

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Titik Panas (*Hotspot*)

Berdasarkan Peraturan Menteri Kehutanan Nomor 12 Tahun 2009 tentang pengendalian kebakaran hutan, titik panas (*hotspot*) adalah indikator kebakaran hutan yang mendeteksi suatu lokasi yang memiliki suhu relatif lebih tinggi dibandingkan dengan suhu disekitarnya. Pada awalnya, titik panas identik dengan adanya titik api, namun dalam kenyataannya tidak semua titik panas mengindikasikan adanya titik api. *Hotspot* mengindikasikan lokasi rawan kebakaran vegetasi seperti pada monitor komputer atau peta yang dicetak, atau ketika dicocokkan dengan koordinatnya. *Hotspot* merupakan titik-titik panas di permukaan bumi, dimana titik-titik tersebut merupakan indikasi adanya kebakaran hutan dan lahan. Jumlah *hotspot* yang banyak dan menggerombol menunjukkan adanya kejadian kebakaran lahan dan hutan di suatu wilayah.

Titik panas adalah keadaan suatu lokasi yang memiliki suhu lebih tinggi daripada lokasi sekitarnya berdasarkan ambang batas tertentu yang tertangkap oleh sensor satelit data digital. Area tersebut direpresentasikan dalam suatu titik yang memiliki koordinat tertentu. Tipologinya adalah titik yang dihitung sebagai jumlah bukan suatu luasan. Titik tersebut merupakan hasil deteksi kawasan yang mengalami kebakaran pada ukuran piksel tertentu yang kemungkinan terbakar pada saat satelit melintas pada kondisi relatif bebas awan. Teknik ini biasanya digunakan sebagai indikator kebakaran di suatu wilayah, sehingga semakin banyak titik semakin banyak pula potensi terjadinya kebakaran di suatu wilayah. Titik koordinat *hotspot* yang diekstraksi dari data satelit tidak selalu tepat dengan titik koordinat di lapangan. Salah satu penyebabnya adalah karena posisi koordinat dari data satelit diekstrak pada posisi tengah piksel (*center of pixel*). Oleh karena itu, jika terjadi kebakaran di lapangan yang berada di lokasi pinggir maka, koordinat yang akan diekstrak oleh satelit adalah posisi tengah (Giglio L. et al. 2003).

*Asean Specialized Meteorological Center* (ASMC) menyatakan penginderaan jauh (*remote sensing*) merupakan salah satu teknologi yang dapat memberikan informasi mengenai permukaan bumi dan keadaan atmosfer dengan

menggunakan sensor yang dipasang di udara seperti pada pesawat terbang, drone, balon udara atau yang terpasang di luar angkasa seperti satelit. Sensor ini akan menangkap sinyal berupa gelombang radiasi elektromagnetik yang membawa informasi tentang objek yang sedang ditangkap. Sistem ini memiliki empat komponen dasar yaitu sumber energi, target atau obyek sasaran, alur transmisi, dan sensor sebagai alat pendeteksi informasi. Komponen dalam sistem ini bekerjasama mengukur dan mencatat informasi mengenai target tanpa menyentuh obyek tersebut. Hasil dari *remote sensing* adalah sebuah citra (*image*) yang menjelaskan tentang objek yang sedang diamati. Penggunaan metode *remote sensing* juga memberikan solusi yang efisien dalam kegiatan deteksi dan monitoring kebakaran hutan dan lahan pada areal yang luas (Sutanto, 1992).

Indonesia memiliki tiga sumber penyedia data *hotspot* yaitu LAPAN (Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional), JICA (*Japan International Cooperation Agency*) dan ASMC (*ASEAN Specialized Meteorology Center*). Perbedaan antara ketiga sumber tersebut terletak pada ambang batas suhu terendah yang tersedia masing-masing sumber. Ambang batas (*threshold*) yang menjadi acuan pada LAPAN menggunakan suhu minimum sebesar 322°K, JICA menggabungkan ambang batas suhu maksimum 315°K pada siang hari dan 310°K pada malam hari, sedangkan ASMC sebesar 320°K pada siang hari dan 314°K pada malam hari. Teknologi satelit penginderaan jauh saat ini memungkinkan memantau kebakaran hutan dan lahan secara *near real time* (mendekati waktu nyata). Sensor yang paling sering digunakan untuk mendeteksi kebakaran hutan dan lahan dalam jangka panjang dan area yang luas adalah MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) pada satelit Terra/Aqua dan AVHRR (*Advance Very High Resolution Radiometer*) pada satelit orbit polar NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*). Pemantauan *hotspot* dengan menggunakan satelit sangat tergantung pada penutupan awan, sehingga tidak semua *hotspot* terpantau oleh satelit. Oleh karena itu, dengan adanya deteksi *hotspot* maka pengendalian kebakaran hutan dan lahan di lapangan dapat segera diatasi (Thoha, 2008).

Satelit NOAA, yang dibuat dan diluncurkan oleh *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) dengan tujuan untuk pemantauan iklim dan cuaca sehingga sering digunakan sebagai pendeteksi kebakaran. Hal ini, dikarenakan

sensornya yang dapat membedakan suhu permukaan di darat maupun di laut. Sensor AVHRR merupakan radiometer pemantauan dengan 5 saluran dengan karakteristik yang berbeda. Sensor AVHRR melakukan perekaman setiap hari pada resolusi sedang (1 km) yang digunakan untuk suhu 37°C dan 42°C (pada *hotspot* bisa mencapai 350°C) dengan kisaran yang sangat luas. Satelit NOAA beroperasi sebanyak 3 satelit yaitu NOAA 12, 16 dan 17. Satelit-satelit tersebut sering mengunjungi tempat yang sama sebanyak 2-4 kali sehari pada siang dan malam hari sehingga, data yang diperoleh cukup aktual (*near real time*) dan sangat bermanfaat untuk mengetahui lokasi kebakaran secara cepat dan tepat (Solichin, 2004).

Satelit NOAA memiliki cakupan yang sangat luas. Hal ini, memungkinkan *user* mampu menganalisa wilayah yang sangat luas dalam waktu yang relatif singkat. Deteksi kejadian kebakaran yang paling cepat dalam penyediaan dan distribusi datanya yaitu data *hotspot*, baik berupa lokasi (letak geografis) maupun peta sebaran *hotspot* yang terpantau oleh satelit. Akan tetapi, sensor pada satelit NOAA yang berfungsi sebagai pemantauan *hotspot* tidak dapat menembus awan, asap serta aerosol sehingga memungkinkan jumlah *hotspot* yang terdeteksi pada saat kebakaran besar jauh lebih rendah daripada yang seharusnya. Sifat sensor yang sensitif terhadap suhu permukaan dengan resolusi yang rendah menyebabkan kemungkinan terjadinya salah perkiraan misalnya pada cerobong asap dari pabrik yang seringkali terdeteksi sebagai suatu *hotspot* (Adinugroho *et al*, 2005).

