

BAB I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tingginya tingkat pertumbuhan penduduk yang diikuti dengan pembangunan yang begitu pesat diberbagai sektor, menyebabkan terjadinya perubahan fungsi lahan yang semula berupa lahan terbuka hijau dan hutan, menjadi daerah permukiman, perkotaan, industri, pertambangan, pariwisata dan pembangunan lainnya. Perubahan ini tidak hanya terjadi di kawasan perkotaan, namun sudah merambah ke kawasan budidaya dan kawasan lindung yang berfungsi sebagai daerah resapan air. Dampak dari perubahan tata guna lahan tersebut adalah berkurangnya kawasan resapan dan menurunnya volume air yang meresap ke dalam sistem tanah pada saat hujan, sehingga akan meningkatkan volume aliran permukaan (*surface run off*) sebagai penyebab terjadinya banjir, menurunnya kualitas air dan ketidakseimbangan debit air pada musim hujan maupun pada musim kemarau.

Pada musim hujan, debit air meningkat karena serapan tanah rendah dan sungai-sungai yang ada tidak mampu menampung limpasan air hujan, sehingga mengakibatkan banjir di beberapa kawasan dan menurunkan kualitas air. Karena pada saat banjir akan terjadi akumulasi kontaminasi yang ikut meresap ke dalam sistem air tanah. Sedangkan pada musim kemarau, simpanan air di dalam sistem akuifer tidak tertekan (*unconfined aquifer*) dan air permukaan berkurang sehingga mengakibatkan kekeringan.

Permintaan terhadap air bersih untuk keperluan domestik dan industri dari tahun ke tahun terus mengalami peningkatan. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut banyak mengandalkan sumber air tanah, baik air tanah tidak tertekan maupun air tanah tertekan. Sedangkan air permukaan, tidak bisa diandalkan karena cadangannya terbatas dan terus mengalami degradasi kuantitas dan kualitas. Penggunaan air tanah secara berlebihan untuk memenuhi kebutuhan tersebut di atas, akan menyebabkan terjadi ketidakseimbangan antara jumlah pengambilan terhadap jumlah pengisian air tanah. Dampak lanjutannya adalah muka air tanah cenderung mengalami penurunan dari tahun ke tahun dan akan membentuk *cone of groundwater depression*, intrusi air asin ke dalam sistem

akuifer, menurunnya daya dukung tanah, menurunnya kompresibilitas akuifer dan fenomena amblesan tanah (*land subsidence*).

Air tanah sebagai salah satu sumberdaya air yang strategis dan terbatas, memiliki peran multifungsi yang saat ini menjadi komoditas ekonomi yang berperan vital dalam menunjang pembangunan, memiliki fungsi sosial dan lingkungan hidup, pemanfaatannya harus dilakukan secara berhati-hati. Pemanfaatan secara berlebihan akan menimbulkan dampak negatif berupa degradasi kuantitas dan kualitas sumberdaya ini serta pengaruhnya terhadap lingkungan sekitar. Terkait dengan fungsi ekonomi, air merupakan elemen utama bagi kegiatan produksi, baik di sektor pertanian maupun sektor manufaktur. Khusus di bidang pertanian, air memiliki peran yang sangat penting, karena tanpa air hampir dapat dipastikan kegiatan pertanian akan menurun atau tidak menghasilkan.

Pada saat ini masih banyak aktivitas pertanian masyarakat yang pemenuhan kebutuhan airnya bergantung pada siklus alam. Dengan adanya berbagai anomali alam, siklus tersebut sudah tidak beraturan yang akhirnya berdampak pada penurunan produktivitas pertanian, pencemaran dan krisis air yang terjadi di beberapa kawasan (Sutrisno dan Pasandaran, 2017).

Dalam rangka menjaga ketahanan sumber daya air, Kementerian PUPR Republik Indonesia (PUPR, 2023) telah mengeluarkan kebijakan dengan memberi kontribusi terhadap pengelolaan sumber daya air yang berlandaskan pada: aspek efisiensi, konservasi, perlindungan, sistem distribusi dan peran serta masyarakat untuk melakukan panen air hujan dan air limpasan dengan cara membuat *artificial recharge* seperti pembuatan biopori dan sumur-sumur resapan. Secara teknis, pengelolaan sumberdaya air dapat dilakukan dengan membangun infrastruktur di bidang sumber daya air di seluruh Indonesia seperti: Bendungan, Waduk, jaringan irigasi dan sistem pengendali banjir (Amron, 2010). Sampai saat ini tahun 2023 telah terbangun 1.613 Embung, 496 Bendungan dan Waduk di seluruh Indonesia dengan total tampungan sebesar 19,694 miliar m³ (Kirmanto, 2012; PUPR, 2023).

Sejalan dengan meningkatnya kebutuhan air untuk lahan pertanian dan penyediaan pangan, perkembangan nilai air dan lahan saat ini sangat berbeda

bila dibandingkan dengan fase awal. Pada fase pertama, lahan dan air tersedia berlebihan, nilainya rendah dan konflik yang timbul juga rendah. Pada fase kedua, terjadi perbaikan efisiensi sumber daya air. Nilai air dan lahan meningkat, konflik lokal mulai muncul. Selanjutnya pada fase ketiga, terjadi transfer sumber daya lahan dan air ke sektor penggunaan yang bernilai ekonomi lebih tinggi. Akibatnya timbul konflik lokal dan antar sektor semakin meluas dan terbuka (Pasandaran, 2005; Sutrisno dan Pasandaran, 2017). Sehingga pengalokasian dan pendistribusian air antar sektor dan antar wilayah makin kompleks. Pengguna air umumnya mengabaikan usaha konservasi air yang seharusnya dilakukan. Hal ini makin memberikan tekanan terhadap ketersediaan sumber daya air dan pasokan air untuk berbagai penggunaan (Sosiawan dan Subagyono, 2009).

