

JURNAL BUDIDAYA PERTANIAN

Volume 8, Nomor 2, Desember 2012

Pendugaan Status Neraca Air Daerah Aliran Sungai Dengan Model Evapoklimatonomi: Suatu Tinjauan E. L. MADUBUN	61
Analisis Efisiensi Komoditas Pada Sistem Usahatani Integrasi Jagung-Sapi di Kabupaten Kupang MARJAYA, S. HARTONO, MASYHURI, dan D.H. DARWANTO	68
Pengujian Efektivitas Pupuk SRF-N Jenis D dan H terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Padi Sawah di Kelurahan Dua Limpoe, Kabupaten Wajo, Sulawesi Selatan M. P. SIRAPPA dan N. RAZAK	76
Pengaruh Dosis dan Cara Pemberian Ela Sagu Terhadap Beberapa Sifat Fisika Tanah, Aliran Air, Erosi Tanah dan Hasil Jagung (<i>Zea mays</i> L.) Ch. SILAHOY	83
Pengaruh Pemberian Bokashi Ela Sagu dan Pupuk ABG Bunga-Buah Terhadap N-Tersedia, Serapan N, serta Hasil Tanaman Jagung (<i>Zea mays</i> L.) pada Inceptisols E. KAYA	89
Kajian Tiga Jenis Pupuk Organik Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Padi Rawa di Desa Debowae, Kecamatan Waeapo, Kabupaten Buru M. P. SIRAPPA dan WAHID	95
Analisis Daerah Rawan Genangan Banjir dan Aplikasi Lubang Resapan Biopori di Sebagian Kawasan Hilir DAS Boyang Negeri Seith Ch. SILAHOY dan R. SOPLANIT	103
Evaluasi Kesesuaian Lahan Mendukung Usahatani Tanaman Pangan Lahan Kering di Desa Debut Kecamatan Kei Kecil Kabupaten Maluku Tenggara – Provinsi Maluku E. D. WAAS dan J. B. ALFONS	109
Efisiensi Relatif Agroindustri Berbasis Pangan Lokal Sagu: Suatu Pendekatann <i>Data Envelopment Analysis</i> (DEA) N. R. TIMISELA, MASYHURI, D. H. DARWANTO, dan S. HARTONO	117

ANALISIS DAERAH RAWAN GENANGAN BANJIR DAN APLIKASI LUBANG RESAPAN BIOPORI DI SEBAGIAN KAWASAN HILIR DAS BOYANG NEGERI SEITH

Flooding Risk Area Analysis and Application of Biopori Recharge Holes in the Partly Areas of Downstream Boyang Area Seith Village

Charles Silahooy dan Rudy Soplanit

Fakultas Pertanian, Universitas Pattimura, Jl. Ir. M. Putuhena, Kampus Poka Ambon, 97233

ABSTRACT

Silahooy, Ch. & R. Soplanit. 2012. Flooding Risk Area Analysis and Application of Biopori Recharge Holes in the Partly Areas of Downstream Boyang Area Seith Village. *Jurnal Budidaya Pertanian* 8: 103-108.

The study of flooding risk area was carried out in Seith village, from June to September 2011. The objectives of the study were to analyze the flooding risk in the partly downstream area of Boyang cathment, and to calculate the number of biopores needed as a solution. Based on the analysis of land unit map with rating's method: 1) land use; 2) slope steepness; 3) altitude; 4) land form and field observation, the research areas can be classified into four flooding risk areas where: 1) area with no risk; 2) area with less risk; 3) the risk area; and 4) area with high risk. The biopores needed in each location which was determined by the type of soil, the rate of absorption and intensity of rainfall were 32 holes in the alluvial area, 22 biopores in the cambisol, and while in area with regosol soil was 23 biopores. The application of biopores at each class of flooding risk area at research location avoids the danger of the worst flooding risk.

Key words: Flooding risk analysis, biopori, cathment area

PENDAHULUAN

Penelitian tentang rawan genangan banjir di Indonesia sudah cukup banyak, namun khususnya di daerah aliran sungai (DAS) Boyang Negeri Seith belum pernah dilakukan, pada hal rawan genangan banjir kerap terjadi di DAS ini. Berapa besar tingkat kerawanan banjir perlu diukur dan ditetapkan.