Indonesia memiliki 7 stasiun penangkap satelit NOAA dimana data *hotspot* yang tersedia saat ini dapat dengan mudah diakses melalui internet pada berbagai sumber penyedia informasi data *hotspot*. Salah satu penyedia layanan tersebut yaitu FFPMP (*Forest Fire Prevention Management Project*) atau proyek kerja sama antara Kementerian Kehutanan dan JICA dengan sistem penyebaran informasi. Selain itu, proyek oleh IFFM (*Integrated Forest Fire Management*) juga mengembangkan sistem informasi kebakaran berdasarkan faktor-faktor yang memengaruhi dengan tampilan dan analisa kuantitatif citra satelit AVHRR oleh perangkat *Sea Scan STARS (Satelit Analysis and Research System)*. Beberapa stasiun penerima NOAA yang tersedia Indonesia seperti; Palembang (MoF-EU), Bogor (MoF-JICA), Samarinda (MoF-GTZ), dan Jakarta (LAPAN-Bappedal) hingga saat ini masih terus beroperasi (Sunuprpto, 2000).

## 2.2 Iklim

Iklim diartikan sebagai keadaan hawa (suhu, kelembaban, awan, hujan, dan sinar matahari) pada suatu daerah dalam jangka waktu yang panjang. Secara umum, iklim juga diartikan sebagai suasana atau keadaan. Berbeda dengan cuaca yang merupakan keadaan atmosfer pada suatu saat, jangka waktu iklim lebih panjang dalam rentang waktu mulai dari bulanan hingga tahunan. Iklim terdiri dari unsur-unsur yang sama seperti cuaca yaitu; suhu udara, tekanan, kelembaban, angin, curah hujan, penyinaran (intensitas matahari) dan radiasi, keadaan awan, kecepatan dan arah angin, embun serta petir. Unsur-unsur iklim bersifat stabil, tidak seperti cuaca yang selalu berubah setiap harinya. Perubahan rata-rata salah satu atau lebih elemen cuaca pada suatu daerah tertentu disebut sebagai perubahan iklim. Secara statistik, perubahan iklim adalah perubahan unsur-unsur yang mempunyai kecenderungan naik atau turun secara nyata yang akan membentuk pola atau siklus tertentu baik bulanan maupun musiman. Selain perubahan yang berpola siklus, aktivitas manusia juga menyebabkan pola iklim dapat berubah secara berkelanjutan. Unsur iklim yang menunjukkan pola keragaman yang jelas merupakan dasar dalam melakukan klasifikasi iklim. Perubahan iklim mengubah intensitas unsur-unsur iklim dalam jangka panjang ( $\pm 100$  tahun), sehingga variabilitas iklim musiman dan tahunan tidak termasuk dalam kategori perubahan iklim.

Iklim merupakan salah satu faktor alami yang dapat menyebabkan terjadinya suatu kebakaran hutan dan lahan seperti; pengaruh banyaknya oksigen yang ada, kecepatan penyebaran api, tingkat kekeringan bahan bakar permukaan dan kadar air, terutama peran dari hujan. Pada musim kering, kelembaban udara sangat menentukan kadar air yang dapat dijadikan indikator bahaya kebakaran. Kondisi iklim terutama pada periode curah hujan rendah merupakan salah satu pendorong terjadinya kebakaran. Kerawanan terjadinya kebakaran hutan dan lahan tertinggi terjadi pada musim kemarau dimana curah hujan sangat rendah dan intensitas matahari tinggi. Kondisi ini sering terjadi antara bulan Juni hingga Oktober, kadang terjadi pada bulan Mei hingga November. Hal ini, juga akan semakin tinggi tingkat kerawanannya apabila ditemukan gejala El Nino yang merupakan salah satu faktor pendukung terjadinya kebakaran hebat pada tahun 1997 dan 1998 (Syaufina, 2008).

Beberapa faktor iklim yang dapat menjadi penyebab terjadinya kebakaran hutan dan lahan antara lain:

### **2.2.1 Suhu Udara**

Suhu (*temperatur*) adalah keadaan panas atau dinginnya udara. Suhu akan menunjukkan besaran yang mengalami derajat panas dingin suatu benda. Suhu menentukan kemampuan benda tersebut untuk memindahkan atau menerima panas dari benda-benda lain. Apabila panas dialirkan pada suhu benda, maka suhu benda tersebut akan menurun dan kehilangan panas. Akan tetapi, hubungan antara satuan panas dengan satuan suhu tidak merupakan konstanta karena besarnya peningkatan suhu akibat penerimaan panas dalam jumlah tertentu akan dipengaruhi oleh daya tampung panas (*heat capacity*) yang dimiliki oleh benda penerima tersebut. Suhu dinyatakan dalam satuan Celcius ( $^{\circ}\text{C}$ ), Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ) dan Reamur ( $^{\circ}\text{R}$ ). Skala suhu tersebut didefinisikan dengan menggunakan skala suhu Kelvin (K) yang merupakan skala suhu dasar. Suhu udara tertinggi dimuka bumi adalah daerah tropis (sekitar ekuator) dan semakin ke kutub akan semakin dingin (Lakitan, 1994).

Suhu udara adalah ukuran energi kinetik rata-rata dari pergerakan molekul sehingga, semakin besar kecepatan molekul makin tinggi suhunya. Suhu udara akan berfluktuasi dengan nyata selama 24 jam. Fluktuasi suhu udara dan suhu tanah berkaitan dengan proses pertukaran energi yang berlangsung di atmosfer. Energi radiasi matahari yang diserap oleh gas atmosfer menyebabkan suhu udara meningkat pada siang hari. Suhu udara harian maksimum tercapai beberapa saat setelah intensitas cahaya maksimum tercapai. Suhu maksimum tertinggi umumnya pada bulan Oktober atau pada akhir musim kemarau, sedangkan suhu minimum terendah pada bulan Juli dan Agustus. Suhu udara dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti; jumlah radiasi, penutupan tanah dan tipe tanah, pengaruh daratan atau lautan, ketinggian tempat, angin secara tidak langsung, panas laten atau panas yang disimpan oleh atmosfer dan sudut datang sinar matahari (Lakitan, 1994).