Karena adanya ketidak pastian jaminan ketersediaan air untuk pertanian secara terus menerus dan isu irigasi lahan kering, maka Menteri Pertanian dalam Peraturan No. 79/Permentan/OT.140/12/2012, tentang Pedoman Pembinaan dan Pemberdayaan Perkumpulan Petani Pemakai Air, telah menetapkan kebijakan agar dapat menyediakan air sepanjang tahun dengan melaksanakan panen hujan dan aliran permukaan melalui modifikasi karakteristik hidrologi Daerah Aliran Sungai (DAS). Langkah ini merupakan alternatif untuk menampung air di musim hujan dan menyediakan serta mendistribusikannya agar tidak mengalami kekeringan pada musim kemarau. Untuk meningkatkan motivasi petani, maka teknologi panen hujan dan aliran permukaan tersebut perlu diintegrasikan dengan sistem usaha tani dengan mengembangkan komoditas bernilai ekonomi tinggi (Permentan, 2012).

Berdasarkan pengalaman dari beberapa penelitian terdahulu, peningkatan ketersediaan air menurut ruang (spasial) dan waktu (temporal), berdampak pada peningkatan indeks panen (IP) dan jumlah serta jenis komoditas yang dapat dibudidayakan. Pada umumnya terjadi perubahan pola tanam dari tanaman pangan ke komoditas hortikultura/bernilai ekonomi tinggi. Perubahan tersebut membutuhkan tambahan air irigasi atau pengelolaan sumber air terutama pada awal musim kemarau. Diversifikasi jenis dan jumlah komoditas yang diusahakan juga akan menghabiskan curahan tenaga kerja

petani pada komoditas tersebut. Meskipun secara ekonomis dampak panen hujan dan aliran permukaan sangat menguntungkan, namun hasilnya belum mencapai optimal. Untuk itu diperlukan introduksi teknologi dalam mendistribusikan air yang lebih hemat tenaga kerja (*less labor intensive*) (Irianto, *et al.*, 2002).

Ada beberapa teknik panen air hujan dan aliran permukaan yang telah diaplikasikan oleh masyarakat pertanian di beberapa negara berkembang sejak tahun 1970 seperti: Ethiopia, Cina dan Thailand (Zhu, 2003; Aksornrat, 2003). Cara ini termasuk teknik pengelolaan kesuburan tanah dan konservasi kelembaban tanah. Selain untuk memenuhi keperluan pertanian, panen hujan yang disimpan dalam bentuk kolam (*ponds*), dam kecil (*micro dams*), tumpukan batu dan teras, penampungan air dari atap rumah juga digunakan untuk memenuhi kebutuhan domestik (Alamerew, 2003). Di Jakarta sejak tahun 2013, sudah terbangun sebanyak 1.949 buah sumur resapan dan pada tahun 2018 sudah terealisasi sebanyak 6.500 buah yang digunakan untuk mengisi air tanah dan penanggulangan banjir (Marpaung, 2018; Dinas Perindustrian dan Energi DKI, 2019).

Sehubungan dengan permasalahan di atas, Kota Padang sebagai daerah yang sedang tumbuh dan berkembang, mengalami masalah dalam penanganan sumber daya air dan sumber daya lahan, terutama berhubungan dengan bencana alam gempa, longsor dan banjir. Dalam kurun waktu sepuluh tahun terakhir, bencana alam yang dominan terjadi di Sumatera Barat khususnya Kota Padang adalah bencana banjir. Faktor penyebabnya cukup kompleks, diantaranya adalah: (1) tingginya curah hujan Kota Padang, rata-rata 4.122 mm/tahun (BPS, 2017), (2) terjadi luapan air dari sungai yang pada umumnya berukuran pendek, (3) ketidakmampuan tanah untuk meresapkan air ke dalam tanah (Rusli, 2006), (4) tidak adanya sinergi pengelolaan hulu dan hilir kawasan DAS yang diikuti dengan rusaknya kawasan hutan di bagian hulu yang berfungsi sebagai *buffer zone* akibat dari *illegal logging*, (5) buruknya sistem drainase perkotaan, (6) perpindahan permukiman dan fasilitas pemerintahan ke arah Timur (zona resapan) akibat adanya isu Tsunami, (7) pembangunan kawasan industri dan pertambangan, (8) pusat perniagaan, (9) pembukaan lahan pertanian

monokultur, (10) pendangkalan alur sungai akibat tingginya tingkat sedimentasi dan (11) limpasan dari hulu sungai, seperti yang sering terjadi pada DAS Btg. Air Dingin Kota Padang (BPS, 2017). Semua faktor di atas menyebabkan rusaknya kawasan hutan dan berkurangnya kawasan resapan air. Kerusakan kawasan hutan diperlukan waktu 50-100 tahun untuk memulihkan hingga kembali pada kondisi semula (Manan, 2006). Bahkan di Amerika dan negara-negara Eropa lainnya sudah mencoba memperbaiki kerusakan hutannya melalui reboisasi. Hasilnya, mereka harus menunggu hingga 250 tahun untuk mendapatkan kondisi semula (FWI, 2018).

