar 20° – 30°C. Telur yang diletakkan dalam air akan menetas pada waktu 1 sampai 3 hari pada suhu 30°C, tetapi pada temperatur 16°C membutuhkan waktu sekitar 7 hari. Nyamuk dapat hidup dalam suhu rendah tetapi proses metabolismenya memburuk atau bahkan terhenti jika suhu turun sampai dibawah suhu kritis.

Pada suhu lebih tinggi dari 35°C, nyamuk juga mengalami perubahan dalam proses-proses fisiologi. Rata-rata suhu optimum untuk pertumbuhan nyamuk adalah 25° - 27°C. Pertumbuhan nyamuk akan terhenti sama sekali pada suhu kurang dari 10°C atau lebih dari 40°C. Kecepatan perkembangan nyamuk tergantung dari kecepatan metabolismenya yang sebagian diatur oleh suhu. Oleh karena itu, kejadian-kejadian biologis tertentu seperti halnya kecepatan pencernaan darah yang dihisap, pematangan indung telur serta frekuensi mengambil makanan sangat tergantung pada kondisi suhu.

C. Kelembaban udara

Kelembaban udara adalah banyaknya uap air yang terkandung dalam udara. Dalam kehidupan nyamuk kelembaban udara mempengaruhi kebiasaan meletakkan telurnya. Hal ini berkaitan dengan kehidupan nyamuk atau serangga pada umumnya bahwa kehidupannya ditentukan oleh faktor kelembaban. Pada kelembaban kurang dari 60% umur nyamuk akan menjadi pendek karena tidak bisa menjadi vektor.

D. Curah hujan

Curah hujan akan mempengaruhi kelembaban udara dan menambah jumlah tempat perindukan nyamuk alamiah. Perindukan nyamuk alamiah di luar ruangan selain di sampah-sampah kering seperti botol bekas, kaleng-kaleng juga sering dijumpai di rumah-rumah penduduk serta daun-daunan yang memungkinkan menampung air hujan sehingga tempat perindukan yang baik untuk bertelurnya *Aedes Aegypti*.

E. Penampungan air

Aedes Aegypti suka bertelur di air yang jernih tidak berhubungan langsung dengan tanah. Tempat perkembangbiakan utama ialah tempat-tempat penampungan air yang berupa genangan air yang tertampung di suatu tempat atau bejana di dalam atau di sekitar rumah atau tempat-tempat umum, biasanya tidak melebihi jarak 500 meter dari rumah. Nyamuk ini biasanya tidak dapat berkembangbiak di genangan air yang langsung berhubungan dengan tanah. Jenis tempat perkembangbiakan nyamuk *Aedes Aegypti* dapat dikelompokkan sebagai berikut:

- a. Tempat penampungan air (TPA) untuk keperluan sehari-hari seperti drum, tangki reservoir, tempayan, bak mandi/wc dan ember.
- b. Tempat penampungan air bukan untuk keperluan sehari-hari seperti tempat minum burung, vas bunga, perangkap semut dan barang-barang bekas (ban, kaleng, botol, plastik dan lain-lain).
- c. Tempat penampungan air alamiah seperti lubang pohon, lubang batu, pelepah daun, tempurung kelapa, pelepah pisang dan potongan bambu.

2.4 Penutup lahan

Pengaruh penutup lahan terhadap penyebaran kasus demam berdarah diduga akibat dari adanya konversi lahan. Alih fungsi lahan dari yang sebelumnya berupa area hijau menjadi kawasan terbangun memiliki andil dalam ketersediaan habitat nyamuk *Aedes Aegypti*. Nyamuk *Aedes Aegypti* cenderung hidup dalam area perkotaan yaitu di dalam dan disekitar rumah. Beberapa penelitian menunjukkan adanya keterkaitan antara luasan lahan terbangun dengan kasus demam berdarah *dengue*. Penelitian Asmadi (Asmadi *et all*, 2011) menunjukkan adanya pengaruh luas lahan terbangun terhadap angka kejadian demam berdarah.

Menurut Badan Standardisasi Nasional tentang klasifikasi lahan (SNI 7645:2010), yang di maksud dengan penutup lahan adalah tutupan biofisik pada permukaan bumi yang dapat diamati merupakan suatu hasil pengaturan, aktivitas dan perlakuan manusia yang dilakukan pada jenis penutup lahan tertentu untuk melakukan kegiatan produksi, perubahan, ataupun perawatan pada penutup lahan tersebut (Badan Standardisasi Nasional, 2010). Penutupan lahan (*landcover*) dapat berupa vegetasi dan konstruksi artifisial yang menutup permukaan lahan. Penutupan lahan berkaitan dengan jenis kenampakannya di permukaan bumi seperti bangunan, danau dan vegetasi (Lillesand & Kiefer, 1990).

Penggunaan lahan berkaitan dengan kegiatan manusia di bidang lahan tertentu. Informasi penutupan lahan dapat dikenali secara langsung menggunakan penginderaan jauh, sedangkan informasi tentang kegiatan manusia pada lahan (penggunaan lahan) tidak selalu dapat ditafsir secara langsung dari penutupan lahannya. Perubahan penutup lahan merupakan keadaan suatu lahan yang karena manusia mengalami kondisi yang berubah pada waktu yang berbeda. Deteksi perubahan mencakup penggunaan fotografi udara yang berurutan di atas wilayah tertentu dari fotografi tersebut sehingga peta penggunaan lahan untuk setiap waktu dapat dipetakan dan dibandingkan (Lillesand & Kiefer, 1990).

2.4.1 Klasifikasi Penutup Lahan

Klasifikasi penutup lahan yang disusun oleh Badan Standardisasi Nasional didasarkan pada sistem klasifikasi penutup lahan UNFAO dan ISO 19144-1 *Geographic Information – Classification Systems – Part 1: Classification System Structure*. ISO 19144-1 merupakan standar internasional yang dikembangkan dari sistem klasifikasi penutup lahan UNFAO. Penggunaan sistem klasifikasi penutup lahan UNFAO memungkinkan terjadinya pemantauan dan pelaporan perubahan penutup lahan pada suatu negara yang memiliki keberterimaan di tingkat internasional. Dalam sistem klasifikasi penutup lahan UNFAO, makin detail kelas yang disusun, makin banyak kelas yang digunakan. Dalam penetapan klasifikasi penutup lahan yang dikembangkan oleh Badan Standardisasi Nasional telah disesuaikan dengan keadaan tutupan lahan di Indonesia.

Kelas penutup lahan dalam SNI 7645:2010 dibagi menjadi dua bagian besar, yaitu daerah bervegetasi dan daerah tak bervegetasi. Semua kelas penutup lahan dalam kategori daerah bervegetasi diturunkan dari pendekatan konseptual struktur fisiognomi yang konsisten dari bentuk tumbuhan, bentuk tutupan, tinggi tumbuhan, dan distribusi spasialnya. Sedangkan dalam kategori daerah tak bervegetasi, pendetailan kelas mengacu pada aspek permukaan tutupan, distribusi atau kepadatan, dan ketinggian atau kedalaman objek. Terdapat pula kelas penutup lahan berupa badan air yang termasuk di dalamnya waduk, danau, rawa, sungai, anjir pelayaran dan terumbu karang. Selain itu, standar kelas penutup lahan di Indonesia dibagi menjadi tiga kelompok berdasarkan skala peta yang digunakan yaitu peta penutup lahan skala 1:1.000.000, penutup lahan skala 1:250.000, serta penutup lahan skala 1:50.000 atau 1:25.000.

2.5 Kependudukan

Kawasan perkotaan dengan kecenderungan tingginya jumlah penduduk memiliki kerentanan terhadap penyebaran penyakit. Tingginya angka kejadian demam berdarah pada

kawasan perkotaan menunjukkan adanya pengaruh antara tingginya jumlah penduduk kawasan perkotaan dengan penyebaran penyakit demam berdarah. Penelitian Araujo (Araujo, et al., 2015), menunjukkan adanya pengaruh kepadatan penduduk terhadap kejadian demam berdarah pada kota Sao Paulo Brazil.