Suhu udara merupakan salah satu parameter meteorologi yang berpengaruh dalam kebakaran hutan dan lahan. Suhu udara yang tinggi menjadikan proses pengeringan bahan bakar menjadi lebih cepat sehingga menyebabkan kebakaran lebih mudah terjadi, terutama pada musim kemarau. Musim kemarau yang berkepanjangan dapat menyebabkan vegetasi diatas lahan menjadi lebih mudah

terbakar akibat suhu udara yang meningkat. Perbedaan suhu udara pada siang dan malam hari atau dalam satu hari juga dapat menentukan luasan kebakaran yang terjadi pada suatu wilayah. Siang hari pada saat intensitas cahaya matahari dapat mencapai suhu 30–35°C, akan membuat kemungkinan kebakaran hutan dan lahan terjadi dengan lebih cepat dan menyebar lebih luas dibandingkan pada pagi maupun malam hari dimana intensitas cahaya matahari hanya sekitar 20°C. Hal ini, memungkinkan tingkat kebakaran yang diakibatkan oleh suhu udara menjadi lebih besar pengaruhnya apabila didukung oleh parameter meteorologi lain yang menjadi pemicu terjadinya kebakaran hutan dan lahan (Suhardjo, 2003).

### **2.2.2 Kelembaban**

Kelembaban adalah konsentrasi uap air di udara yang angkanya diekspresikan dalam kelembaban absolut, kelembaban spesifik, dan kelembaban relatif. Kelembaban didefinisikan sebagai jumlah uap air di udara atau tekanan uap terhadap tekanan uap jenuh pada suhu. Kelembaban jumlah rata-rata kandungan air keseluruhan (uap, tetes air dan kristal es) di udara pada suatu waktu yang diperoleh dari hasil pengukuran harian dan dirata-ratakan setiap bulan. Kelembaban rata-rata ditemukan sebagai faktor iklim paling kritis pada penyakit. Kelembaban udara menggambarkan kandungan uap air di udara yang dapat dinyatakan sebagai kelembaban mutlak (absolut), kelembaban relatif (nisbi), maupun defisit tekanan uap air. Perubahan tekanan sebagian uap air di udara berhubungan dengan perubahan suhu. Selain suhu, tinggi rendahnya kelembaban udara juga dipengaruhi oleh tekanan udara, pergerakan angin, penyinaran, vegetasi dan ketersediaan air di suatu tempat (Handoko, 1994).

Kelembaban udara adalah kandungan uap air yang ada dalam udara. Kelembaban udara dibedakan menjadi 2 macam yaitu :

1. Kelembaban mutlak (absolut), adalah banyak sedikitnya uap air dalam gram pada 1 cm<sup>3</sup> atau jumlah uap air yang terdapat dalam udara yang dapat dinyatakan dengan massa uap air atau tekanannya per satuan volume. Kelembaban absolut tergantung pada suhu yang memengaruhi kekuatan udara untuk memuat uap air. Tiap-tiap suhu mempunyai batas uap air yang dimuatnya.

2. Kelembaban relatif (nisbi), adalah perbandingan antara jumlah uap air dalam udara dengan jumlah uap air maksimum yang dikandung pada suhu udara yang sama dan dinyatakan dalam persen (%). Kelembaban nisbi membandingkan antara kandungan atau tekanan uap air aktual dengan keadaan jenuhnya atau pada kapasitas udara untuk menampung uap air. Kapasitas udara untuk menampung uap air tersebut pada keadaan jenuh ditentukan oleh suhu udara. Suhu udara yang semakin naik maka, kelembaban relatif akan semakin kecil. Kelembaban relatif paling besar adalah 100% dan terjadi titik pengembunan dengan pendinginan yang terus berlangsung. Hal ini, juga dapat menyebabkan terjadinya kondensasi dimana uap air berubah menjadi titik air dan apabila melampaui titik beku akan menjadi kristal es atau salju. Kelembaban relatif dari suatu campuran udara dan air didefinisikan sebagai rasio dari tekanan parsial uap air dalam campuran terhadap tekanan uap jenuh air pada temperatur tersebut. Perhitungan kelembaban relatif ini merupakan salah satu data yang dibutuhkan selain suhu, curah hujan dan observasi visual terhadap vegetasi.

### **2.2.3 Penyinaran Matahari (Intensitas Cahaya)**

Penyinaran matahari (intensitas cahaya) adalah kuat cahaya yang dikeluarkan oleh sebuah sumber cahaya ke arah tertentu dan diukur menggunakan *luxmeter* dengan satuan *Candela*. Pada umumnya, cahaya memiliki empat faktor yang dapat memengaruhi kualitas pencahayaan yaitu kontras, silau, refleksi cahaya, dan kualitas warna cahaya. Penyinaran matahari (intensitas cahaya) merupakan unsur utama untuk mengetahui iklim dan cuaca di suatu tempat. Pengukuran lamanya sinar matahari bersinar dilakukan untuk mengetahui intensitas dan berapa lama atau jam matahari bersinar mulai terbit hingga terbenam. Intensitas cahaya maksimum tercapai pada saat berkas cahaya maksimum jatuh tegak lurus, yakni pada waktu tengah hari. Persentase lama penyinaran matahari yang semakin tinggi karena awan yang biasa cukup melindungi dari teriknya matahari sudah jarang terjadi serta adanya efek rumah kaca yang mengakibatkan panas atmosfer sehingga awan yang sudah terkumpul kembali berpecah. Hal ini tentu berpengaruh pada unsur iklim lainnya (Tjasyono, 2004).

Permukaan bumi merupakan awal penerima panas matahari. Panas dirambatkan secara berangsur dari lapisan paling bawah hingga lapisan paling tinggi. Banyaknya panas matahari yang diterima dipengaruhi oleh lamanya waktu penyinaran matahari, sudut datang sinar matahari, keadaan awan dan keadaan permukaan bumi. Semakin lama matahari menyinari suatu daerah maka, semakin banyak panas yang diterima daerah tersebut. Jika arah datangnya sinar matahari suatu daerah lebih tegak maka, panas yang diterima lebih banyak dibanding dengan datangnya sinar matahari dalam keadaan miring. Energi matahari merupakan penyebab utama dari perubahan dan pergerakan dalam atmosfer sehingga dianggap sebagai pengendali iklim dan cuaca. Matahari memancarkan sinar yang pada umumnya mempunyai gelombang pendek sedangkan, dari bumi dipancarkan gelombang panjang. Keadaan awan juga merupakan salah satu penghalang pancaran matahari. Permukaan daratan lebih cepat menerima panas dibandingkan permukaan laut (Rosalina, 2012).