Daerah Sumatera Barat, tercatat sebanyak 310 kawasan yang rawan terkena banjir dengan jumlah lahan yang tergenang mencapai 49.119,96 ha yang meliputi: kawasan perkotaan dan permukiman (4.811,62 ha), lahan pertanian dan perkebunan (44.308,34 ha) dan jalur transportasi yang berpotensi digenangi banjir sepanjang 370,7 km serta dampak secara tak langsung terhadap abrasi pantai sepanjang 10 km. Dari data tersebut di atas, Kota Padang menempati urutan pertama kawasan rawan banjir dengan 56 titik genangan, 768,47 ha daerah perkotaan/permukiman, 2.446,40 ha kawasan pertanian/perkebunan, 61,85 km jalur transportasi dan 7,0 km abrasi pantai (PSDA Sumbar, 2017 - 2023).

Penanganan masalah banjir di Kota Padang tidak cukup dilakukan hanya dengan membenahi faktor penyebab secara parsial saja, seperti memperbaiki saluran pembuang, membenahi sistem jaringan drainase dan bahkan menambah saluran-saluran baru. Akan tetapi harus dilakukan secara holistik dan terintegrasi di dalam satu manajemen banjir. Upaya yang dapat dilakukan adalah melalui upaya struktur (*in-stream*) dan non struktur (*off-stream*) (Kirmanto, 2012). Upaya struktur (*in-stream*) banyak diterapkan hampir di seluruh negara-negara di dunia yang mengalami masalah banjir. Di Kota Padang telah dilakukan sebanyak 2 tahap dalam bentuk normalisasi sungai Btg. Arau, Btg. Jirak, Btg. Kuranji, Btg. Balimbing, Btg. Laras dan Btg. Air Dingin sepanjang 21,11 Km dan rehabilitasi drainase Purus, Ulak Karang sepanjang 8,22 Km. Tahap pertama meliputi kawasan Kec. Padang Selatan dan Padang Barat, telah dimulai pada tahun sejak tahun 1991-1996. Tahap kedua meliputi

kawasan Kec. Padang Barat, Padang Utara dan Padang Timur, dimulai pada tahun 1996-2001. Fasilitas pengendalian banjir ini dapat mengamankan areal seluas 3.500 ha (Dinas PUPR Kota Padang, 2014).

Upaya non struktur (*off-stream*) atau upaya preventif, penerapannya masih sangat terbatas dan menghadapi banyak kendala seperti: masalah kelembagaan, politis, ekonomi, sosial dan kultural. Kegiatan non struktural bertujuan untuk menghindarkan dan menekan besarnya masalah yang ditimbulkan oleh banjir, antara lain: (1) mengatur pembudidayaan lahan di dataran banjir dan DAS selaras dengan kondisi dan fenomena lingkungan dan alam termasuk kemungkinan terjadinya banjir, (2) melakukan konservasi air dan tanah di hulu DAS untuk menekan besarnya aliran permukaan dan mengendalikan besarnya debit puncak banjir serta mengendalikan erosi untuk mengurangi pendangkalan dasar sungai, (3) pengelolaan dataran banjir (*flood plain management*) berupa penataan ruang dan rekayasa dataran banjir, (4) penataan ruang dan rekayasa hulu DAS dengan konsep *agroforestry* dan kawasan budidaya lainnya, (5) konservasi kawasan resapan (*recharge area*) yang didahului dengan studi tentang penetapan dan pemetaan kawasan resapan, kemudian disinergikan dengan tata ruang.

Berdasarkan PERDA Kota Padang No. 4, Tahun 2012, tentang RTRW Kota Padang Tahun 2010 – 2030 dijelaskan bahwa salah satu strategi penataan ruang wilayah kota adalah mempertahankan dan merevitalisasi kawasan hutan lindung dan resapan air untuk menjamin ketersediaan sumber daya air dan kesuburan tanah serta melindungi kawasan dari bahaya longsor dan erosi. Kemudian, dalam Rencana Detail Tata Ruang (RDTR) Kota Padang tahun 2023 – 2043, penanganan sumber daya air dan zonasi resapan di Kota Padang hanya berupa penanganan zonasi badan air di permukaan yang berupa: sungai, danau, embung, waduk dan sebagainya. Tidak dijelaskan secara spesifik tentang bagaimana penanganan dan zonasi sumber daya air yang berupa air tanah (air tanah tidak tertekan dan air tanah tertekan) dan zonasi resapannya. Padahal air tanah merupakan satu kesatuan yang tidak terpisahkan dari sumber daya air. Penanganan air tanah tidak cukup dilakukan secara horizontal di permukaan

saja, melainkan juga harus secara vertikal, yang menyangkut kondisi geologi, hidrogeologi, hidrologi dan geomorfologinya.