Banyak solusi dapat digunakan untuk meminimalkan rawan genangan banjir, salah satunya dengan menggunakan lubang resapan biopori, yang sampai saat ini masih belum banyak dilirik oleh pemerintah maupun swasta. Pada hal selain murah, dapat meningkatkan debit air tanah (Sasongko, 2012).

Sebenarnya faktor penyebab genangan banjir yang paling utama adalah kurangnya kesadaran masyarakat terhadap lingkungan, di samping faktor-faktor alam penyebab genangan banjir. Kebiasaan masyarakat membuang sampah sembarangan menyebabkan tersumbatnya saluran drainase sehingga ketika hujan turun saluran drainase tidak mampu menampung dan mengalirkan air hujan (Andrian, 2010; Balipost, 2011). Sementara itu pada kawasan hilir DAS Boyang masyarakat sering membuang sampah ke sungai. Kegiatan seperti ini, seharusnya tidak dilakukan karena perilaku ini juga merupakan penyebab terjadinya banjir.

Meningkatnya frekwensi dan intensitas banjir, kekeringan dan pencemaran akibat pembuangan sampah, menuntut kita sebagai pengguna lahan dan air, sekaligus penghasil sampah untuk mengatasinya dengan memperbaiki fungsi hidrologis resapan air di kawasan DAS

(Siswoko, 2002; Sumarno, 1999). Bencana alam seperti banjir bukan berarti tidak punya solusi. Setiap permasalahan yang ada pasti ada solusinya. Banyak alternatif yang bisa digunakan untuk menanggulangi atau mencegah genangan banjir. Alternatif pencegahan genangan banjir salah satunya adalah Lubang Resapan Biopori pada daerah-daerah yang rawan terhadap banjir, selain alternatif yang lainnya (Brata, 2010).

Peningkatan jumlah penduduk Indonesia mencapai 1,3% per tahun (BPS, 2010) dan pertumbuhan populasi tersebut tidak sebanding dengan ketersediaan lahan, ketersediaan lapangan kerja serta minimnya ketrampilan dan rendahnya tingkat pendidikan. Hal ini mendorong masyarakat mengeksploitasi sumberdaya hutan pada daerah-daerah tangkapan air (*buffer zone*), yang dapat mempengaruhi resapan air ke dalam tanah dan mempercepat aliran permukaan.

Pada waktu hujan gerimis atau intensitas rendah maupun hujan lebat dengan intensitas tinggi di hulu DAS mengakibatkan banjir dan telah menimbulkan dampak yang merugikan pada DAS Boyang.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul: "Analisis Daerah Rawan Genangan Banjir dan Aplikasi Lubang Resapan Biopori di Sebagian Kawasan Hilir DAS Boyang Negeri Seith.

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menganalisis daerah rawan genangan banjir di sebagian kawasan hilir DAS Boyang Negeri Seith dan menghitung kebutuhan Lubang Resapan Biopori sebagai solusinya.

Tabel 1. Klasifikasi dan Pengharkatan Bentuk Lahan

No.	Bentuk Lahan	Harkat
1.	Dataran Estuarin (B2)	100
2.	Dataran Fluvio-Marin (B3), dan Dataran Aluvial (A1.3)	75
3.	Teras Sungai (A1.2) dan Jalur Aliran (A1.5)	50
4.	Dasar Lembah (A1.4), Bukit Sisa Terpisah (T8.3), Perbukitan Lipatan Berombak (T9.2), Perbukitan Lipatan Bergelombang (T9.3)	25

Sumber: PUSLITANAK (1995) dalam Suwardi (1999)

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di sebagian kawasan hilir DAS Boyang Negeri Seith Kecamatan Leihitu Kabupaten Maluku Tengah dari bulan Juni sampai September 2011.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah buku munsell, millimeter blok, kertas lakmus, kartu deskripsi profil, pH tester, bor, abneylevel, altimeter, GPS, drum untuk plot uji, pipa PVC diameter 2,5 inci, aquades, HCl (3%), stop watch, selotif, kertas saring, serta alat tulis menulis.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah berupa peta penggunaan lahan, peta kelas lereng, elevasi dan peta bentuk lahan yang di tumpang susun dari peta topografi Pulau Ambon skala 1 : 20.000 sehingga menghasilkan peta satuan lahan DAS Boyang skala 1 : 20.000 dan membuat peta satuan lahan pada DAS Baoyang hasil tumpang susun peta-peta di atas 1 : 20.000, sehingga menghasilkan peta kerja lapangan sementara dengan skala 1 : 20.000.