Terdapat beberapa faktor-faktor yang memengaruhi penyinaran matahari mencapai permukaan bumi diantaranya (Yuliatmaja, 2009):

1. Sudut datang sinar matahari, merupakan sudut yang dibentuk oleh datangnya sinar matahari terhadap permukaan bumi. Saat matahari tepat berada di tengah (membentuk sudut  $90^\circ$ ) maka, penyinaran matahari yang terjadi secara maksimal sehingga suhu suatu daerah akan maksimal begitu pula sebaliknya. Perbedaan sudut datang sinar matahari akan menyebabkan perbedaan luas permukaan horizontal yang mendapat sinar dan perbedaan panjang atmosfer yang dilalui oleh sinar matahari. Semakin besar sudut datang sinar matahari maka, sinar tersebut akan membenteng pada permukaan horizontal yang sempit dan panjangnya akan semakin pendek sehingga, energi matahari yang diterima akan lebih besar.
2. Perbedaan letak lintang, merupakan faktor yang memengaruhi penyinaran matahari dimana daerah yang terletak di lintang  $90^\circ$  adalah jarak terjauh dari matahari sehingga memperoleh sedikit penyinaran matahari. Dengan demikian, daerah yang terletak di lintang  $0^\circ$  lebih dekat dengan matahari dan menerima sinar matahari lebih besar serta memiliki suhu yang lebih tinggi dibandingkan daerah lintang lainnya.

3. Kejernihan atmosfer, merupakan lapisan gas atau campuran gas yang menyelimuti dan terikat pada bumi oleh gaya gravitasi dan yang memengaruhi besarnya panas matahari yang sampai ke permukaan bumi. Hal ini terjadi karena gas-gas di atmosfer berpengaruh terhadap pemantulan dan penghamburan sinar matahari. Kejernihan atmosfer dapat berasal dari awan, debu, polutan, abu vulkanik dan asap. Daerah yang atmosfernya tertutup akan menerima panas secara langsung dalam jumlah sedikit, sedangkan daerah yang tidak tertutupi akan menerima panas secara langsung dalam jumlah banyak. Ada tidaknya tutupan itulah yang berpengaruh terhadap panas yang diterima bumi. Oleh karena itu, semakin jernih atmosfer maka suhu permukaan bumi akan semakin tinggi.
4. Relief permukaan bumi, merupakan ketinggian tempat dimana perberdaan suhu udara terjadi karena perbedaan tinggi pada daerah dataran rendah dengan daerah dataran tinggi atau pegunungan. Dataran rendah memiliki suhu udara lebih tinggi dibandingkan dengan dataran tinggi atau pegunungan. Perbedaan suhu tersebut dapat terjadi sesuai karakteristik atmosfer, terutama lapisan troposfer, yaitu setiap ketinggian naik 100m, suhu udara turun 0,5 sampai 0,64°C.
5. Jarak dari laut, sifat air dan tanah (daratan) dalam menerima panas berpengaruh terhadap suhu rata-rata hariannya. Air lebih lamban dalam menerima dan melepaskan panas dibandingkan daratan. Oleh karena itu, tempat yang dekat dengan laut atau danau memiliki rata-rata suhu udara harian yang tinggi dari pada tempat yang jauh dengan laut atau danau.

Intensitas Radius Matahari merupakan absorpsi energi matahari dalam satuan per  $\text{cm}^2/\text{menit}$ . Intensitas ini merupakan fungsi dari sudut sinar matahari yang mencapai bagian yang lengkung dari permukaan bumi, artinya sinar matahari yang miring kurang memberikan energi karena menempuh lapisan atmosfer yang tebal bila dibandingkan dengan sinar yang tegak lurus. Intensitas cahaya yang besar mempunyai pengaruh yang besar pula pada proses fotosintesis dimana besarnya energi cahaya yang bisa diserap oleh setiap tanaman ditentukan oleh faktor-faktor tertentu (Sriartha, 2004).

### 2.3 Kebakaran Hutan dan Lahan

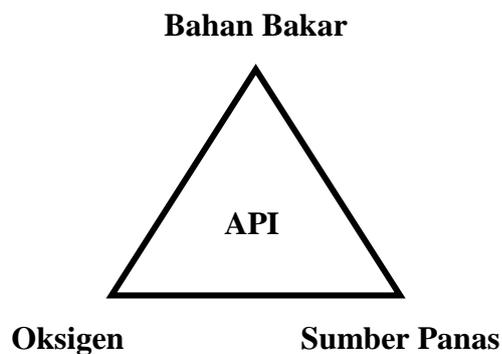
Kebakaran hutan merupakan salah satu permasalahan yang dianggap penting dan menjadi perhatian bagi banyak pihak. Kebakaran didefinisikan sebagai keadaan dimana terdapat api pada suatu lokasi sehingga mengakibatkan kerusakan yang menimbulkan kerugian ekonomi bahkan lingkungan. Kebakaran hutan berawal dari kegiatan perladangan, pembukaan hutan oleh pemegang izin, dan penyebab struktural (kemiskinan dan kebijakan pembangunan). Faktor manusia, yang mencakup perkebunan, penduduk desa dan lembaga pemerintah, serta faktor cuaca juga ikut andil atas terjadinya kebakaran hutan. Selain itu, kurangnya koordinasi, kekurangan peralatan, kelangkaan peta akurat, dukungan infrastruktur, dan kurangnya inisiatif untuk ikut memadamkan merupakan alasan-alasan kegagalan pemadaman api (Rasyid, 2014).

Berdasarkan tipe bahan bakar dan sifat pembakarannya, kebakaran hutan dan lahan dikelompokkan menjadi 3 tipe yaitu (Syaufina, 2008):

1. Kebakaran bawah (*ground fire*), merupakan tipe kebakaran dimana api membakar pada bagian bawah permukaan tepatnya pada lapisan organik. Hal ini disebabkan oleh sedikitnya udara dan bahan organik yang masuk ke dalam tanah sehingga kebakaran ini tidak terlihat apinya hanya asap yang terlihat sehingga menyebabkan sulitnya mendeteksi dan mengontrol. Penyebaran api tipe ini juga sangat lambat dan lama. Kebakaran bawah dicirikan dengan kebakaran lahan gambut dengan ketebalan mencapai 10m.
2. Kebakaran permukaan (*surface fire*), merupakan tipe kebakaran dimana api membakar bahan bakar yang ada di permukaan berupa serasah, semak belukar, pancang, limbah pembalakan, dan lain sebagainya yang menutupi permukaan tanah bagian atas. Sifat api permukaan cepat merambat, nyalanya besar dan panas, namun cepat padam.
3. Kebakaran tajuk (*crown fire*), merupakan tipe kebakaran dimana api terdapat di pucuk pohon (bagian atas pohon) yang berdekatan dan menjalar. Kebakaran tipe ini akan parah jika terjadi di tanaman yang daunnya mudah terbakar. Kebakaran tajuk sangat dipengaruhi oleh kecepatan angin. Kebakaran tajuk sering terjadi di tegakan hutan konifer yang apinya berasal dari kebakaran permukaan.