Berdasarkan konteks di atas, di Kota Padang belum ada batas tegas yang dipetakan untuk membedakan daerah atau zona resapan air tanah tidak tertekan (*unconfined aquifer*) dengan zona resapan air tanah tertekan (*confined aquifer*) dan daerah–daerah resapan yang memiliki keragaman nilai infiltrasi. Terminologi dari akuifer (*aquifer*) dalam konteks ilmu hidrogeologi adalah: suatu formasi batuan yang mempunyai kemampuan menyimpan dan mengalirkan air tanah dalam jumlah yang berarti (*significant*) (Freeze dan Cherry, 1979; Tood, 1980; Chow, 1991). Batuan yang dapat menjadi akuifer (baik akuifer primer maupun akuifer sekunder), adalah batuan yang mempunyai porositas dan permeabilitas yang cukup untuk menjadi media penyimpanan dan pengaliran air tanah (Scheidegger, 1972; Hillel, 1980; Fredlund dan Rahardjo, 1993). Berdasarkan pada sifat fisik batuan, secara garis besar ada dua jenis media penyusun akuifer yaitu: sistem media berpori dan media rekahan. Kedua sistem ini memiliki karakter air tanah yang berbeda satu sama lainnya (Kirkham dan Powers, 1972; Mandel, 1981). Pada sistem media berpori, air tanah mengalir melalui rongga/ruang antar butir yang terdapat dalam suatu batuan, misalnya batu pasir dan batuan aluvial. Rongga atau ruang antar butir tersebut merupakan porositas primer, yaitu porositas yang terbentuk pada saat proses pembentukan batuan. Pada sistem media rekahan, air mengalir melalui ruang rekahan–rekahan (*fractures*) akibat proses tektonik atau proses pendinginan dan pelarutan yang terdapat pada batuan. Ruang antar rekahan–rekahan tersebut merupakan porositas sekunder (Freeze dan Cherry, 1979; Tood, 1980; Fetter, 1993; Miyazaki, 1993).

Berdasarkan pada sifat-sifat hidrodinamik, air tanah dikatakan tidak tertekan karena dia berada pada zona akuifer tidak tertekan (*unconfined aquifer*). Akuifer ini biasa juga disebut dengan akuifer bebas, karena pada bagian bawah lapisan akuifer ini dibatasi oleh suatu lapisan yang impermeabel dan pada bagian atasnya terdapat lapisan yang permeabel. Konfigurasi lapisan tersebut menyebabkan air tanah mempunyai tekanan normal atau sama dengan tekanan udara di permukaan (Freeze dan Cherry, 1979; Domenico dan

Schwartz, 1990; Fetter, 1993). Pada bagian bawah lapisan akuifer tidak tertekan, terdapat air tanah tertekan. Dikatakan air tanah tertekan karena dia berada pada sistem akuifer tertekan (*confined aquifer*). Konfigurasi lapisannya adalah, pada bagian bawah dan atas dari akifer ini dibatasi oleh suatu lapisan atau bidang yang impermeabel. Konfigurasi lapisan ini menyebabkan air tanah mempunyai tekanan di atas tekanan normal (Freeze dan Cherry, 1979; Domenico dan Schwartz, 1990 dan Fetter, 1993). Dari kedua jenis sistem akuifer tersebut di atas, akuifer yang langsung bisa diakses oleh masyarakat untuk berbagai kebutuhan adalah air tanah tidak tertekan. Karena akuifer tersebut berada dekat dengan permukaan tanah, dan untuk mendapatkannya tidak memerlukan teknologi tinggi. Masyarakat cukup membuat sumur – sumur dangkal (*dug wells*) atau membuat galian – galian tanah (*soil excavations*) di permukaan pada kedalaman tertentu hingga mencapai muka air tanah. Sedangkan untuk mendapatkan air tanah tertekan pada *confined aquifer zone*, masyarakat harus menggunakan teknologi pemboran dalam (*deep drilling*) dengan biaya mahal, membutuhkan perizinan dari instansi terkait, harus membuat kajian AMDAL dan membayar pajak pengambilan air tanah dalam.

Terkait dengan potensi dan cadangan air tanah (baik air tanah tidak tertekan maupun air tanah tertekan) di Kota Padang, dari analisis potensi dan nisbi antara cadangan dengan kebutuhan yang pernah peneliti lakukan, Kota Padang akan mengalami defisit air, baik dalam hal kuantitas maupun kualitas apabila tidak segera dilakukan upaya non struktur terhadap kawasan resapan (*recharge area*) (Rusli, 2006). Fakta ini didukung oleh kondisi 3 DAS besar di Kota Padang (DAS Btg. Arau, Kuranji dan Air Dingin) yang saat ini menunjukkan adanya indikasi penurunan potensi. Khusus DAS Btg. Air Dingin, terjadi devisit pada bulan Februari = -3,26 mm/bl dan April = -43,01 mm/bl. Artinya, pada bulan-bulan tersebut tidak terjadi pengisian air ke dalam sistem akuifer (Rusli, 2014).

Hasil penelitian ini menggambarkan bahwa pola infiltrasi tidak selalu mirip dengan pola curah hujan. Walaupun curah hujan tinggi, ternyata infiltrasi tidak selalu tinggi pula, sehingga pasokan air tanah juga tidak identik dengan besarnya curah hujan (Hutasoit, 1997; 2009; 2015). Hasil penelitian ini dapat

dijadikan pedoman untuk konservasi non struktur pada kawasan resapan di Kota Padang, khususnya DAS Btg. Air Dingin. Dimana pada bulan April dan Februari nilai imbuan air tanahnya negatif, padahal curah hujannya tinggi, begitu juga dengan DAS lainnya. Dalam konservasi air tanah, hal yang perlu diketahui adalah mengenai luasan kawasan resapan beserta karakter infiltrasi dan jumlah resapan air ke dalam akuifer. Besarnya resapan air pada kawasan resapan tidak hanya dipengaruhi oleh faktor hidrologi saja. Kondisi geologi dan hidrogeologi juga ikut menentukan (Hutasoit, 1997). Kondisi geologi Kota Padang sangat bervariasi dari suatu tempat ke tempat lainnya, sehingga diduga resapan air juga sangat bervariasi. Karena kondisi geologi tertentu mampu meresapkan air dalam jumlah yang tertentu pula, bahkan kondisi geologi tertentu malah tidak. Sama halnya dengan kondisi hidrogeologi Kota Padang juga diyakini telah mengalami perubahan dari kondisi alamiahnya.