Penelitian ini menggunakan pendekatan Sistem Informasi Geografis, survei lapangan, dan metode skoring untuk setiap parameter penentu rawan genangan banjir di wilayah hilir DAS Boyang. Parameter rawan genangan banjir yang dipakai adalah: kemiringan lereng, tekstur tanah, penggunaan lahan (Kodoatie & Sugiyanto, 2002; Maryono, 2005). Identifikasi wilayah rawan genangan banjir atau terancam banjir dapat diprediksi dengan sistem pengharkatan atas faktor-faktor yang menentukan terjadinya genangan di suatu tempat akibat banjir dari hulu dan tengah DAS dan akibat limpasan hujan lokal.

Menurut Suwardi (1999), faktor-faktor dominan penentu rawannya suatu areal tergenang banjir adalah bentuk lahan, kemiringan lereng, ketinggian tempat dan karena itu diberi bobot dua kali sedangkan faktor perilaku manusia berupa liputan atau tataguna lahan diberi bobot satu kali. Tabel 1 sampai 2 menyajikan pengharkatan faktor-faktor identifikasi daerah rawan genangan banjir dan klasifikasi daerah rawan genangan banjir.

Tabel 2. Klasifikasi Daerah Rawan Genangan Banjir

No.	Kelas	Nilai	Kriteria
1.	I	80-148	Tidak Rawan
2.	II	148-216	Kurang Rawan
3.	III	216-283	Rawan
4.	IV	283-350	Sangat Rawan

Sumber: Suwardi (1999)

Pengamatan batas-batas penggunaan lahan

Pengamatan penggunaan lahan dilakukan pada beberapa areal sampel yang diduga paling mungkin mengalami perubahan dalam dasawarsa terakhir.

Pengamatan kondisi lereng mikro juga dilakukan. Kemiringan lereng adalah faktor yang sangat besar pengaruhnya terhadap tingkat rawan genangan banjir. Selain itu berpengaruh juga terhadap jumlah dan kecepatan limpasan permukaan, drainase permukaan, penggunaan lahan dan erosi (Semedi *et al.*, 2011).

Wawancara dengan penduduk setempat

Wawancara dengan penduduk di lokasi rawan banjir meliputi magnitud genangan (frekuensi genangan, lama genangan, kedalaman genangan serta sumber genangan).

Pengamatan Daerah Rawan Genangan Banjir

Di tiap areal yang teridentifikasi rawan genangan banjir dilakukan pengamatan terhadap: 1) struktur tanah, tekstur tanah, tipe penggunaan lahan; dan 2) sumber asal genangan, apakah berasal dari luapan sungai atau dari hujan-aliran permukaan atau kombinasi keduanya. Untuk pengujian dan validasi data ini dilakukan dengan menggunakan infiltrometer beralur untuk mengamati laju resapan tanah dan pembentukan genangan pada plot uji dengan menggunakan drum pada beberapa kejadian hujan terpilih (Siradz *et al.*, 2007).

Pembuatan dan pengujian Lubang Resapan Biopori

Pengujian dilakukan terhadap beberapa lubang resapan biopori di daerah rawan genangan pada beberapa kejadian hujan terpilih.

Pengolahan Data dan Pelaporan

Berdasarkan hasil analisis data di lapangan maka penetapan klas kerawanan banjir ditentukan berdasarkan jumlah nilai atau pengharkatannya dengan kisaran nilai diperoleh berdasarkan persamaan (Suwardi, 1999) sebagai berikut:

$$I = R/n$$

Dimana: I = kelas interval, R = jarak nilai (selisih nilai tertinggi dan terendah), n = jumlah kelas yaitu kelas tidak rawan, kurang rawan, rawan dan sangat rawan.

Penggolongan kelas rawan genangan banjir dilakukan dengan menjumlahkan harkat atau nilai semua parameter sehingga diperoleh klasifikasi sesuai Tabel 2.