### 2.3.1 Proses Terjadinya Kebakaran Hutan dan Lahan

Proses kebakaran hanya terjadi apabila terdapat tiga unsur yang saling mendukung yang disebut *The Fire Triangle*. Komponen yang menyusun segitiga api adalah bahan bakar, sumber panas, dan oksigen. Jika salah satu atau lebih dari komponen tersebut tidak ada maka kebakaran tidak akan terjadi atau jika kondisi komponen dari segitiga api dalam keadaan lemah maka kecepatan pembakaran akan semakin menurun serta intensitas kebakarannya. Segitiga api merupakan suatu bentuk sederhana untuk menggambarkan proses pembakaran dan aplikasinya. Segitiga api dapat divisualisasikan sebagai dasar hubungan reaksi berantai dari pembakaran yang dapat dilihat pada **Gambar 2.1** (Brown dan Davis, 1973).



**Gambar 2.1** Segitiga Api

(De Bano *et al.*, 1998) menyatakan bahwa proses pembakaran terdiri dari beberapa fase, yaitu:

1. Fase *Pre-ignition* (Pra-penyalaan)

Fase *Pre-ignition* terjadi saat bahan bakar mulai terpanaskan, mengering dan mulai mengalami pirolisis, yaitu terjadi pelepasan uap air, CO<sub>2</sub>, dan gas-gas yang mudah terbakar termasuk methane, methanol dan hydrogen. Proses pirolisis terjadi ketika reaksi berubah dari endotermik (memerlukan panas) menjadi eksotermik (melepas panas), dimana bahan bakar menyerap panas sampai titik bakar. Bahan bakar terpanaskan melalui radiasi dan konveksi sehingga suhu meningkat lebih dari 100°C yang terjadi melalui konduksi. Pemanasan keluar dari bahan bakar berkayu dimana api akan menyala pada suhu 300-600°C dalam kondisi uap air, bahan organik yang tidak terbakar, dan zat ekstraktif dari udara sekitar bahan bakar berkumpul dan lepas ke udara.

## 2. Fase *Flaming* (Penyalaaan)

Fase *Flaming* menyebabkan reaksi eksotermik mengalami kenaikan suhu dari suhu 300–500°C menjadi 1000–1400°C. Pirolisis mempercepat proses oksidasi (*flaming*) dari gas-gas yang mudah terbakar menjadi dominan. Gas-gas yang mudah terbakar dan uap yang dihasilkan dari pirolisis naik ke permukaan bahan bakar bercampur dengan O<sub>2</sub> dan terbakar yang mempercepat laju pirolisis dan melepaskan lebih banyak gas-gas yang mudah terbakar. Api mulai menyala dan merambat dengan cepat akibat hembusan angin sehingga menjadi sulit untuk dikendalikan. Oksidasi tadi menghasilkan massa terbesar dan produk pembakaran seperti air, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, dan NO<sub>x</sub> yang kemudian terjadi kondensasi dari tetesan ter dan soot <1 urn membentuk asap (*smoke*) yang merupakan polutan udara.

## 3. Fase *Smoldering* (Pembaraan)

Fase *smoldering* biasanya mengikuti fase *flaming*. *Smoldering* adalah fase awal dalam pembakaran pada tipe bahan bakar jenis *duff* dan tanah organik. Api menjalar dengan lambat (sekitar < 3 cm/jam pada bahan bakar bawah) dan mengalami penurunan karena bahan bakar tidak dapat menyuplai gas-gas yang mudah terbakar dalam konsentrasinya. Kemudian, panas dan suhu yang dilepaskan mulai menurun, gas-gas lebih terkondensasi ke dalam asap dalam konsentrasi yang tinggi. Emisi yang dihasilkan selama fase ini lebih besar daripada fase *flaming*.

## 4. Fase *Glowing* (Pemijaran)

Fase ini merupakan fase akhir dari *smoldering* dimana sebagian besar dari gas-gas yang mudah menguap akan hilang dan oksigen mengadakan kontak langsung dengan permukaan dari bahan bakar yang mengarang. Temperatur puncak dari pembakaran berkisar antara 300–600°C dan sedikit atau sama sekali tidak menghasilkan asap. Fase ini menghasilkan CO, CO<sub>2</sub>, dan abu sisa pembakaran.

## 5. Fase *Extinction* (Pemadaman)

Fase *Extinction* terjadi saat kebakaran berhenti ketika semua bahan bakar tersedia dikonsumsi dan habis atau ketika panas yang dihasilkan melalui oksidasi pada fase *smoldering* dan *glowing* tidak cukup lagi menguapkan sejumlah uap air yang diperlukan dari bahan bakar yang lembab atau basah (kadar air tinggi). Panas yang diserap oleh air bahan bakar dan udara sekitar atau bahan inorganik (seperti

batu-batuan dan tanah mineral) mengurangi jumlah panas yang tersedia untuk pembakaran, sehingga mempercepat proses *extinction*.

### **2.3.2 Faktor-Faktor yang Memengaruhi Kebakaran Hutan dan Lahan**

Kebakaran hutan dan lahan dilandasi oleh faktor-faktor tertentu yang memengaruhi terjadinya kebakaran itu sendiri. Faktor-faktor yang berperan dalam proses terjadinya kebakaran hutan dan lahan antara lain (Saharjo B. H., 2018):

#### **1. Bahan Bakar**

Salah satu faktor yang berperan dalam kebakaran hutan dan lahan adalah bahan bakar. Jenis vegetasi dan kerapatan tanaman menjadi sumber bahan bakar alami seperti; serasah dan tebang tumbuhan, kanopi, rumput, semak, alang-alang, gelagah, resam dan ranting. Semakin halus bahan bakar maka semakin cepat proses kebakaran terjadi. Hal tersebut dapat dilihat dari mudahnya bahan bakar mengering jika terkena cahaya matahari, sehingga, apabila nyala api mengenai bahan bakar yang halus maka api akan terbakar dengan cepat. Kandungan air yang terdapat dari jenis bahan bakar juga berpengaruh terhadap proses penjalaran api. Bahan bakar yang terdapat di alam tersusun secara *horizontal* maupun *vertikal* dan berpengaruh terhadap luasan penyebaran kebakaran, ukuran serta kemampuan nyala api. Selain itu, volume bahan bakar juga dapat menunjukkan intensitas besarnya kebakaran sehingga dapat digunakan untuk memprediksi kerusakan yang terjadi.