Kependudukan adalah hal ihwal yang berkaitan dengan jumlah, struktur, pertumbuhan, persebaran, mobilitas, penyebaran, kualitas dan kondisi kesejahteraan yang menyangkut politik, ekonomi, sosial budaya, agama serta lingkungan penduduk setempat (UU No. 52 Tahun 2009). Secara umum kependudukan dapat diartikan ilmu yang mempelajari dinamika kependudukan manusia meliputi ukuran, struktur dan distribusi penduduk serta bagaimana jumlah penduduk berubah setiap waktu akibat kelahiran, kematian dan migrasi. Analisis kependudukan dapat merujuk pada masyarakat secara keseluruhan atau kelompok tertentu berdasarkan kriteria seperti pendidikan, kewarganegaraan, agama maupun entitas tertentu.

2.5.1 Kepadatan Penduduk

Kepadatan penduduk atau *population density* adalah perbandingan antara jumlah penduduk dengan luas daerah atau wilayah yang ditempati berdasarkan satuan luas tertentu. Terdapat beberapa macam kepadatan penduduk, berikut merupakan penjabarannya:

A. Kepadatan Penduduk Umum (Aritmatik)

Kepadatan penduduk umum juga disebut sebagai kepadatan penduduk aritmatik, yaitu perbandingan antara jumlah penduduk total terhadap luas wilayah (baik lahan pertanian ataupun tidak). Untuk perhitungan kependudukan di Indonesia, yang digunakan adalah perhitungan kepadatan penduduk umum atau aritmatik, yang sehingga mata pencaharian serta jenis wilayahnya tidak mempengaruhi perhitungan. Rumus yang digunakan dalam melakukan perhitungan kepadatan penduduk aritmatik adalah jumlah penduduk (jiwa) dibagi dengan luas wilayah (hektar/kilometer persegi)

B. Kepadatan Penduduk Berdasarkan Lahan Pertanian

Kepadatan penduduk berdasarkan lahan pertanian terbagi menjadi dua jenis, yaitu kepadatan penduduk agraris serta kepadatan penduduk fisiologis

1. Kepadatan penduduk agraris adalah perbandingan antara jumlah penduduk yang bekerja di sektor pertanian terhadap luas pertanian.

2. Kepadatan penduduk fisiologis dihitung berdasarkan perbandingan antara jumlah penduduk total (baik yang bermata pencaharian sebagai petani ataupun tidak) dengan luas lahan pertanian

C. Kepadatan Penduduk Ekonomis

Kepadatan penduduk ekonomis adalah jenis kepadatan penduduk yang dihitung berdasarkan besarnya jumlah penduduk pada suatu wilayah yang didasarkan atas kemampuan wilayah yang bersangkutan di bidang ekonomi. Secara sederhana, kepadatan penduduk ekonomi dihitung dengan mengacu pada bagaimana kemampuan ekonomi suatu daerah tersebut. Rumus yang digunakan dalam melakukan perhitungan kepadatan penduduk ekonomis adalah jumlah penduduk (jiwa) dibagi dengan luas lahan produksi (hektar/kilometer persegi).

D. *Housing Population Density*

Konsep dasar dari teori ini adalah kondisi eksisting dari penduduk perkotaan yang tinggal dan beraktivitas pada sekitar kawasan permukiman sehingga atas dasar tersebut perhitungan kepadatan penduduk dalam kajian perkotaan memperhatikan luas daerah terbangun (Yunus, 2005). Luas lahan permukiman yang digunakan sebagai pembagi kepadatan penduduk merupakan semua luas daerah yang berupa kenampakan kota dikurangi luas lahan yang merupakan areal yang bukan tempat tinggal penduduk seperti tambak, sawah dan lainnya.

$$\text{Kepadatan Penduduk} = \frac{\text{Jumlah Penduduk}}{\text{Luas Wilayah Permukiman}} \dots\dots\dots (2-1)$$

2.6 Kepadatan Bangunan

Sejalan dengan faktor kepadatan penduduk, dengan semakin tingginya angka kepadatan penduduk hal tersebut berdampak pada kebutuhan rumah dan bangunan. Keberandaan bangunan baru memiliki potensi peningkatan habitat bagi nyamuk *aedes aegypti* dimana nyamuk tersebut cenderung hidup pada sekitar rumah.

Kepadatan secara kuantitatif mengacu pada jumlah populasi per hektar. Kepadatan juga di ukur dari jumlah bangunan per luas area (hektar) atau kondisi Koefisien Dasar Bangunan (KDB) per hektar. Kepadatan bangunan juga dapat di ketahui berdasarkan perbandingan luas lahan yang tertutup oleh bangunan dan prasarana serta lainnya dalam tiap unit lingkungan dan atau kawasan (*land coverage*).

Menurut Sudiarso (Sudiarso, 2003), kepadatan bangunan merupakan salah satu aspek dalam upaya pengendalian perkembangan tata ruang dan tata bangunan serta tata lingkungan yang memperhatikan keserasian, fungsional, estetis, serta ekologis dalam

pemanfaatan ruang lahan. Kepadatan bangunan berpengaruh terhadap intensitas daerah terbangun yang merupakan optimalisasi kemampuan lahan berbanding luas lahan.

$$\text{Rasio Kepadatan Bangunan} = \frac{\text{Luas Bangunan}}{\text{Luas Area}} \dots\dots\dots(2-2)$$

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 6 Tahun 2007 (Permen. PU No.6, 2007) tentang Pedoman Persyaratan Teknis Bangunan Gedung, kepadatan bangunan meliputi ketentuan tentang Koefisien Dasar Bangunan (KDB), yang dibedakan dalam tingkatan KDB tinggi, sedang dan rendah. Ukuran KDB tinggi yaitu antara 60%–100%, KDB sedang yaitu antara 40%–60%, dan KDB rendah yaitu dibawah 40%.

2.7 Topografi

Topografi adalah ilmu yang mempelajari tentang bentuk permukaan bumi dan objek lain seperti planet, satelit alami dan asteroid. Topografi umumnya menyajikan relief permukaan, model tiga dimensi dan identifikasi jenis tanah. Objek dari topografi adalah mengenai posisi suatu bagian dan secara umum menunjuk pada koordinat secara horizontal seperti garis lintang dan bujur serta secara vertikal yaitu ketinggian.

Peta topografi yaitu peta yang menggambarkan bentuk relief permukaan bumi. Dalam peta topografi digunakan garis kontur (*contur line*), yaitu garis khayal yang menggambarkan semua titik yang mempunyai ketinggian yang sama dari bidang referensi tertentu, umumnya bidang yang digunakan adalah permukaan air laut. Kontur digambarkan dengan interval vertikal yang reguler. Interval kontur adalah jarak vertikal antara dua garis ketinggian yang ditentukan berdasarkan skalanya. Bentuk suatu kontur menggambarkan bentuk suatu permukaan lahan yang sebenarnya. Kontur-kontur yang berdekatan menunjukkan kemiringan yang terjal, kontur-kontur yang berjauhan menunjukkan kemiringan yang landai (Wongsotjito, 1980).