Kebutuhan Lubang Resapan Biopori di Daerah Rawan Genangan Banjir

Jumlah lubang resapan biopori yang diuji dalam penelitian ini sebanyak tiga buah lubang resapan biopori. Ketiga lubang resapan biopori ini akan menampung air baik yang berasal dari air hujan maupun limpasan permukaan. Catatan waktu dilakukan saat terbentuk genangan di dalam plot uji dan waktu yang dibutuhkan untuk air meresap seluruhnya dengan menggunakan *stop watch*.

Rekomendasi Kebutuhan Lubang Resapan Biopori

Hasil uji lapangan di pakai untuk menetapkan jumlah lubang resapan biopori yang dibutuhkan pada tiap luasan, untuk menekan limpasan permukaan yang terbentuk.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Daerah Rawan Genangan Banjir

Berdasarkan hasil analisis dan pengamatan lapangan, maka daerah penelitian diklasifikasikan ke dalam empat daerah rawan genangan banjir (Peta 1).

Daerah Tidak Rawan Genangan Banjir

Unit lahan yang termasuk daerah tidak rawan adalah Unit lahan B4TKc, dimana B (perbukitan), T (tinggi tempat 25-100), Kc (kebun campuran), sedangkan 4 (lereng > 8 %). Daerah ini merupakan daerah yang tidak pernah mengalami genangan banjir atau relatif aman dan terdapat pada daerah perbukitan dengan penggunaan lahan kebun campuran. Daerah ini memiliki laju resapan tanah besar, sehingga tidak ada genangan yang terbentuk.

Daerah Kurang Rawan Genangan Banjir

Daerah kurang rawan terdapat pada unit lahan B3MKc, B3TKc, B4MKc, dimana B (perbukitan), M (elevasi 7-25), 3 (lereng 5-8 %), T (tinggi tempat 25-

100), 4 (lereng > 8 %). Daerah-daerah ini jarang terjadi genangan karena memiliki elevasi yang sedikit tinggi dari daerah sangat rawan. Biasanya pada daerah kurang rawan ini tergenang selama beberapa jam, tergantung dari bentuk lahan yang terdapat pada lokasi tersebut.

Daerah Rawan Genangan Banjir

Hasil pengamatan dan pengharkatan yang termasuk daerah rawan genangan adalah F2MP, F2MKc, S2MKc, dimana F (fluvial-marine), Pr (perusahaan), M (elevasi 7-25), Kc (kebun campuran) dan 2 (lereng 2-5 %). Berdasarkan informasi penduduk, genangan banjir terjadi hampir satu tahun sekali dengan kedalaman berkisar antara 15 cm hingga 40 cm, dominan terjadi pada permukiman. Ciri daerah rawan genangan banjir adalah terletak pada suatu cekungan yang dikelilingi perbukitan dengan pengaliran air keluar sempit. Topografi daerah rawan genangan banjir di lokasi penelitian landai sampai dengan datar, draenasinya lambat.

Daerah Sangat Rawan Genangan Banjir

Daerah sangat rawan genangan adalah E1R-Br, F1RP, F1RPr, F1MP, F2RP, F2RKc. Daerah-daerah tersebut sering dilanda genangan banjir dan bersifat permanen namun bila terjadi hujan terus-menerus akan mengakibatkan rusaknya tanggul buatan yang mengakibatkan air masuk ke rumah-rumah warga.

Beberapa daerah permukiman lain yang terdapat di dataran estuarin dan fluvial-marine yang termasuk daerah sangat rawan merupakan area pasang surut sehingga apabila terjadi pasang maksimum maka daerah-daerah ini akan tergenang (rob). Di lokasi penelitian, air pasang maksimum terjadi selama ± 4 hari setiap bulannya dengan lama genangan 3 jam setiap hari, daerah ini juga dilalui oleh Sungai Boyang. Apabila terjadi hujan dengan intensitas yang tinggi maka air tersebut akan membanjiri kawasan ini, baik genangan atau banjir yang berasal dari daerah hulu maupun genangan atau banjir yang diakibatkan hujan lokal. Kondisi genangan atau banjir akan menjadi lebih buruk apabila hujan yang deras bersamaan dengan terjadinya air pasang.