#### **2. Cuaca atau Iklim**

Cuaca atau iklim dapat memengaruhi kebakaran hutan dan lahan dengan berbagai cara yang saling berhubungan. Cuaca memengaruhi proses penyalaan dan penjalaran kebakaran hutan, mengatur kadar air dan kemudahan bahan bakar untuk terbakar sedangkan, iklim menentukan jumlah total bahan bakar yang tersedia dalam jangka waktu tertentu serta musim kebakaran. Faktor-faktor cuaca seperti suhu udara, tekanan udara, kelembaban udara, stabilitas udara, angin, curah hujan, intensitas penyinaran matahari dan radiasi, keadaan awan, kecepatan dan arah angin, embun serta petir memengaruhi terjadinya kebakaran. Faktor-faktor lain seperti jangka musim yang lama berpengaruh pada pengeringan bahan bakar, sehingga secara tidak langsung dalam jangka pendek maupun jangka panjang akan memengaruhi terjadinya kebakaran hutan dan lahan. Iklim pada masing-masing

wilayah menentukan tipe bahan bakar dan panjangnya musim kebakaran atau dalam kurun waktu tertentu menentukan wilayah mana yang sering terjadi kebakaran. Pada tanah atau lahan gambut, faktor air tanah akan terlihat pengaruhnya saat musim kemarau. Kondisi air tanah yang menurun saat tanah menjadi kering menyebabkan permukaan air tanah juga ikut menurun sehingga, menyebabkan lapisan atas tanah atau lahan gambut menjadi kering.

### 3. Waktu

Waktu sebagai faktor terkait dengan kondisi cuaca yang menyertainya. Waktu memengaruhi kebakaran hutan dan lahan melalui proses pemanasan bahan bakar, dipengaruhi oleh radiasi matahari yang berfluktuasi dalam sehari semalam. Fluktuasi suhu ini berpengaruh terhadap kemudahan terjadinya pembakaran dimana suhu maksimum dicapai pada tengah hari saat kelembapan udara rendah dan suhu udara tinggi sedangkan, suhu minimum dicapai pada saat menjelang matahari terbenam hingga dini hari dimana kondisi cuaca umumnya terjadi sebaliknya. Faktor yang sangat besar pengaruhnya terhadap luasnya areal yang terbakar adalah masa kemarau yang terlalu panjang. Perbedaan pemanasan lokal antara satu tempat dengan tempat lainnya seperti besarnya curah hujan yang dihasilkan oleh penurunan suhu pada arus udara yang naik di lereng pegunungan juga menjadi faktor tersendiri. Keadaan tersebut akan menimbulkan kemungkinan dampak pola cuaca lokal di suatu wilayah.

### 4. Topografi

Topografi atau bentuk permukaan tanah menjadi faktor yang penting untuk diperhatikan dalam mengontrol suatu kebakaran. Pada lahan yang miring, nyala api akan mendekati bahan bakar yang ada di atasnya dan akan bergerak lebih cepat dibandingkan dengan lahan yang datar. Tanaman akan menjadi panas sebelum api menyentuhnya, dan akan lebih mudah untuk terbakar. Posisi kemiringan juga merupakan aspek dari topografi terhadap arah datangnya sinar matahari. Lahan miring yang langsung menghadap matahari akan lebih cepat menyerap panas dan mengalami proses pengeringan bahan bakar, sebaliknya, pada bagian lain bahan bakar akan relatif lebih dingin.

### 5. Sumber Api atau Penyulut

Sumber api atau penyulut pada kebakaran hutan sebagian besar terjadi disebabkan oleh aktifitas manusia, baik secara sengaja maupun tidak. Faktor dari aktifitas manusia ini hampir 99% terjadi di Indonesia dan sisanya adalah faktor alam. Hal ini menjadi lebih dominan memicu terjadinya kebakaran hutan dan lahan melihat tingkat kepadatan penduduk dan luasan lahan yang tersedia. Kegiatan pembakaran untuk kepentingan tertentu seperti pembukaan lahan ilegal (*illegal logging*), kegiatan pembersihan lahan (*land clearing*), penguasaan lahan (*land use conflict*), bahkan sebagai pelampiasan kekecewaan terhadap pihak tertentu (*arson*), kelalaian manusia dalam pelaksanaan kegiatan usaha atau pembangunan di lapangan juga sering menjadi penyebab dari kebakaran oleh aktivitas manusia.

### **2.3.3 Dampak Terjadinya Kebakaran Hutan dan Lahan**

Kebakaran hutan dan lahan memberikan dampak yang begitu besar dalam berbagai aspek. Kerugian tersebut meliputi sumber daya hutan itu sendiri hingga manfaat hutan tidak langsung. Dampak kebakaran hutan dan lahan yang terjadi diantaranya (Adinugroho *et al*, 2005):

#### **1. Kerusakan Ekosistem**

Kebakaran hutan dan lahan dapat mengakibatkan kerusakan ekosistem terutama dalam degradasi dan deforestasi lingkungan. Kerusakan ekosistem yang terjadi akibat kebakaran hutan dan lahan dapat menyebabkan kesuburan tanah menjadi menurun sehingga tanah tidak lagi produktif akibat lapisan humus yang menghilang serta berubahnya struktur bagian atas tanah yang menyebabkan proses dekomposisi menjadi terganggu karena mikroorganisme yang mati akibat kebakaran. Selain itu, dapat menyebabkan rusaknya siklus hidrologi dan fungsi pengendali banjir, terganggunya suksesi atau perkembangan populasi dan komposisi vegetasi hutan yang menyebabkan menurun dan musnahnya flora, fauna serta keanekaragaman hayati yang berada di hutan dan lahan yang terbakar, hilangnya hasil hutan dan berbagai jasa lingkungan hutan serta dapat menimbulkan emisi gas karbondioksida dalam jumlah besar dimana gambut dapat menyimpan cadangan karbon. Menurunnya kualitas hutan yang terjadi akibat kebakaran dapat memperburuk sifat fisik tanah, merusak sifat kimia dan biologis tanah, menurunkan kapasitas penyimpanan air tanah serta dapat meningkatkan erosi.