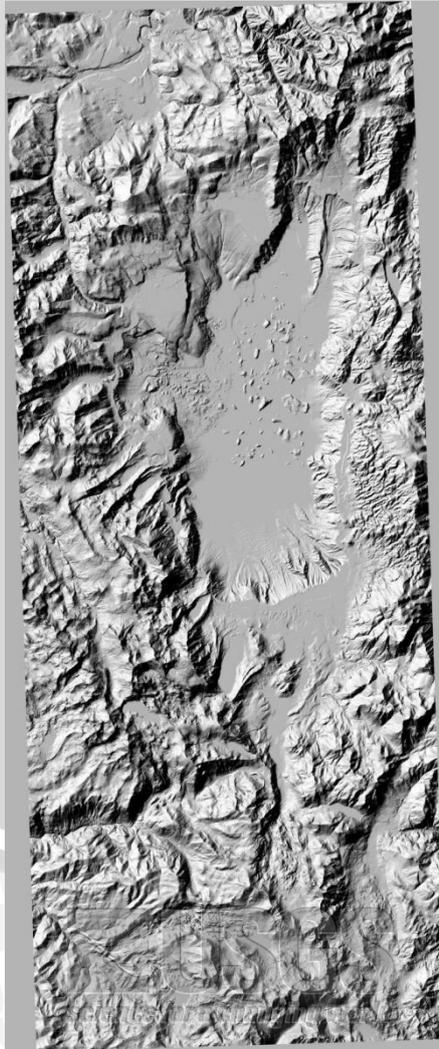
Garis kontur mempunyai fungsi tertentu (Rosana, 2003):, yakni:

1. Menunjukkan tinggi suatu tempat.
2. Untuk menunjukkan bentuk relief.
3. Untuk menunjukkan lereng
4. Untuk menunjukkan besarnya kemiringan lereng.

Pada penelitian ini, pembuatan peta dan kebutuhan data terkait topografi wilayah Kota Malang menggunakan *Digital Elevation Model* (DEM) yang bersumber dari Citra SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) dengan software pengolah data Global Mapper 12 serta ArcGIS 10.3.

Digital Elevation Model (DEM) adalah data digital yang menggambarkan geometri dari bentuk permukaan bumi atau bagiannya yang terdiri dari himpunan titik-titik koordinat hasil sampling dari permukaan dengan algoritma yang mendefinisikan permukaan tersebut menggunakan himpunan koordinat (Tempfli, 1991). Simulasi permodelan topografi menggunakan data sebagai input yang diperoleh dari satelit SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*).

SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) adalah sebuah satelit yang menghasilkan model elevasi digital untuk menghasilkan database bumi dalam bentuk topografi digital. SRTM memiliki resolusi sekitar 30 m banyak digunakan sebagai informasi untuk pekerjaan lapangan serta dimanfaatkan untuk membuat peta kontur dan lereng (*slope*). Hasil peta kontur maupun peta lereng dari pengolahan data SRTM maksimal berskala 1:30.000.



Gambar 2. 1 Digital Elevation Model

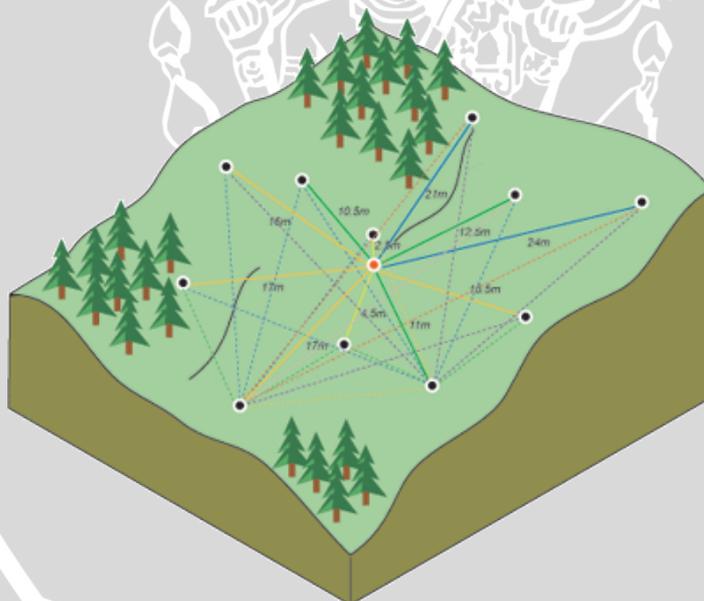
Sumber: USGS (2012) <http://tahoe.usgs.gov/DEM.html>

2.8 Kriging

Kriging menurut Munadi (Munadi, 2005) adalah metode khusus dalam *moving average* terbobot yang meminimalkan variasi dari hasil estimasi. Metode estimasi ini mempertimbangkan faktor-faktor yang mempengaruhi estimasi seperti jumlah sampel, posisi sampel, jarak sampel dengan titik yang akan diestimasi dll. *Kriging* digunakan untuk mengestimasi besarnya nilai karakteristik pada titik tidak tersampel berdasarkan informasi dari karakteristik titik-titik tersampel yang berada di sekitarnya dengan mempertimbangkan korelasi spasial yang ada dalam data tersebut.

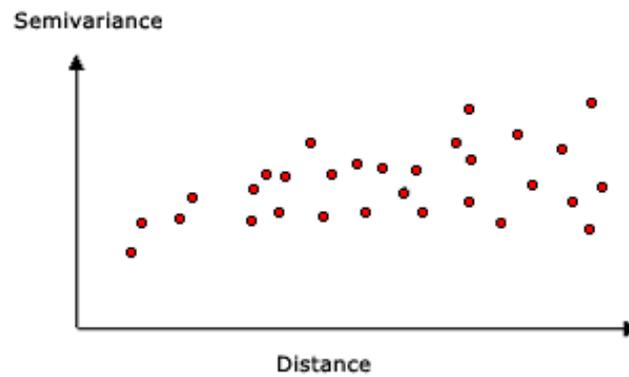
Beberapa tahapan proses yang terdapat pada metode *Kriging* antara lain analisis eksplorasi statistik data, pemodelan *variogram*, menciptakan permukaan, dan menjelaskan lebih detail permukaan varian (opsional). Proses *Kriging* dilakukan melalui dua langkah, yaitu:

1. Membuat *variograms* dan fungsi kovarian untuk memperkirakan statistik dependen (autokorelasi spasial) nilai-nilai yang bergantung pada model autokorelasi (*fitting model*).
2. Memprediksi nilai yang tidak diketahui (membuat prediksi).



Gambar 2. 2 Proses metode *Kriging* pada setiap *Point*
Sumber: Arcgis Desktop, 2014

Pada **Gambar 2.2** menunjukkan hasil estimasi menggunakan metode *kriging*. Nilai yang didapat pada titik merah diperoleh berdasarkan hasil estimasi dari titik lainnya. Setiap titik memiliki nilai dan jarak yang berbeda yang kemudian akan dipasang dan dikelompokkan menjadi *lag bins*.



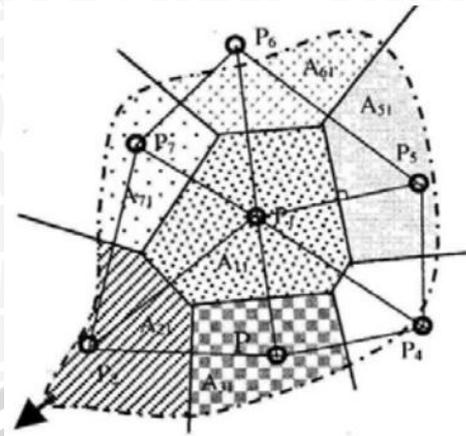
Gambar 2. 3 Grafik Semivariogram
Sumber: Arcgis Desktop, 2014

Pada **Gambar 2.3** dapat dilihat bahwa pasangan titik dengan jarak yang lebih dekat memiliki nilai yang lebih mirip (berdekatan pada grafik *semivariogram* antara sumbu x dan sumbu y). Berbeda dengan titik yang jauh terpisah menjadi semakin berbeda dan memiliki perbedaan kuadrat yang tinggi (bergerak naik pada sumbu y).

Terdapat beberapa jenis *kriging* bila ditinjau dari cara estimasi dan proses perhitungan. *Co-Kriging* merupakan salah satu teknik dalam interpolasi dengan memperhatikan variabel lain yang memiliki keterkaitan secara spasial. *Co-Kriging* menggunakan variabel lain yang disebut sebagai co-variabel.