Pengharkatan dan penetapan skoring daerah rawan genangan banjir dapat di lihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengharkatan Daerah Rawan Genangan Banjir

No	Unit Lahan	Bentuk Lahan	Lereng	Elevasi	Peng. Lahan	Total	Daerah Kerawanan
1.	E1R-Br	100	100	100	40	340	Sangat Rawan
2.	F2MP	75	75	75	50	275	Rawan
3.	B3MKc	25	50	75	30	180	Kurang Rawan
4.	B4TKc	25	25	50	30	130	Tidak Rawan

Sumber: Hasil Perhitungan

Ket : E1R-Br; E = Dataran Estuarin, 1 : 0-2 %, R = 0-7 m dpl, Br = Bero, F2MP; F= Fluvio-Marine, 2 : 2-5 %, M = 7-25, P = Permukiman
B3MKc; B = Perbukitan, 3 : 5-8 %, M = 7-25, Kc = Kebun Campuran, B4TKc; B = Perbukitan, 4 : >8%, T = 25-100, Kc = Kebun Campuran
Unit lahan yang termasuk sangat rawan yaitu ; F1RP, F1RPr, F1MP, F2RP, F2RKc. Unit lahan yang termasuk rawan yaitu; F2MKc, S2MKc
Unit lahan yang termasuk kurang rawan yaitu; B3TKc, B4MKc, Semua unit lahan ini dapat di lihat pada Peta 2

Kebutuhan Lubang Resapan Biopori

Lubang Resapan Biopori (LRB) adalah teknologi tepat guna yang digunakan untuk mengatasi banjir dengan cara meningkatkan daya resap air ke tanah. Teknologi ini sangat sederhana dan ramah lingkungan. Lubang tersebut di beri sampah organik (Gambar 1) yang nantinya akan berubah menjadi kompos dengan memanfaatkan aktifitas fauna tanah dan akar tanaman.



Gambar 1. LRB yang telah di isi sampah organik

Lubang resapan biopori ini mempercepat peresapan air. Waktu sampai terjadi genangan berbeda-beda, bergantung dari percepatan pembentukan humus pada lubang pori. Makin cepat terbentuk humus makin kecil penggenangan dan makin cepat penyerapan air (Yunus *et al.*, 2011). Faktor curah hujan yang cepat atau lama dan kelembaban tanah yang selalu berubah setiap saat mempengaruhi laju resapan pada lubang resapan biopori. Hasil pengujian, ternyata genangan di dalam plot uji dan lubang resapan biopori bukan hanya berasal dari air hujan saja tapi juga dipengaruhi oleh limpasan permukaan (Gambar 2).

Tabel 4 memperlihatkan bahwa laju resapan air yang paling cepat meresap ke dalam tanah yaitu pada jenis tanah alluvial karena memiliki kandungan pasir dengan kandungan bahan organik yang tinggi, sehingga mudah meloloskan air. Laju resapan pada tanah kambisol dan tanah regosol mempunyai catatan waktu lebih lama dari tanah alluvial yaitu 29 menit 32 detik (untuk kambisol), sedangkan regosol 6 menit 58 detik. Tanah kambisol merupakan tanah yang berkembang di atas batu gamping, memiliki tekstur halus dengan kadar liat 60 %. Jenis tanah ini ditemukan di dataran tinggi dan daerah sekitar dataran erosi sehingga kemampuan meloloskan air rendah (Hardjowigeno, 1996) . Tanah regosol masih muda, belum mengalami diferensiasi horizon, tekstur

pasir, struktur tunggal, konsistensi lepas, pH umumnya netral, berasal dari bahan induk material vulkanik atau pasir pantai. Umumnya tekstur kasar mudah diolah, gaya menahan air rendah, dan permeabilitas baik. Hal ini menyebabkan daya meloloskan air agak tinggi.



Gambar 2. Genangan di dalam plot uji dan lubang resapan biopori

Kebutuhan lubang resapan biopori di kawasan permukiman yaitu 32 lubang pada jenis tanah alluvial, 22 lubang pada jenis tanah kambisol, sedangkan 23 buah lubang pada jenis tanah regosol.

Dengan adanya alternatif lubang resapan biopori dan perhitungan kelas daerah rawan genangan banjir diharapkan pada lokasi penelitian dapat terhindar dari bahaya banjir yang lebih besar.