Berdasarkan kerangka pemikiran di atas, untuk penanganan masalah kawasan resapan di Kota Padang, perlu dilakukan usaha non struktur untuk mencegah kerusakan yang lebih besar lagi akibat bencana banjir. Salah satu usaha yang dapat dilakukan adalah panen air hujan dan aliran permukaan, dengan terlebih dahulu mengkaji berapa besar kemampuan tanah di Kota Padang dalam meresapkan air hujan melalui proses infiltrasi. Oleh karena itu pengukuran laju infiltrasi per satuan waktu aktual di lapangan di Kota Padang perlu dilakukan.

Hasil penelitian ini sangat penting untuk memberikan masukan kepada pemerintah daerah Kota Padang, terutama untuk menata proses pembangunan dan peruntukan lahan yang tertuang di dalam RUTR dan RDTR Kota Padang. Sehingga hasil kajian infiltrasi ini bisa digunakan sebagai masukan dan sebagai program untuk menata dan merevisi ulang TUTR dan RDTR Kota Padang, terutama untuk menata kawasan-kawasan yang rawan banjir, kawasan permukiman dan perkantoran, kawasan industri, kawasan lahan pertanian, kawasan ruang terbuka hijau, kawasan budidaya, kawasan konservasi dan rehabilitasi daerah tangkapan air.

B. Perumusan Masalah

Alih fungsi lahan telah terjadi di Kota Padang, dimana total luas lahan pertanian yang telah mengalami konversi menjadi lahan non pertanian dari tahun 2003 mencapai 1.605,4 Ha, lahan terbangun (permukiman) mencapai 1.217,90 ha atau 75,87 % dari total lahan pertanian (Yanti dan Arlius, 2013). Apabila dianalisis dengan klasifikasi iklim menurut *Schmidt-Ferguson*, menunjukkan bahwa Kota Padang memiliki tipe iklim A dengan kategori iklim sangat basah dengan nilai $Q = 3,90\%$ (Putra, *et al.*, 2013) dengan rata-rata curah hujan bisa mencapai 3.583 mm/thn. Dampak dari alih fungsi lahan dan tipe iklim tersebut menjadi salah satu alasan terjadinya genangan dan banjir di beberapa kawasan di Kota Padang pada saat hujan. Geomorfologi daerah banjir di Kota Padang merupakan perpaduan antara bentuk lahan fluvial bagian tengah dan bentuk lahan marin bagian Barat. Bentuk lahan fluvial dan marin tersebut dilalui oleh 6 DAS dan 23 aliran sungai dengan total panjang 155,40 km. Salah satu penyebab terjadinya banjir di Kota Padang disinyalir karena adanya indikasi kegagalan fungsi drainase dalam mengalirkan limpahan curah hujan. Saluran sekunder masih berupa saluran alami berupa anak sungai yang sempit, adanya pengaruh pasang air laut, saluran drainase terputus-putus, tidak terawat, penuh sedimentasi dan sampah, tidak ada lobang yang menjadi jalur aliran permukaan untuk masuk ke dalam sistem drainase. Pada beberapa wilayah kota Padang, masih terdapat kawasan permukiman yang genangannya dipengaruhi banjir sungai. Sampah dan sedimentasi adalah bahan yang berpengaruh sangat besar terhadap kegagalan jaringan drainase (Maizir, 2017).

Sejalan dengan hasil penelitian di atas, Umar *et al.*, (2017) melakukan evaluasi kesesuaian lahan untuk kawasan permukiman. Dengan menggunakan metode analisis *Multi Criteria Evaluation*, diketahui bahwa Kota Padang memiliki 30% kawasan yang dapat dikembangkan sebagai kawasan permukiman dan pertanian. Kawasan ini pada umumnya terletak pada morfologi yang datar sehingga rentan terhadap banjir. Dengan menggunakan metode Sistem Informasi Geografis (SIG), *overlay* peta kesesuaian lahan untuk permukiman dan peta rawan banjir terhadap peta ketersediaan lahan, diketahui bahwa Kota Padang memiliki zona tingkat kerawanan tinggi terhadap banjir

yaitu sebesar 13,7%. Zona kerawanan sedang 14,7% dan rendah 71,5%. Ketersediaan lahan yang dapat dikembangkan untuk kawasan permukiman hanya sebesar 6% (Umar *et al.*, 2017).

Salah satu kawasan yang rentan terhadap bencana banjir di Kota Padang adalah kawasan DAS Btg. Kuranji dan beberapa daerah di kawasan DAS Btg. Arau (Berd, 2012). Irsyad dan Eri (2015), menegaskan bahwa faktor utama penyebab banjir pada kawasan tersebut adalah akibat degradasi lahan. Wilayah ini didominasi oleh kelompok lahan yang tidak dapat diolah tanpa memperhatikan konservasi tanahnya sebesar 65,24 %. Potensi air rata-rata 18.757,69 m³/ha/thn atau sebesar 427.066.416 m³/thn. Untuk menekan laju erosi dan degradasi lahan, maka diusahakan pengelolaan lahan yang mengacu kepada zona hidrologi di DAS Btg. Kuranji dengan tetap mempertahankan luas hutan yang ada, membuat Embung dan sumur resapan. Oleh karena itu pengelolaan DAS perlu dilakukan secara terpadu dengan melakukan koordinasi, konsultasi dan komunikasi antar para pihak (Sudarwo, Berd, dan Nurifdinsyah, 2015).