Dalam penelitian ini metode kriging yang digunakan untuk menginterpolasi nilai curah hujan berdasarkan titik sampel adalah tanpa menggunakan variabel lain yang berhubungan dengan curah hujan. Data titik sampel curah hujan digunakan untuk mengestimasi nilai pada area yang tidak memiliki titik sampel tanpa menggunakan variabel lain yang berpengaruh namun memperhatikan korelasi spasial yang ada.

Perhitungan curah hujan rata-rata pada penelitian ini didasarkan pada teori poligon *Thiessen* dengan menjumlahkan curah hujan berimbang untuk semua luas yang terletak didalam batas daerah penampungan kemudian dibagi dengan luas total daerah tersebut. Konsep dari *Kriging* dan *Thiessen* memiliki kemiripan karena hasil dari interpolasi membagi wilayah curah hujan menggunakan poligon-poligon hasil interpolasi data sehingga metode ini dapat digunakan dalam perhitungan curah hujan rata-rata hasil interpolasi kedua analisis.



Gambar 2. 4 Perhitungan Polygon Thiessen
Sumber: Arcgis Desktop, 2014

2.9 Penginderaan Jauh

Sejak pertama kali diperkenalkan pada tahun 1838 sebagai fotografi bentang alam, penginderaan jauh atau biasa disebut *remote sensing* terus mengalami perkembangan. Fotografi udara pada tahun 1887 mengalami perubahan dengan menggunakan balon sebagai wahana. Selanjutnya pada tahun 1919 terdapat perubahan dengan memanfaatkan pesawat dan seterusnya hingga menggunakan penyiam multispektral dengan menggunakan wahana satelit sumber daya alam pada tahun 1972 dan pemanfaatan wahana pesawat ulang alik pada tahun 1980-an (Howard, 1996).

Beberapa definisi mengenai penginderaan jauh:

- A. Penginderaan jauh adalah cabang ilmu atau seni untuk memperoleh informasi tentang objek, daerah atau gejala dengan cara menganalisis data yang diperoleh atau gejala yang dikaji (Lillesand & Kiefer, 1990)
- B. Penginderaan jauh adalah teknik pengumpulan informasi tentang objek dan lingkungannya dari jarak jauh tanpa sentuhan fisik. Teknik ini menghasilkan beberapa bentuk citra yang lebih lanjut dilakukan pemrosesan dan interpretasi untuk menghasilkan data terkait kebutuhan pada bidang geografi, geologi, perencanaan, kehutanan dan sebagainya (Wolf, 1993).
- C. Penginderaan jauh adalah teknik untuk memperoleh dan menganalisis tentang bumi. Informasi tersebut berbentuk radiasi elektromagnetik yang dipantulkan atau dipancarkan oleh permukaan bumi (Lindgren, 1985)
- D. Bentuk hasil yang diperoleh dari penginderaan jauh berupa citra. Proses pengambilannya memerlukan sumber energi, perjalanan energi melalui atmosfer, interaksi antara energi dengan kenampakan di muka bumi, sensor warna pesawat terbang atau satelit, dan hasil pembentukan baik dalam bentuk

piktorial (citra) atau numerik. Hasil dari proses tersebut perlu diinterpretasikan agar memperoleh data atau informasi (Lillesand & Kiefer, 1990)

2.9.1 Citra Landsat

NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) meluncurkan satelit *Landsat Data Continuity Mission* (LDCM) pada tanggal 11 Februari 2013 sebagai penerus satelit-satelit sebelumnya dengan sebutan landsat 8. Kemudian pada 30 Mei 2013 NASA menyerahkan satelit LDCM kepada USGS (*United State Geological Survey*) sebagai pengguna data. Landsat 8 terbang dengan ketinggian 705 kilometer di atas permukaan bumi dan memiliki area scan seluas 170 km x 183 km. Satelit landsat 8 memiliki sensor OLI (*Onboard Operational Land Imager*) dan TIRS (*Thermal Infrared Sensor*) dengan jumlah sebanyak 11 buah. Berikut merupakan tabel karakteristik band pada citra landsat 8.

Tabel 2. 1 Band Citra Landsat 8

Band	Panjang Gelombang (μm)	Sensor	Resolusi	Fungsi
1	0,43 – 0,45	Visible	30 m	Pesisir, partikel halus
2	0,45 – 0,51	Visible	30 m	Tutupan vegetasi
3	0,53 – 0,59	Visible	30 m	Vegetasi perbukitan
4	0,64 – 0,67	Near-Infrared	30 m	Tutupan vegetasi
5	0,85 – 0,88	Near-Infrared	30 m	Biomassa, garis pantai
6	1,57 – 1,65	SWIR 1	30 m	Kandungan air
7	2,11 – 2,29	SWIR 2	30 m	Kandungan air
8	0,50 – 0,68	Pankromatik	15 m	Mempertajam citra
9	1,36 – 1,38	Cirrus	30 m	Awan <i>cirrus</i>
10	10,6 – 11,19	TIRS 1	100 m	Pemetaan panas
11	11,5 – 12,51	TIRS 2	100 m	Pemetaan panas

Sumber: USGS, 2013

Bila dibandingkan dengan satelit sebelumnya, Landsat 8 memiliki beberapa keunggulan diantaranya perbedaan spesifikasi band dan rentang spektrum gelombang elektromagnetik yang ditangkap. Beberapa spesifikasi baru yang dimiliki Landsat 8 terletak pada band 1,9,10 dan 11. Band 1 (*ultra blue*) dapat menangkap panjang gelombang elektromagnetik lebih rendah dari pada band yang sama pada Landsat 7, sehingga lebih sensitif terhadap perbedaan reflektan air laut atau aerosol. Band ini unggul dalam membedakan konsentrasi aerosol di atmosfer dan mengidentifikasi karakteristik tampilan air laut pada kedalaman berbeda.

Deteksi terhadap awan *cirrus* juga lebih baik dengan dipasangnya kanal 9 pada sensor OLI, sedangkan band thermal (kanal 10 dan 11) sangat bermanfaat untuk mendeteksi perbedaan suhu permukaan bumi dengan resolusi spasial 100 m. Pemanfaatan sensor ini dapat membedakan bagian permukaan bumi yang memiliki suhu lebih panas dibandingkan area sekitarnya.

Landsat 8 sendiri memiliki misi yaitu penyediaan data citra bumi dengan kualitas tinggi dan citra infrared dari seluruh daratan dan daerah pesisir bumi. Data tersebut memungkinkan untuk dapat digunakan pada penelitian, deteksi perubahan global, perencanaan, serta identifikasi karakteristik.



Gambar 2. 5 Citra Landsat 8

Sumber: Landsat 8 Users Handbook USGS (2016)

2.9.2 Pengolahan Citra

Pada penelitian ini penginderaan jauh digunakan dalam menghasilkan data suhu untuk mengetahui data suhu dalam variabel iklim. Penggunaan metode penginderaan jauh dimaksudkan agar lebih memudahkan peneliti dalam memperoleh suhu permukaan dari wilayah yang diteliti. Proses pengolahan citra landsat hingga menghasilkan nilai suhu permukaan melalui beberapa tahapan. Berikut merupakan proses pengolahan citra Landsat 8 hingga menghasilkan suhu permukaan menurut USGS (USGS, 2016).

A. *Mosaic Images*

Mosaic images adalah proses rekayasa pembuatan gambar yang tersusun atas gambar-gambar kecil. Proses penggabungan gambar dilakukan untuk mendapatkan citra dari suatu lokasi yang selanjutnya dapat dilakukan analisis. Proses *mosaic images* dilakukan dengan bantuan alat pengolah citra seperti piranti lunak ENVI, ArcGIS, Erdas dan sebagainya.