Tabel 4. Laju Resapan Pada tiga Jenis Tanah

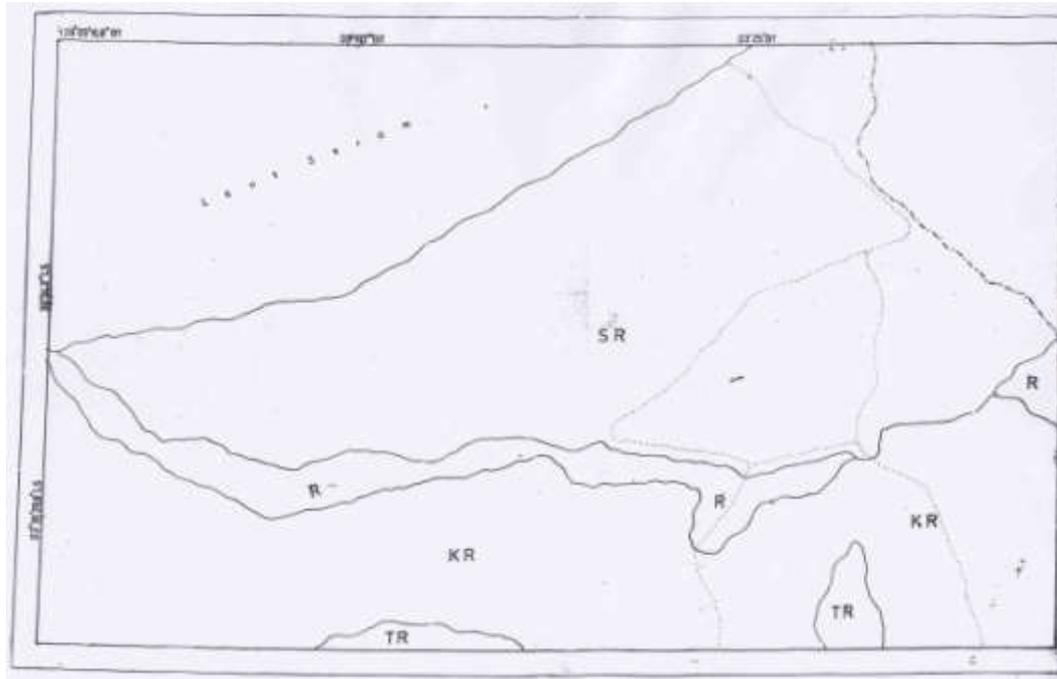
Jenis Tanah	Jumlah Air (L)			Waktu Resapan			Rata-rata
	I	II	III	I	II	III	
Alluvial	3,39	3,39	3,39	1 : 14,52	1 : 26,64	1 : 52,63	1 : 31,59
Kambisol	3,39	3,39	3,39	37 : 25,14	30 : 00,46	22 : 13,01	29 : 32,20
Regosol	3,39	3,39	3,39	8 : 53,85	6 : 52,99	5 : 09,23	6 : 58,69