Wilayah konservasi yang direkomendasikan di dalam kawasan DAS Btg. Kuranji meliputi daerah Limau Manih (81,56 ha), Lambung Bukit (42,27 ha), Gunung Sarik (86,32 ha), Kuranji (60,20 ha) dan Lubuk Minturun (64,45 ha). Selain DAS Btg. Kuranji, penggunaan lahan DAS Btg. Air Dingin Kota Padang juga mengalami penyusutan sekitar 1,57 % dari tahun 2011 hingga 2015. Penurunan ini disebabkan karena terjadi pembukaan lahan baru. Sedangkan semak belukar meningkat sebesar 0,70 %, karena adanya perubahan hutan yang belum dilakukan pengolahan. Untuk penggunaan lain-lain terjadi peningkatan sebesar 1,75 %, karena adanya perubahan hutan dan semak belukar menjadi pertanian lahan kering, tanah terbuka serta permukiman. Sedangkan koefisien limpasan (C) tidak terjadi perubahan yang signifikan yaitu dari 0,443 menjadi 0,445. Debit puncak yang dihitung dengan metode Nakayasu adalah sebesar 179,274 m³/dtk lebih besar hasilnya dengan cara Metode Snyder yaitu sebesar 177,150 m³/dtk. (Syofyan *et al.*, 2016). Erosi yang melewati batas yang ditoleransi pada DAS Btg. Kuranji terdapat pada empat penggunaan lahan pada kemiringan lereng 8-15 % atau lereng C. Penggunaan lahan tersebut adalah kebun campuran, kebun, semak belukar dan pekarangan (Aprisal, 2010). Lebih

jauh dijelaskan bahwa dengan penerapan agroteknologi konservasi melalui peningkatan kerapatan tanaman akan dapat merubah *crop coefficient* menjadi 0,001. Sehingga erosi di daerah DAS Btg. Kuranji dapat ditekan lebih kecil dari erosi yang di toleransikan. Sehingga jumlah sedimen yang masuk ke sungai dapat ditekan menjadi 4,04 dan 2,39 ton/ha/th (Aprisal, 2010). Menurut Saidi (2013), Erosi terbesar yang digolongkan sebagai tingkat erosi yang parah dapat terjadi pada unit lahan petani dengan lereng yang sangat curam (45-65%). Sedangkan tingkat erosi terkecil yang digolongkan sebagai tingkat erosi ringan dapat terjadi di lahan sawah dengan kemiringan yang landai dengan kemiringan 7%.

Tingkat bahaya erosi pada DAS Btg. Air Dingin tergolong sangat ringan yaitu 5,93 ton/ha/tahun dengan luas 58,61 ha, erosi ringan yaitu 43,9 ton/ha/tahun dengan luas 24,49 ha, erosi sedang yaitu 181,64 ton/ha/tahun dengan luas 3,91 ha dan erosi berat yaitu 74,91 ton/ha/tahun dengan luas 4,33 ha. Sedangkan arahan konservasi pada erosi sangat ringan dibiarkan dalam keadaan alami, erosi ringan dilakukan dengan pembuatan teras bangku, erosi sedang dilakukan dengan rotasi tanaman dengan teras berdasarkan lebar (pemanfaatan mulsa) dan erosi berat dilakukan dengan teras bangku atau penggarapan dengan tenaga manusia (Putra *et al.*, 2018). Sedangkan Kondisi Sub-DAS Btg. Kandih di Koto Tengah Kota Padang memiliki tingkat bahaya erosi sangat tinggi adalah sebesar 0,97% (53,292 ha). Tingkat erosi terbesar di Sub-DAS Btg. Kandih terjadi pada satuan lahan semak dan belukar sebesar 1.368,25 ton/ha/thn (Rusnam *et al.*, 2013). Perubahan tata guna lahan yang terjadi pada suatu kawasan dapat menyebabkan terjadinya perubahan kondisi *catchment area* dan aliran permukaan (*run-off*). Jika limpasan yang terjadi saat hujan adalah kecil dan infiltrasi air ke dalam tanah cukup besar, maka air terlebih dahulu disimpan di dalam tanah sehingga akan meningkatkan ketersediaan air tanah. Perubahan penggunaan lahan bervegetasi ke non-vegetasi mengakibatkan besarnya limpasan (*run-off*) sehingga debit menjadi meningkat terutama pada musim hujan. Dari uraian permasalahan di atas, timbul beberapa pertanyaan yang perlu dijawab melalui sebuah penelitian yang komprehensif secara berurutan sebagai berikut:

1. Bagaimana perubahan tata guna lahan yang menyebabkan peningkatan debit aliran permukaan (*surface run-off*) akibat berkurangnya kawasan resapan di Kota Padang hingga tahun 2021 berdasarkan RTRW Kota Padang Tahun 2010 – 2030 dan Rencana Detail Tata Ruang (RDTR) Kota Padang tahun 2023 – 2043?
2. Bagaimanakah karakteristik Intensitas curah hujan dan debit limpasan pada seluruh kawasan setiap DAS di Kota Padang?
3. Bagaimana karakteristik laju infiltrasi aktual pada daerah Kota Padang berdasarkan pada perbedaan litologi; tutupan lahan; tata guna lahan; kemiringan lahan; kedalaman muka air tanah; sifat fisik tanah (kadar air, porositas, kepadatan tanah, konduktivitas hidrolis, *matric suction*, bahan organik, kedalaman muka air tanah dan tekstur tanah); sifat fisik air tanah (DO, pH, potensial redoks, resistivitas air; salinitas; TDS dan konduktivitas)?
4. Bagaimana hubungan dan pengaruh parameter sifat fisik tanah (kadar air, porositas, kepadatan tanah, konduktivitas hidrolis, *matric suction*, bahan organik, kedalaman muka air tanah dan tekstur tanah dan sifat fisik air tanah (DO, pH, potensial redoks, resistivitas air; salinitas; TDS dan konduktivitas) terhadap nilai laju infiltrasi dan menentukan faktor mana sajakah yang paling berpengaruh terhadap laju infiltrasi di Kota Padang?
5. Bagaimana pola zonasi kawasan resapan di Kota Padang berdasarkan perbedaan nilai laju infiltrasi total dan volume air yang mampu diresapkan ke dalam tanah, untuk kebutuhan lahan pertanian dan kebutuhan domestik lainnya?
6. Bagaimana karakteristik zona resapan air hujan berdasarkan sebaran karakteristik laju infiltrasi dan genangan banjir di Kota Padang?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. Menganalisis perubahan tata guna lahan yang diduga menyebabkan peningkatan debit aliran permukaan (*surface run-off*) akibat berkurangnya kawasan resapan di Kota Padang hingga tahun 2021 berdasarkan RTRW

Kota Padang Tahun 2010 – 2030 dan Rencana Detail Tata Ruang (RDTR) Kota Padang tahun 2023 – 2043.

2. Menganalisis berapa besarkah intensitas curah hujan dan debit limpasan pada keseluruhan kawasan setiap DAS di Kota Padang.
3. Menganalisis karakteristik laju infiltrasi aktual pada daerah Kota Padang berdasarkan pada perbedaan litologi; tutupan lahan; tata guna lahan; kemiringan lahan; kedalaman muka air tanah; sifat fisik tanah (kadar air, porositas, kepadatan tanah, konduktivitas hidrolis, *matric suction*, bahan organik, kedalaman muka air tanah dan tekstur tanah); sifat fisik air tanah (DO, pH, potensial redoks, resistivitas air; salinitas; TDS dan konduktivitas).
4. Menentukan hubungan dan pengaruh parameter sifat fisik tanah (kadar air, porositas, kepadatan tanah, konduktivitas hidrolis, *matric suction*, bahan organik, kedalaman muka air tanah dan tekstur tanah dan sifat fisik air tanah (DO, pH, potensial redoks, resistivitas air; salinitas; TDS dan konduktivitas) terhadap nilai laju infiltrasi dan menentukan faktor mana sajakah yang paling berpengaruh terhadap laju infiltrasi di Kota Padang.
5. Memetakan zonasi kawasan resapan di Kota Padang berdasarkan perbedaan nilai laju infiltrasi total dan volume air yang mampu diresapkan ke dalam tanah, untuk kebutuhan lahan pertanian dan kebutuhan domestik lainnya.
6. Merencanakan sumur resapan dan biopori untuk meresapkan air hujan ke dalam zona *unconfined aquifer* di Kota Padang.

D. Hipotesis

1. Tata Guna Lahan di Kota Padang telah mengalami perubahan yang cukup signifikan sehingga mempengaruhi kawasan resapan yang berdampak pada peningkatan debit aliran permukaan.
2. Berkurangnya kawasan resapan serta tingginya curah hujan, terjadi peningkatan debit limpasan yang cukup signifikan pada setiap kawasan DAS yang ada di Kota Padang.
3. Kecilnya nilai infiltrasi dan kapasitas infiltrasi di kota Padang menjadi penyebab utama terjadinya genangan dan banjir di beberapa kawasan di Kota Padang.

4. Terdapat korelasi dan pengaruh yang signifikan antara parameter sifat fisik tanah (kadar air, porositas, kepadatan tanah, konduktivitas hidrolis, *matrix suction*, bahan organik, kedalaman muka air tanah dan tekstur tanah); sifat fisik air tanah (DO, pH, potensial redoks, resistivitas air; salinitas; TDS dan konduktivitas) terhadap nilai laju infiltrasi di Kota Padang.
5. Melalui proses pemetaan infiltrasi dan penetapan zonasi resapan air tanah tidak tertekan serta merencanakan zonasi panen air hujan dengan sumur resapan dan biopori, akan dapat mengurangi debit limpasan di permukaan dan dapat mengurangi debit genangan dan banjir di Kota Padang.

E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini mengungkap karakteristik infiltrasi di Kota Padang dengan berbagai faktor yang mempengaruhinya dan berguna bagi Pemerintah Daerah Kota Padang dalam hal:

1. Memelihara dan mempertahankan kawasan resapan atau imbuhan air tanah yang *responsible*, *sustainable* dan berwawasan lingkungan sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku dan PERDA Kota Padang No. 4, Tahun 2012 tentang RTRW Kota Padang tahun 2010 – 2030 dan Rencana Detail Tata Ruang (RDTR) Kota Padang tahun 2023 – 2043, untuk kepentingan rakyat.
2. Sebagai dasar untuk melakukan konservasi sumber daya air dan lahan, dalam rangka untuk pemenuhan kebutuhan dan ketersediaan air untuk lahan pertanian, ketahanan pangan, kebutuhan domestik, industri, kebutuhan fasilitas umum kota dan kebutuhan lainnya sesuai dengan PERDA Kota Padang No. 4 tahun 2012 tentang RTRW Kota Padang tahun 2010 – 2030 dan Rencana Detail Tata Ruang (RDTR) Kota Padang tahun 2023 – 2043.
3. Meningkatkan nilai laju infiltrasi dan volume resapan air hujan ke dalam sistem akuifer melalui pengolahan tanah pada lahan-lahan pertanian, mengembangkan program panen air hujan dan program pengisian air tanah dengan membuat resapan buatan (*artificial recharge*) pada kawasan yang diidentifikasi sebagai daerah resapan, untuk mengantisipasi kekurangan cadangan air pada musim kemarau.