B. *Digital Number to Spectral Radiance*

Digital number (DN) adalah nilai digital yang menggambarkan suatu tingkat kecerahan obyek dalam data satelit. *Digital number* tersimpan dalam sebuah pixel, sedangkan pixel adalah sebuah titik yang merupakan elemen terkecil dari

citra satelit. *Spectral radiance* merupakan jumlah energi yang dipantulkan oleh suatu objek per unit luas dan panjang gelombang tertentu. Konversi dari *digital number* ke *spectral radiance* dilakukan untuk mengubah nilai pantulan yang terdapat pada digital number yang sebelumnya belum memiliki satuan menjadi nilai energi yang sudah memiliki satuan.

C. *Spectral Radiance to Kelvin*

Setelah mengetahui nilai energi yang terdapat pada pixel, nilai tersebut dikonversi kembali menjadi satuan kelvin agar dapat terdeteksi suhu permukaan yang dihasilkan.

D. Konversi Nilai Kelvin ke Derajat Celcius

Hasil konversi *spectral radiance* ke derajat kelvin selanjutnya di konversi kembali menuju satuan celcius. Penggunaan satuan celcius digunakan untuk menyesuaikan satuan dalam penelitian dimana pada ekosistem nyamuk *aedes aegypti* satuan suhu sebagai penakar menggunakan derajat celcius.



Gambar 2. 6 Citra Band 10 Thermal Infrared Sensor
Sumber: Landsat 8 Users Handbook USGS (2016)

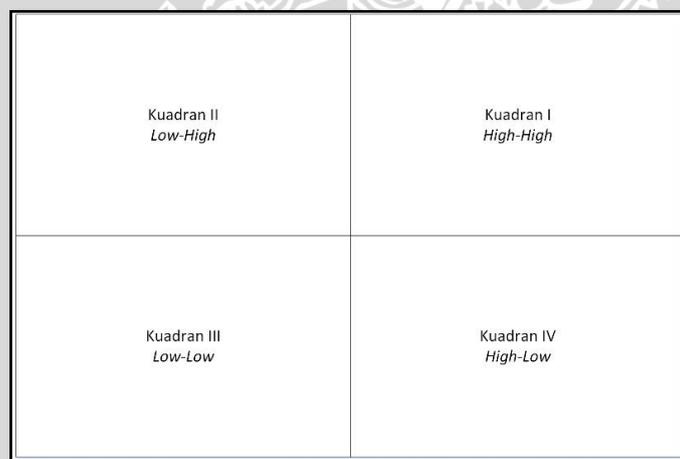
2.10 Analisis *Moran's I* dan *Local Indicator of Spatial Association (LISA)*

Analisis *Moran's I* dan *Local Indicator of Spatial Association (LISA)* adalah analisis yang digunakan dalam mengetahui adanya pengelompokan atau autokorelasi spasial pada suatu wilayah. Autokorelasi spasial adalah taksiran dari korelasi antara nilai amatan yang berkaitan dengan lokasi spasial pada variabel yang sama. Nilai *Moran's I* merupakan standar statistik untuk menentukan autokorelasi spasial yang dapat menentukan jumlah pengelompokan berdasarkan variabel secara global. Fungsi dari

analisis LISA sendiri adalah untuk membandingkan nilai pengamatan di suatu daerah dengan nilai pengamatan di daerah lain secara lokal. Apabila nilai *Moran's I* semakin mendekati 1 maka semakin kuat korelasi spasialnya (Anselin, Local Indicator of Spatial Association, 1995). Nilai autokorelasi spasial dibagi menjadi tiga kelompok besar, antara lain:

- A. Nilai semakin mendekati 1 pada Indeks Moran's menunjukkan terjadi autokorelasi spasial dengan pola mengelompok (*Clustered*)
- B. Nilai 0 pada Indeks Moran's menunjukkan tidak terjadi autokorelasi spasial
- C. Nilai semakin mendekati -1 pada Indeks Moran's menunjukkan terjadi autokorelasi spasial dengan pola menyebar (*Dispersed*)

Analisis LISA dapat pula menunjukkan seperti apa pengelompokan spasial dengan melihat nilai yang signifikan. Hasil dari analisis LISA adalah peta dengan 6 kategori yang mengacu pada *Moran Scatterplot*, yaitu, *not significant*, *high-high*, *high-low*, *low-low*, *low-high*, *neighborless*. Pada kategori *high-high* merupakan wilayah dengan nilai pengelompokan tinggi dan berdekatan dengan wilayah yang memiliki nilai tinggi juga. Hal ini mengindikasikan adanya pengaruh spasial antar dua wilayah.



Gambar 2. 7 Kuadran Nilai Morans's I

1. Kuadran I, *High-High*. Menunjukkan nilai observasi tinggi yang dikelilingi oleh daerah yang mempunyai nilai observasi yang sama tinggi.
2. Kuadran II, *Low-High*. Menunjukkan nilai observasi rendah yang dikelilingi oleh daerah yang mempunyai nilai observasi tinggi.
3. Kuadran III, *Low-Low*. Menunjukkan nilai observasi rendah dikelilingi oleh daerah yang mempunyai nilai observasi rendah.
4. Kuadran IV, *High-Low*. Menunjukkan nilai observasi tinggi dikelilingi oleh daerah yang mempunyai nilai observasi rendah.

2.11 Analisis Tabulasi Silang (*Crosstab*)

Tabulasi silang merupakan metode yang mentabulasikan beberapa variabel yang berbeda kedalam suatu matriks yang hasilnya disajikan dalam suatu tabel dengan variabel yang tersusun dalam baris dan kolom. Variabel ini merupakan variabel kategori bebas pada satu bagian dan variabel kategori prediktor pada bagian lainnya. Pada prinsipnya analisis tabulasi silang menyajikan data dalam bentuk tabulasi yang meliputi baris dan kolom. Data untuk penyajian *crosstab* adalah data berskala nominal atau kategori. Dalam praktek, pembuatan *crosstab* dapat juga disertai dengan penghitungan tingkat keeratan hubungan (asosiasi) antar isi *crosstab* (Ghozali, 2013).

Beberapa manfaat tabulasi silang antara lain: tabulasi silang membantu menyelesaikan penelitian yang berkaitan dengan penentuan hubungan antar variabel atau faktor yang diperoleh dari data kuantitatif. Selain itu apabila diperoleh hubungan antar variabel/faktor, Kegunaan kedua adalah dapat menentukan variabel *dependent* (terikat) dan variabel *independent* (bebas) dari dua variabel yang dianalisis.

Alat statistik yang sering digunakan untuk mengukur asosiasi pada analisis *crosstab* adalah *chi-square*. Alat tersebut pada praktek statistik bisa diterapkan untuk menguji ada tidaknya hubungan antara baris dan kolom dari sebuah *crosstab*. Selain *chi-square* terdapat beberapa alat uji lain yang populer adalah *Kendall*, *Kappa*, dan lain sebagainya.

A. Uji *Chi-Square*

Qui-kuadrat atau uji *Chi-Square* digunakan untuk mengamati ada tidaknya hubungan antara dua variabel (baris dan kolom). Uji *chi-square* merupakan uji non parametris yang paling banyak digunakan. Berikut merupakan syarat-syarat uji *chi-square* :

1. Tidak ada sel dengan nilai frekuensi kenyataan atau disebut juga *actual count* (F_0) sebesar 0 (Nol).
2. Apabila bentuk tabel kontingensi 2 x 2, maka tidak boleh ada satu sel saja yang memiliki frekuensi harapan atau *expected count* (F_h) kurang dari 5.
3. Apabila bentuk tabel lebih dari 2 x 2, misal 2 x 3, maka jumlah sel dengan frekuensi harapan yang kurang dari 2 tidak boleh lebih dari 20%.