KESIMPULAN

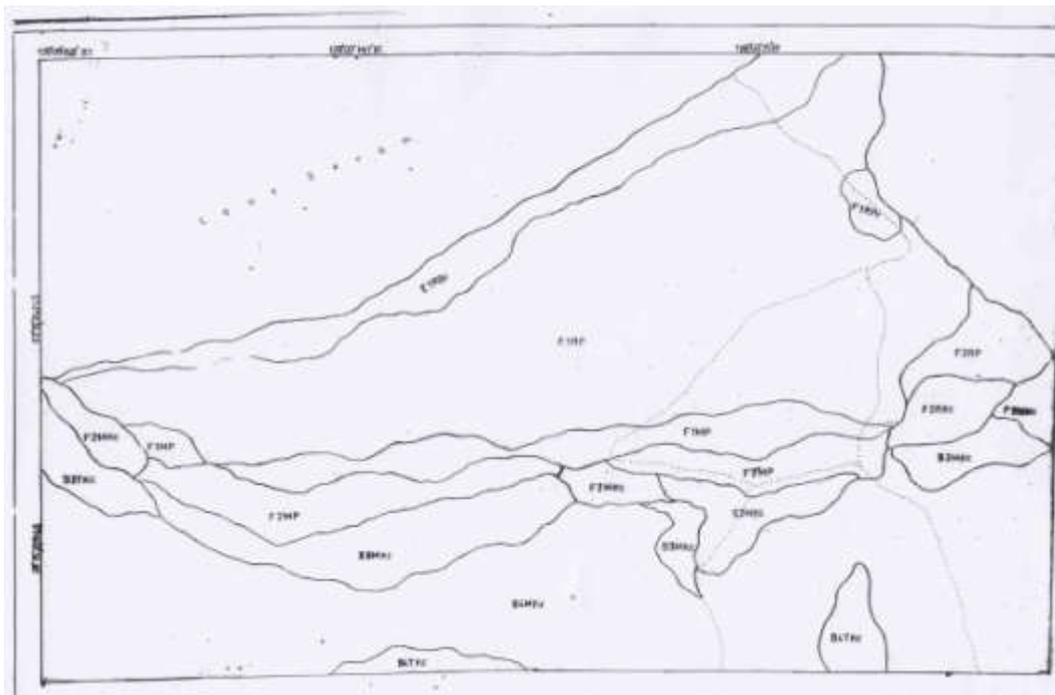
Daerah tidak rawan genangan banjir terdapat pada unitlahan B3TKc, daerah kurang rawan genangan banjir pada unit lahan B3MKc, B3TKc, B4MKc, daerah rawan genangan bajir pada unit lahan F2MP, F2MKc, S2MKc, dan daerah sangat rawan genangan terdapat pada unit lahan E1R-Br, F1RP, F1RPr, F1MP, F2RP, dan F2RKc. Kebutuhan lubang resapan biopori di kawasan permukiman yaitu 32 buah lubang pada jenis tanah alluvial, 22 buah lubang pada tanah kambisol, dan 23 buah lubang pada tanah regosol.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrian, L. 2010. Banjir dan Faktor Penyebabnya. <http://www.kampustekniksipil.co.cc/2010/03/banjir-r-dan-faktor-penyebabnya.html> (Diakses tanggal 17 Maret 2012).
- Balipost, 2011. Musim Hujan Tiba, Waspada Banjir dan Tanah Longsor. <http://www.paszcall.blogspot.com/2009/12.html> (Diakses tanggal 25 Mei 2012).
- BPS. 2010. Statistik Indonesia. Badan Pusat Statistik Nasional.
- Brata, R.K. 2010. Mengendalikan Banjir dengan Lubang Resapan Biopori. Antara News Indonesia.
- Hardjowigeno, S. 1996. Ilmu Tanah. Penerbit PT. Mediyatama Sarana Perkasa. Jakarta
- Kodoatie, R.J. & Sugiyanto. 2002. *Banjir, Beberapa Penyebab dan Metode Pengendaliannya Dalam Perspektif Lingkungan*. Pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- Maryono, A. 2005. Menangani Banjir, Kekeringan dan Lingkungan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Sasongko, P.D. 2012. Sumur resapan kurang dilirik. <http://suara merdeka.com.2012> (diakses 14 Mei 2012).
- Semedi, A., R.P. Tambunan, & A. Damayanti. 2011. *Model Prediksi Risiko Banjir Wilayah Perkotaan (Studi Kasus Kejadian Banjir di DKI Jakarta)*. Departemen Geografi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Indonesia. Hal. 1–13.
- Siradz, S.A, B.D. Kertonegoro, & S. Handayani. 2007. Peranan Uji In Situ Laju Infiltrasi dalam Pengelolaan DAS Grindulu-Pacitan. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan* 7: 122–126.
- Siswoko. 2002. *Banjir, Masalah Banjir dan Upaya Mengatasinya*. Himpunan Ahli Teknik Hidroulika Indonesia (HATHI), Jakarta.
- Sumarno. 1999. Ringkasan Analisis Dampak Lingkungan. Monograf. Pusat Komunikasi Publik, Departemen PU.
- Suwardi, 1999. Identifikasi dan pemetaan kawasan rawan banjir di sebagian Kotamadya Semarang dengan menggunakan sistem informasi geografi. [Tesis]. Program Pascasarjana, IPB, Bogor.
- Yunus, R., G. Dayat & A. Hidayat. 2011. Membangun Sumur Resapan Menjaga Siklus Hidrologi di Perkotaan. <http://www.kencanaonline.com>. (diakses tanggal 16 Mei 2012)



Peta1. Kelas Rawan Genangan



Peta 2. Unit Lahan

journal homepage: <http://paparisa.unpatti.ac.id/paperrepo/>