4. Mengatur penggunaan lahan terbangun baik untuk permukiman, perkantoran, perdagangan, industri, pertanian, budidaya, serta kegunaan lainnya dengan basis zonasi resapan.
5. Sebagai masukan bagi Pemerintah Daerah Kota Padang untuk menjadikan kawasan resapan air tanah ke dalam sistem akuifer tidak tertekan dan akuifer tertekan dengan berbagai faktor yang mempengaruhinya, serta melakukan pemetaan batas-batas tegas zonasi resapan yang tidak boleh terbangun menjadi prioritas di dalam RTRW dan RDTR.

F. Novelty

Mencermati perkembangan terkini tentang topik-topik penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya yang terkait dengan resapan air tanah, terlihat bahwa *trend* penelitian masih bersifat spasial dengan mengambil suatu kawasan yang kecil dan belum secara komprehensif. Oleh Karena itu penulis meposisiakan penelitian ini pada kawasan yang lebih luas (dalam sebuah kawasan pusat pemerintahan Kota Padang) yang sedang berkembang, dimana kawasan ini merupakan pusat pemerintahan, kawasan industri, pertanian, permukiman, perkotaan dan perniagaan yang sering mengalami banjir. Penetapan zonasi resapan air tanah di Kota Padang yang ditinjau dari sudut pandang ilmu Geologi, Hidrogeologi, Hidrologi dan Ilmu Tanah merupakan satu terobosan baru dan sekaligus menjadi kontribusi penelitian dalam khasanah keilmuan dan khususnya untuk mengurangi dan mengatasi masalah banjir di Kota Padang.

1. Infiltrasi pada kawasan aluvial Kota Padang sangat dipengaruhi oleh konduktivitas hidrolik dan porositas tanah, nilainya berada pada Zona VI-E dengan kriteria sangat rendah dan hampir seragam. Ketebalan tanah dengan kriteria tersebut berada pada rentangan 0-50 cm, memiliki tingkat kepadatan yang cukup tinggi dan waktu penjenjutan sangat singkat, yaitu 5,34 menit. Saat terjadi hujan dengan intensitas sedang - tinggi dengan durasi di atas 5,34 menit, tanah tidak sanggup lagi meresapkan air, kemudian akan terjadi genangan dan akhirnya menjadi banjir.
2. Dari seluruh variabel yang mempengaruhi nilai infiltrasi yang diteliti (kepadatan tanah, kadar air, *matric suction*, konduktivitas hidrolik, bahan

organik, porositas tanah, tekstur tanah, kedalaman muka air tanah dan sifat fisik air tanah), kapasitas infiltrasi di Kota Padang sangat dipengaruhi oleh konduktivitas hidrolis dan porositas tanahnya.

3. Laju infiltrasi di Kota Padang akan meningkat pada nilai *matric suction* di atas 35 CB, nilai bahan organik di atas 8,25 % dan kedalaman muka air tanah (MAT) di atas 6,5 m.
4. Terkait rendahnya nilai laju infiltrasi di Kota Padang, maka sistem menggarap tanah pada lahan pertanian harus berorientasi pada proses penggemburan tanah untuk meningkatkan nilai laju infiltrasi. Sehingga air hujan yang masuk dan tersimpan ke dalam horizon tanah yang berfungsi sebagai zona *unconfined aquifer* dapat terisi kembali dan menjadi cadangan air bagi pertanian pada musim kemarau.
5. Debit limpasan pada seluruh kawasan DAS dan Sub DAS di Kota Padang dalam 10 tahun terakhir, mengalami kenaikan yang cukup signifikan (rata-rata sebesar 36,21%). Kenaikan ini dipicu oleh cepatnya proses alih fungsi lahan yang semula berupa lahan terbuka hijau (Sawah non-irigasi, Ladang, Kebun campuran, Tanah kosong dan Semak-semak) berubah menjadi permukiman, pembukaan lahan baru untuk perkantoran dan industri.
6. Penggunaan sumur resapan dan biopori untuk mereduksi kelebihan debit limpasan dan mengurangi debit banjir di Kota Padang sangat tidak efektif. Karena dibutuhkan 1.063.561 buah sumur resapan dan 46.366.966 buah biopori, dengan biaya yang sangat mahal. Konversi dari jumlah sumur resapan dan biopori tersebut adalah dengan membuat Embung/Waduk dengan luas minimal 1,3 km² yang tersebar di seluruh DAS dan Sub DAS dengan kedalaman minimal 3 m, dengan tidak mengabaikan struktur geologinya.
7. Dengan kondisi saat ini, banjir Kota Padang hampir mustahil bisa dihindari kalau tidak dilakukan usaha-usaha seperti: Pada zona *upstream* dibangun Embung/Waduk dan parit-parit infiltrasi yang saling terhubung dengan saluran drainase. Sedangkan pada zona *down stream* dibangun kolam-kolam retensi sebagai *artificial recharge* untuk menggantikan fungsi lahan resapan yang sudah tidak bisa lagi menjalankan fungsinya secara maksimal.