Dasar perhitungan *Chi-Square* adalah menggunakan koefisien phi dengan rumus sebagai berikut.

$$\phi = \sqrt{\frac{X^2}{N}} \dots \dots \dots (2-3)$$

Dimana:

$$\chi^2 = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}, \dots\dots\dots (2-4)$$

$$f_e = \frac{(\text{total baris})(\text{total kolom})}{N} \dots\dots\dots (2-5)$$

Keterangan:

f_o : frekuensi sel yang diobservasi dalam tabel bivariat

f_e : frekuensi sel yang diharapkan variabel-variabel independent

Dasar pengambilan keputusan adalah:

1. Berdasarkan perbandingan *Chi-Square* hitung dengan *Chi-Square* tabel.

- Jika *Chi-Square* hitung < *Chi-Square* tabel maka H_0 diterima
- Jika *Chi-Square* hitung > *Chi-Square* tabel maka H_0 ditolak

Chi-Square tabel dapat dihitung dengan masukan:

- Tingkat signifikansi (α)

Tingkat signifikansi memiliki perbedaan pada setiap penelitian dimana penetapan tingkat signifikansi akan mengubah *Chi-square* tabel.

- Derajat kebebasan (df)

Rumus df = (jumlah baris – 1) x (jumlah kolom – 1)

2. Berdasarkan probabilitas (signifikansi):

- Jika probabilitas > 0,10, maka H_0 diterima, atau dapat diartikan tidak ada hubungan antar variabel
- Jika probabilitas < 0,10, maka H_0 ditolak, atau dapat diartikan ada hubungan antar variabel.

Dalam penelitian ini analisis *crosstab* digunakan untuk mengetahui hubungan antara variabel terikat dan variabel bebas dalam penelitian. Setelah diketahui hubungan antar variabel maka akan dilanjutkan pada analisis regresi untuk mengetahui bagaimana bentuk hubungan yang terjadi.

2.12 Analisis Korelasi

Analisis korelasi merupakan analisis yang digunakan untuk mengukur dan menghitung kuatnya hubungan antara dua variabel atau lebih (Van Zanten, 1994). Hubungan yang dimaksud adalah hubungan statistik antara dua variabel. Alat analisis korelasi ditentukan oleh skala pengukuran data/variabel dan jenis hubungan antar variabel.

Tabel 2. 2 Alat Analisis Korelasi

Relationship	Numerik	Kategori
Numerik	Korelasi Pearson, Spearman	Tabel Ringkasan
Kategori	Tabel Ringkasan	Spearman (ordinal), chi-square

Sumber: Sugiyono, 1999

Dalam penelitian ini, analisis korelasi digunakan untuk mencari kekuatan hubungan antar variabel. Analisis korelasi ditambahkan dalam substansi hasil analisis *crosstab* untuk mengetahui kekuatan yang terbentuk antara variabel bebas terhadap variabel terikat. Uji yang digunakan dalam analisis korelasi adalah uji *spearman* yaitu untuk mengetahui kekuatan hubungan antara variabel terikat dan variabel bebas dalam satu model.

2.13 Analisis Regresi

Teknik analisis regresi pada penelitian ini menggunakan regresi *Ordinary Least Square* untuk mengetahui model hubungan antara kasus demam berdarah dengan variabel bebas.

2.13.1 *Ordinary Least Square*

Metode OLS atau dikenal sebagai regresi linier, merupakan metode yang populer digunakan untuk mengetahui hubungan di antara variabel bebas dan variabel terikat. Pada penelitian ini analisis regresi ditujukan untuk mencari penyebab dari kasus demam berdarah berdasarkan faktor-faktor yang berpengaruh. Metode OLS membantu identifikasi fenomena dan mengukur bagaimana hubungan antara variabel bebas dan terikat. Bentuk persamaan regresi yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon \dots \dots \dots (2-6)$$

Keterangan:

Y	= Variabel Terikat
X_n	= Variabel Bebas
β_0	= Konstanta <i>intercept</i>
β_n	= Konstanta Variabel
ε	= Vektor Error

2.13.2 Uji Klasik

Tujuan pengujian asumsi klasik pada regresi adalah untuk membuktikan validitas dari model yang telah didapatkan pada proses regresi. Menurut Osborne & Waters (2002) terdapat empat asumsi regresi linier berganda yang perlu diujikan pada model regresi, yaitu linearitas variabel, reliabilitas pengukuran model, homoskedasitas model, dan normalitas model. Asumsi lain yang dapat ditambahkan untuk meningkatkan validitas model tidak terjadi multikolinearitas, uji autokorelasi, serta kesesuaian hipotesis penelitian (Mitchell, 2005).

Selain itu terdapat juga yang disebut *rule of thumb* atau minimum jumlah observasi yang dilakukan dalam regresi. Namun jumlah unit observasi minimal tergantung dari tujuan penelitian, rumusan masalah penelitian, dan bagaimana model tersebut digunakan (Knofczynski & Mundfrom, 2008). Untuk tujuan prediksi Kelley & Maxwell (2003)

mensyaratkan jumlah minimal sampel regresi dengan menggunakan *power analysis* dan minimal jumlah unit observasi sejumlah 30. Sehingga tidak terdapat jumlah pasti minimal unit observasi untuk analisa regresi.

A. Normalitas Nilai Residual

Regresi linier mengasumsikan atau mensyaratkan bahwa nilai residual terdistribusi secara normal. Normal atau tidaknya distribusi dari nilai residual umumnya dapat dilihat dengan menggambar nilai dari *standard residual* ke dalam Kurva Bell. Gambar dari kurva residual yang baik memperlihatkan nilai residual yang terdistribusi merata pada kurva normal (Mitchell, 2005). Sedangkan nilai residual yang tidak terdistribusi normal adalah jika pada kurva normal ditemukan distribusi nilai dengan *skewness* (kecondongan) berada pada ekstrim kanan maupun ekstrim kiri. Beberapa bisa disebabkan oleh model yang non-linear, terdapat outlier yang masuk ke dalam model, atau tingginya angka heteroskedasitas (Mitchell, 2005) Jika ditemukan bahwa nilai residual tidak terdistribusi secara normal maka diasumsikan bahwa model yang dihasilkan dapat mengganggu pengujian lainnya.

Selain dengan kurva normal, uji normalitas juga dapat digunakan dengan menggunakan *Jarque-Bera Test*. Rumus untuk menghitung nilai Jarque – Bera adalah sebagai berikut (Jarque & Bera, 1987):

$$JB = \frac{n-k}{6} \left(S^2 + \frac{1}{4} (C - 3)^2 \right) \dots \dots \dots (2-7)$$

Keterangan:

JB = Jarque – Bera Test Value

n = Jumlah Observasi

k = Jumlah regresor (variabel bebas dalam model)

S = Nilai skewness

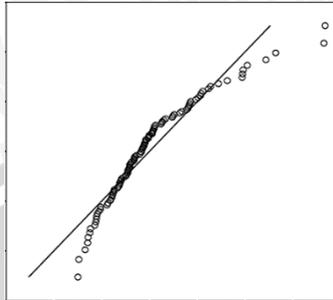
C = Nilai kurtosis

Perhitungan *Jarque-Bera Statistic* akan menghasilkan nilai yang berkisar antara 0 sampai dengan 1 atau 0% - 100%. Jika nilai yang dihasilkan signifikan ($<0,05$) maka dapat disimpulkan residual model tidak terdistribusi secara normal.

B. Asumsi Linier

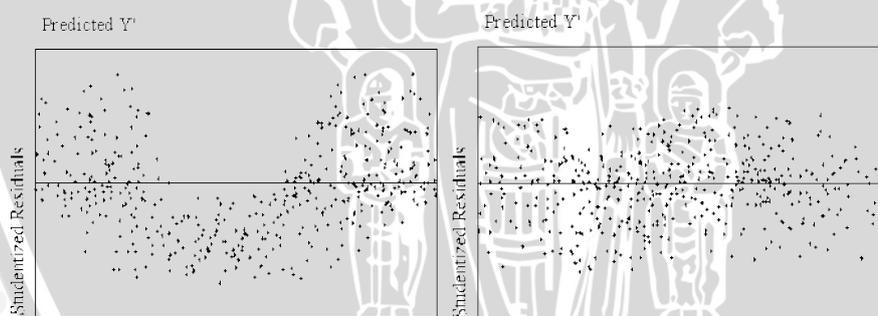
Regresi linier berganda dapat secara akurat mengestimasi hubungan antara dua variabel hanya jika hubungan antara variabel bebas dan variabel terikatnya linier satu sama lain. Hubungan non-linear pada variabel yang diperhitungkan pada model dapat memicu terjadinya eror tipe II dan meningkatkan risiko terjadinya eror tingkat I pada regresi

(Osborne & Waters, 2002). Maksud dari eror tipe II adalah dimana variabel bebas yang seharusnya memiliki pengaruh terhadap variabel terikat, namun ternyata tidak (*under-estimate*). Sedangkan eror tipe I dimana variabel bebas mempengaruhi nilai variabel terikat, namun pada kenyataannya tidak.