## 2. Kesehatan manusia

Asap kebakaran hutan dan lahan secara umum berisi gas CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, jelaga, partikel debu, ditambah dengan unsur-unsur yang telah ada di udara seperti N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, dan lain-lain. Asap kebakaran hutan dapat mengganggu kesehatan masyarakat dan menimbulkan penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA), sakit mata dan batuk. Kebakaran gambut juga menyebabkan rusaknya kualitas air, sehingga, air menjadi kurang layak untuk diminum.

## 3. Pengaruh sosial dan ekonomi

Kerugian akibat kebakaran hutan dan lahan dalam aspek ekonomi perhitungan kerugiannya diklarifikasi menjadi dua yaitu biaya akibat kebakaran dan biaya akibat pencemaran. Selain itu, dampak dalam lain seperti; penurunan produksi kayu, terganggunya kegiatan transportasi, hilangnya sumber mata pencaharian masyarakat yang masih menggantungkan hidupnya pada hutan (berladang, berternak, berburu atau menangkap hasil hutan) merupakan dampak yang sangat nyata apabila terjadi kebakaran hutan dan lahan.

Kebakaran hutan dan lahan dapat menyebabkan peristiwa dimana api mengkonsumsi vegetasi sehingga dapat menghilangkan tegakan yang berharga dan menimbulkan suhu yang tinggi hingga mematikan atau merusak vegetasi dan satwa. Kebakaran hutan dan lahan terutama hutan alam tidak hanya mengakibatkan kerusakan vegetasi, tetapi semua unsur ekosistem termasuk kehidupan satwa liar dan keanekaragaman hayati, kondisi tanah, air dan udara. Kebakaran juga akan mengakibatkan perubahan terhadap sifat tanah dan akan menghasilkan mineral-mineral sisa yang dapat menimbulkan dampak kimia terhadap tanah. Dampak dari kebakaran tidak hanya merugikan manfaat hutan, tetapi juga menimbulkan kerugian lain sebagai akibat dari menurunnya kualitas lingkungan seperti kerusakan dan penurunan kualitas tanah. Kebakaran hutan dan lahan juga menyebabkan polusi dimana akumulasi asap yang dihasilkan berdampak terhadap transportasi, kesehatan bahkan kenyamanan masyarakat. Kebakaran juga merupakan salah satu penyebab peningkatan pemanasan global (Wibowo, 2003).

Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) memprediksi, kerugian ekonomi akibat bencana kabut asap yang terjadi karena kebakaran hutan dan lahan di beberapa provinsi di Indonesia pada tahun 2015 bisa melebihi Rp.20 triliun.

Selain itu, ratusan ribu orang juga diprediksi menderita Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) dimana sebagian besarnya adalah anak-anak yang memang rentan terserang ISPA. Kebakaran hutan dan lahan yang menghilangkan berbagai macam habitat satwa liar juga menyebabkan hilangnya zat hara, musnahnya jasad renik dan binatang tanah, naiknya suhu global, berkurangnya keragaman hayati, rusaknya tekstur tanah dan siklus hidrologi.

#### **2.4 Sistem Informasi Geografis (SIG)**

Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah sebuah sistem atau teknologi yang dibangun dengan tujuan untuk mengolah, menganalisis dan mengintegrasikan berbagai sumber data serta informasi geografis dari suatu obyek atau fenomena yang berkaitan dengan letak keberadaannya di permukaan bumi. SIG berbasiskan teknologi komputer berupa perangkat lunak (*software*) yang mampu mengerjakan proses mengolah data geografis dengan berbagai keperluan mulai dari mengumpulkan, memasukkan (*input*), menyimpan, memanipulasi, manajemen dan menampilkan kembali informasi kepada pengguna, serta melakukan analisis terhadap data yang dimilikinya sebagai visualisasi (*data output*). Peta menjadi media utama melakukan keseluruhan proses tadi sehingga, pekerjaan SIG dapat disebut mewakili kondisi atau kejadian di dunia nyata (Aqli, 2010).

SIG biasanya menggabungkan beberapa data seperti peta, lembar untuk tumpang susun (*overlay*), foto udara atau citra satelit, laporan statistik dan survey lapangan. Peta yang tampil merupakan perpaduan data antara gambar dengan data tabulasi, baik berupa angka maupun teks. Sumber data digital pada SIG dapat berupa citra satelit atau foto udara digital, foto udara yang terdigitasi, serta peta dasar terdigitasi. SIG mengintegrasikan operasi *database* umum seperti *query* dan analisa statistik sehingga, kemampuan ini menjadi penciri SIG yang sangat berguna seperti mengetahui suatu luas wilayah, meramalkan hasil, dan strategi perencanaan. Selain itu, manfaat lain dari penggunaan aplikasi ini dimana SIG menggunakan data spasial maupun atribut secara terintegrasi dengan mudah menghasilkan peta-peta tematik. SIG juga dapat digunakan sebagai alat bantu interaktif yang menarik dalam usaha meningkatkan pemahaman mengenai konsep lokasi, ruang, kependudukan, dan unsur-unsur geografis yang ada dipermukaan bumi.

Data-data yang diolah dalam SIG pada dasarnya terdiri dari data spasial dan data atribut dalam bentuk digital. Data spasial merupakan data keruangan yang berkaitan dengan lokasi yang umumnya berbentuk peta. Sedangkan, data atribut merupakan data tabel yang berfungsi menjelaskan keberadaan berbagai objek sebagai data spasial. Penyajian data spasial mempunyai tiga cara dasar yaitu dalam bentuk titik, garis (*line*) dan area (*polygon*). Titik merupakan kenampakan tunggal dari sepasang koordinat x dan y yang menunjukkan lokasi suatu obyek berupa ketinggian, lokasi suatu daerah, lokasi pengambilan sampel dan lain-lain. Garis (*line*) merupakan sekumpulan titik-titik yang membentuk suatu kenampakan memanjang seperti sungai, jalan, kontur, dan lain-lain. Sedangkan, area (*polygon*) adalah kenampakan yang dibatasi oleh suatu garis yang membentuk suatu ruang homogen, misalnya; batas daerah, batas penggunaan lahan, pulau dan lain sebagainya (Hidayat, 2010).

*Overlay* merupakan salah satu prosedur penting dalam analisis SIG. *Overlay* yaitu kemampuan untuk menempatkan grafis satu peta diatas grafis peta yang lain dan menampilkan hasilnya di layar komputer atau pada plot. Secara singkatnya, *overlay* menampilkan suatu peta digital pada peta digital lain beserta atribut-atributnya dan menghasilkan peta gabungan keduanya yang memiliki informasi atribut dari kedua peta tersebut. *Overlay* merupakan proses penyatuan dari data lapisan (*layer*) yang berbeda. Secara sederhana, *overlay* disebut sebagai operasi visual yang membutuhkan lebih dari satu *layer* untuk digabungkan secara fisik (Guntara, I., 2013).