Gambar 2. 8 Hubungan Berbanding Lurus Antara Variabel Bebas dan Variabel Terikat
Sumber: The Analysis Institute (2016)

Pengujian yang dilakukan untuk menguji asumsi linier dapat dilakukan dengan melihat plot residual dari model regresi. Pada gambar 2.9 merupakan contoh dari plot residual regresi yang non-linier dan linier. Hubungan linier pada regresi ditunjukkan dengan plot residual yang tersebar secara merata pada garis tengah nilai *standardized residual*. Sedangkan hubungan non-linier pada regresi ditunjukkan dengan nilai yang tidak tersebar merata pada garis tengah nilai *standardized residual*.



Gambar 2. 9 Contoh Hubungan Non-Linier dan Linier Pada Model Regresi
Sumber: Osborne & Waters (2002)

C. Tidak Terjadi Multikolinearitas

Multikolinearitas adalah kejadian dimana dua atau lebih variabel bebas dalam model regresi memiliki korelasi yang tinggi. Jika hal ini terjadi maka model dikatakan tidak valid. Model regresi yang ideal adalah ketika variabel bebas berkorelasi tinggi dengan variabel terikat, namun antar variabel bebas tidak ada korelasi. Untuk menguji nilai multikolinearitas dalam model regresi digunakan rumus *Variance Inflation Factor* (VIF). Rumus untuk VIF adalah sebagai berikut:

$$VIF = \frac{1}{1-R_i^2} \dots\dots\dots(2-8)$$

Keterangan:

VIF = Nilai VIF

R_i^2 = Nilai R squared dari pengujian variabel bebas

Langkah untuk menguji multikolinearitas pertama-tama dengan memodelkan setiap variabel bebas dengan variabel bebas yang lainnya. Hasil *R squared* dari pemodelan tersebut kemudian dihitung dengan rumus VIF. Nilai multikolinearitas dianggap tinggi jika $VIF > 10$ (Mitchell, 2005).

D. Tidak Terjadi Autokorelasi

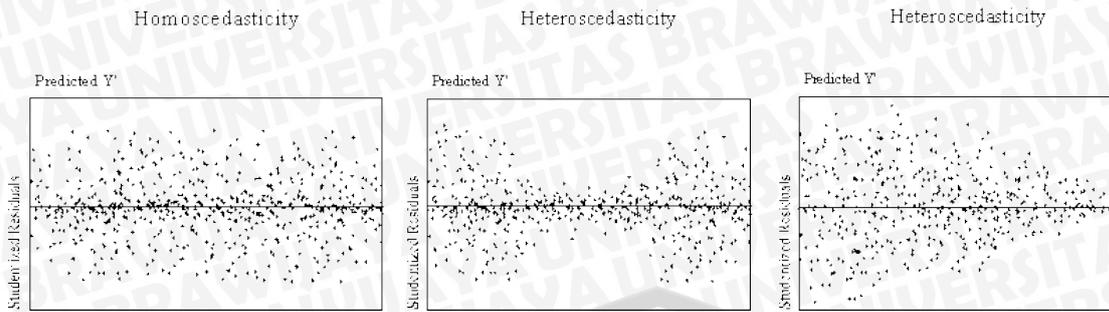
Definisi dari autokorelasi pada model regresi adalah dimana nilai-nilai variabel bebas memiliki nilai yang sama pada variabel terikatnya. Autokorelasi dari regresi juga dapat dilihat dari nilai *standard residual* yang dihasilkan pada regresi. Apabila nilai *standard residual* tidak jauh berbeda antar unit observasi maka terjadi autokorelasi.

Kaitannya dengan kajian dalam suatu wilayah, autokorelasi spasial dapat memperkuat uji asumsi model regresi. Autokorelasi spasial adalah pengelompokan dataset pada wilayah tertentu (Anselin, 1995). Mitchell (2005) menambahkan pula bahwa autokorelasi spasial pada regresi merupakan korelasi nilai *standard residual* pada wilayah yang berdekatan. Secara mudahnya dapat diartikan sebagai nilai autokorelasi yang mengelompok pada wilayah tertentu. Untuk mengetahui terjadinya autokorelasi spasial pada hasil regresi dapat digunakan rumus *Moran's I*.

E. Homoskedasitas

Homoskedasitas dapat diartikan *varian error* yang senilai pada tiap unit observasi. Sedangkan ketika nilai pengaruh dari variabel bebas berbeda pada tiap unit observasi maka diindikasikan terjadi heteroskedasitas pada model. Heteroskedasitas pada model berpotensi memicu eror tipe I (Osborne & Waters, 2002). Maka dari itu pada uji klasik tidak disarankan terjadi heteroskedasitas pada model.

Pada kajian kewilayahan, heteroskedasitas justru dapat memberikan informasi yang lebih banyak dengan menghitung model lokalnya. Perbedaan nilai pengaruh pada wilayah unit observasi memberikan penjabaran mengenai variabel mana yang memiliki kontribusi lebih besar terhadap variabel terikat. Sehingga kondisi wilayah dapat dikaji secara lebih jauh (Fotheringham, Charlton, & Brundson, 1998).



Gambar 2. 10 Contoh Homoskedastis dan Heteroskedastis pada Model Regresi
Sumber: Osborne & Waters (2002)

2.14 Penelitian Terdahulu

Studi pustaka dari penelitian sejenis dapat memberikan gambaran pada peneliti tentang objek studi dan metode analisis yang dapat digunakan dari peneliti sebelumnya dengan tema yang sama. Berikut merupakan hasil penelitian terdahulu yang digunakan menjadi bahan pertimbangan dalam penelitian ini:

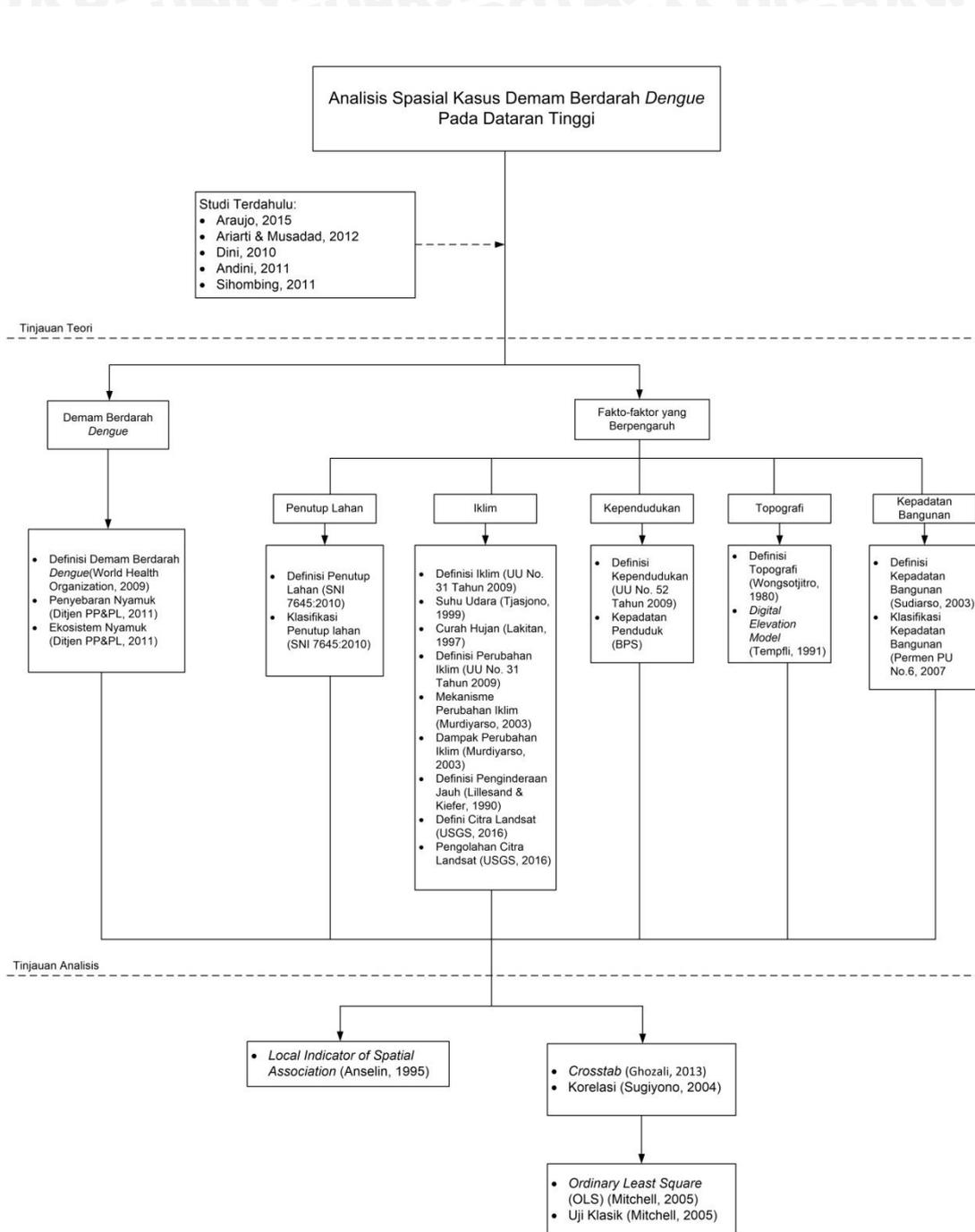


Tabel 2. 3 Studi Terdahulu

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Lokasi Penelitian	Variabel Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Analisis
1	Ricardo Vieira Araujo, et all (2015)	Sao Paulo Urban Heat Islands have a Higher Incidence of <i>Dengue</i> than other Urban Areas	Sao Paulo	<ul style="list-style-type: none"> • Kasus demam berdarah • Suhu permukaan • Penggunaan lahan • Kepadatan penduduk • Status sosial ekonomi 	Mengidentifikasi keterkaitan antara adanya fenomena <i>Urban Heat Island</i> dengan peningkatan wabah demam berdarah pada kota Sao Paulo	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Multivariate Cluster Analysis</i> (MCA) • <i>Multiple Regresi</i>
2	U. E. C. Confalonieri, et all (2009)	Public health vulnerability to climate change in Brazil	Brazil	<ul style="list-style-type: none"> • Indeks kerentanan sosial-ekonomi • Indeks kerentanan epidemiologi • Indeks kerentanan iklim 	Mengidentifikasi keterkaitan antara indeks kerentanan umum dengan kerentanan kesehatan akibat perubahan iklim	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Multivariate Cluster Analysis</i> (MCA) • Regresi Spasial
3	Muliansyah & Baskoro (2016)	Analisis pola sebaran demam berdarah <i>Dengue</i> terhadap penggunaan lahan dengan pendekatan spasial di Kabupaten Banggai Provinsi Sulawesi Tengah Tahun 2011-2013	Kabupaten Banggai Provinsi Sulawesi Tengah	<ul style="list-style-type: none"> • Kasus demam berdarah • Penggunaan Lahan • Iklim 	Mengidentifikasi keterkaitan pola sebaran kasus DBD dengan penggunaan lahan	<ul style="list-style-type: none"> • Analisis data spasial menggunakan <i>GIS</i>
4	Ariarti & Musadad (2012)	Kejadian demam berdarah <i>dengue</i> (DBD) dan faktor iklim di Kota Batam, Provinsi Kepulauan Riau	Kota Batam, Provinsi Kepulauan Riau	<ul style="list-style-type: none"> • Kasus demam berdarah • Curah Hujan • Suhu • Kelembaban • Hari Hujan 	Mengidentifikasi hubungan faktor iklim (curah hujan, suhu, kelembaban, suhu, hari hujan) dengan angka insiden demam berdarah	<ul style="list-style-type: none"> • Regresi Linear
5	Dini, Amah et all (2010)	Faktor Iklim dan Angka Insiden Demam Berdarah <i>Dengue</i> di Kabupaten Serang	Kabupaten Serang, Provinsi Banten	<ul style="list-style-type: none"> • Kasus demam berdarah • Curah Hujan • Suhu • Kelembaban • Hari Hujan • Lama Penyinaran Matahari • Kecepatan Angin 	Mengidentifikasi hubungan faktor iklim (curah hujan, suhu, kelembaban, suhu, hari hujan, lama penyinaran matahari, kecepatan angin) dengan angka insiden demam berdarah	<ul style="list-style-type: none"> • Regresi Linear

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Lokasi Penelitian	Variabel Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Analisis
6	Andini, Ajeng Dewi (2013)	Pola Keruangan Penderita Demam Berdarah di Kecamatan Turen, Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur 2013	Kecamatan Turen, Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur	<ul style="list-style-type: none"> • Kasus Demam Berdarah • Curah Hujan • Kemiringan Lereng • Kerapatan Vegetasi • Sumber Air • Mobilitas Penderita • Kepadatan Bangunan • Angka Bebas Jentik 	Mengetahui pola keruangan dan faktor yang berpengaruh tinggi terhadap jumlah penderita demam berdarah	<ul style="list-style-type: none"> • Analisis Temporal • Korelasi <i>Pearson Product Moment</i> • <i>One Way Analysis of Variance</i> • <i>Multiple Regression</i>
7	Asmadi <i>et all</i> (2011)	Kajian Parameter Keberadaan Vektor Penyakit Demam Berdarah <i>Dengue</i> (DBD) Menggunakan Dukungan Penginderaan Jauh (<i>Remote Sensing</i>) di Kota Pontianak	Kota Pontianak, Provinsi Kalimantan Barat	<ul style="list-style-type: none"> • Kasus Demam Berdarah • Keberadaan Vektor • Kepadatan Bangunan • Indeks Vegetasi • Suhu Udara • Kelembaban Udara • Curah Hujan • KLB DBD 	Mengetahui parameter yang berpengaruh terhadap keberadaan vektor DBD serta menduga jumlah penderita DBD berdasarkan kajian deteksi deteksi parameter lingkungan dan keberadaan vektor DBD	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Remote Sensing</i> • Regresi Linear Berganda
8	Sihombing, Gustina Fajar; Marsaulina, Irnawati; Ashar dan Ashar, Taufik (2011)	Hubungan Curah Hujan, Suhu Udara, Kelembaban Udara, Kepadatan Penduduk, dan Luas Lahan Permukiman dengan Kejadian Demam Berdarah <i>Dengue</i> di Kota Malang Periode 2002-2011	Kota Malang, Provinsi Jawa Timur	<ul style="list-style-type: none"> • Kasus Demam Berdarah • Kepadatan Penduduk • Suhu Udara • Luas Lahan Bangunan • Curah Hujan • Kelembaban Udara 	Mengetahui korelasi curah hujan, kelembaban, suhu udara, luas lahan permukiman, dan kepadatan penduduk dengan kasus demam berdarah	<ul style="list-style-type: none"> • Korelasi

2.15 Kerangka Teori



Gambar 2.11 Kerangka Teori





(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)