SIG dapat digunakan untuk berbagai kepentingan selama data yang diolah memiliki referensi geografi, dalam artian terdiri dari fenomena atau objek yang dapat disajikan dalam bentuk fisik serta memiliki lokasi keruangan. Tujuan utama dari pemanfaatan SIG adalah untuk mempermudah mendapatkan informasi yang telah diolah dengan data yang tersimpan sebagai atribut suatu lokasi atau obyek. Ciri utama data yang bisa dimanfaatkan dalam SIG adalah data yang telah terikat dengan lokasi dan merupakan data dasar yang belum dispesifikasi. Aplikasi ArcGIS 10.3 merupakan salah satu *software* untuk pengolahan data dari Sistem Informasi Geografis (GIS). Selain itu, *software* ini juga memiliki kelebihan untuk mengambil data dari satelit AQUA-TERRA, kemudian dikorelasikan berupa data yang dapat

diperoleh dengan cara foto udara atau citra satelit, peta yang tersedia, survey terrestrial, GPS, dan *remote sensing* (Riyanto, 2009).

## 2.5 Minitab

Minitab adalah program komputer yang dirancang dengan berbagai kemampuan untuk melakukan pengolahan dan analisis statistik baik dasar maupun lanjutan yang kompleks. Minitab mudah digunakan menjadikannya ideal sebagai alat pengajaran dengan beberapa modul yang dimiliki untuk mengolah data statistik. Minitab adalah program komputer yang dirancang untuk melakukan pengolahan statistika. Minitab mengkombinasi kemudahan penggunaan layaknya *Microsoft Excel* dengan kemampuannya melakukan analisis statistik yang kompleks (Simarmata, 2010).

Minitab merupakan salah satu program aplikasi statistika yang banyak digunakan untuk mempermudah pengolahan data statistik. Minitab menyediakan program-program untuk mengolah data statistik secara lengkap. Minitab menyediakan beberapa pengolahan data untuk melakukan analisis regresi, membuat ANOVA, membuat alat-alat pengendalian kualitas statistika, desain eksperimen (*factorial*, *response surface* dan *Taguchi*), peramalan dengan analisis *time series*, analisis reliabilitas dan analisis multivariate. Data dalam pengolahan statistik melalui minitab dianggap lebih baik jika dibandingkan dengan program statistika lainnya. Minitab telah diakui sebagai program statistik yang sangat kuat dengan tingkat akurasi statistik yang tinggi (Iriawan, 2006).

## 2.6 Hipotesa Penelitian

Hipotesis penelitian dilakukan untuk mengetahui apakah analisa yang dilakukan mencapai tujuan penelitian dengan akhir  $H_0$  yang diterima atau  $H_1$  yang diterima. Pengujian hipotesa penelitian dilakukan dengan menggunakan analisis *pearson correlation* dan analisis *stepwise* pada *software* Minitab 19.

### 1. Hipotesis Awal ( $H_0$ )

Beberapa parameter iklim memiliki pengaruh dengan tidak signifikan terhadap jumlah titik panas (*hotspot*) sebagai indikator kebakaran lahan di Kota Pontianak pada tahun 2011-2020.

## 2. Hipotesis Alternatif ( $H_1$ )

Beberapa parameter iklim tidak memiliki pengaruh dengan signifikan terhadap jumlah titik panas (*hotspot*) sebagai indikator kebakaran lahan di Kota Pontianak pada tahun 2011-2020.

## 2.7 Kajian Empiris

Kajian empiris atau kajian mengenai pengamatan serta penelitian terdahulu yang pernah dilakukan menjadi dasar rujukan dan acuan teoritis dalam menyusun penelitian ini yang dapat dilihat pada **Tabel 2.1**.

**Tabel 2.1** Penelitian Terdahulu

No.	Judul	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Analisis Korelasi <i>Pearson</i> Dalam Menentukan Hubungan Antara Kejadian Demam Berdarah Dengue Dengan Kepadatan Penduduk Di Kota Surabaya Pada Tahun 2012 - 2014	Analisis Statistik kuantitatif deskriptif dengan mengolah data sekunder menggunakan uji statistik <i>Pearson Correlation Product Moment</i> .	1. Kepadatan penduduk mempengaruhi angka kejadian DBD setiap tahunnya dengan kuat hubungan sebesar hubungan moderate. 2. Kejadian DBD di Kota Surabaya selama tahun 2012 hingga 2014 memiliki angka varian sebesar 14% – 18%.
2.	Analisis Korelasi Kerapatan Titik Api Dengan Curah Hujan Di Pulau Sumatera Dan Kalimantan	1. Pengolahan data titik api dilakukan dengan analisis kerapatan ( <i>density analysis</i> ). 2. Pengolahan data curah hujan menggunakan data dari JAXA TRMM	1. Kerapatan titik api di Pulau Sumatera dan Kalimantan akan mencapai puncaknya pada bulan September dengan curah hujan terendah dalam satu tahun, yaitu 25-150 mm/bulan.

No.	Judul	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
		dengan resolusi spasial $0.1^\circ \times 0.1^\circ$ dan resolusi temporal satu jam.	<p>2. Wilayah yang memiliki konsentrasi titik api paling tinggi adalah Provinsi Riau, Sumatera Selatan, Kalimantan Tengah dan Kalimantan Barat.</p> <p>3. Korelasi antara jumlah titik api dan curah hujan menunjukkan nilai korelasi yang cukup (<math>R = 0,307</math>) dengan pola hubungan negatif.</p>
3.	Penentuan Model Regresi Terbaik Dengan Menggunakan Metode <i>Stepwise</i> (Studi Kasus : Impor Beras Di Sulawesi Utara)	Analisis data penelitian menggunakan metode pemilihan model regresi terbaik yaitu regresi stepwise dengan penambahan prosedur seleksi langkah maju dengan program <i>IBM SPSS Statistics version 17</i> .	<p>1. Variabel yang mempengaruhi impor beras di Sulawesi Utara adalah penerimaan beras dari dalam negeri (<math>X_4</math>) dan Devisa Impor Unpaid Pada Bea dan Cukai Bitung (<math>X_8</math>).</p> <p>2. Model regresi terbaik dari impor beras di Sulawesi Utara adalah <math>Y = 26322,228 + 0.001 X_8 - 0,626 X_4</math> dengan nilai <math>R^2 = 93,7 \%</math> dan nilai (<math>R_{adj}</math>) = 91,8 %.</p>