

**PERAN HUTAN PINUS SEBAGAI
PENDUKUNG KEBERLANJUTAN FUNGSI
DAS DI DAS KEDUNGBULUS, KEBUMEN,
JAWA TENGAH**

DISERTASI

**Disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Doktor Program Studi Ilmu
Lingkungan Minat Utama Manajemen Sumberdaya**



Oleh:

**IRFAN BUDI PRAMONO
NIM: T741408001**

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2017**

PENGESAHAN PEMBIMBING DISERTASI


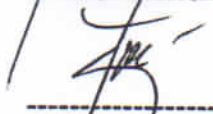
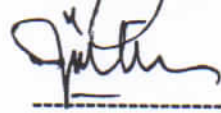
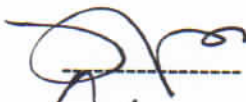
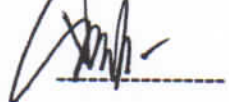
**PERAN HUTAN PINUS SEBAGAI PENDUKUNG
KEBERLANJUTAN FUNGSI DAS DI DAS KEDUNGBULUS,
KEBUMEN, JAWA TENGAH**

DISERTASI

Oleh

IRFAN BUDI PRAMONO

NIM T741408001

Komisi Promotor	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Promotor	Prof. Dr. Ir. MTh. S. Budiastuti, M.Si. NIP 195912051985032001		3-8-2017
Ko-Promotor I	Prof. Dr. Totok Gunawan, MS. NIP 195101031978031001		2-8-2017
Ko-Promotor II	Dr. Wiryanto, MSi NIP 195308011982031005		1-8-2017
Penguji I	Prof. Dr. Ir. Djoko Purnomo, MP NIP 194804261976091001		2-8-2017
Penguji II	Prof. Dr. Hartono, DEA, DESS NIP 195601051984031001		2-8-2017

Mengetahui:

a.n. Plt. Kepala Prodi S3 Ilmu Lingkungan

Wakil Direktur Bid. Akademik

Prof. Dr. Agr.Sc. Ir. Vita Ratri Cahyani, MP

NIP 196612051990102001


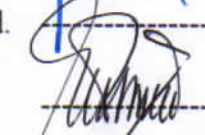


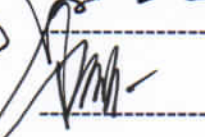



PENGESAHAN PENGUJI DISERTASI
**PERAN HUTAN PINUS SEBAGAI PENDUKUNG
KEBERLANJUTAN FUNGSI DAS DI DAS KEDUNGBULUS,
KEBUMEN, JAWA TENGAH**

DISERTASI

Oleh

**IRFAN BUDI PRAMONO
NIM T741408001**

Tim Penguji

Jabatan	Nama	Tanda Tangan
Ketua	Prof. Drs. Sutarno, MSc. Ph.D	
Sekretaris	Prof. Dr. Mohammad Furqon Hidayatullah, M.Pd.	
Anggota penguji	Prof. Dr. Ir. MTh. S. Budiastuti, MSi	
	Prof. Dr. Totok Gunawan, MS	
	Dr. Wiryanto, MSi	
	Prof. Dr. Agr.Sc. Vita Ratri Cahyani, M.P.	
	Prof. Dr. Ir. Djoko Purnomo, MP	
	Prof. Dr. Hartono, DEA, DESS	

**Telah dipertahankan di depan penguji pada siding Ujian Disertasi
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat
Pada tanggal 16 Agustus 2017**

Mengetahui:
Rektor Universitas Sebelas Maret

REKTOR
Prof. Dr. Ravik Karsidi, MS
NIP. 195707071981031006

PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya

Nama : Irfan Budi Pramono
NIM : T741408001
Program : Pascasarjana (S3) UNS
Program Studi : Ilmu Lingkungan
Tempat dan tanggal lahir : Yogyakarta, 13 Mei 1960
Alamat Rumah : Jl. Widororejo Komplek Kehutanan No.6
Sidomulyo RT01/03 Makamhaji Kartasura
Tilp/HP : 08122617456
Email : ibpramono@yahoo.com

Menyatakan dengan sesungguhnya, bahwa disertasi berjudul: “Peran Hutan Pinus sebagai Pendukung Keberlanjutan fungsi DAS di DAS Kedungbulus, Kebumen, Jawa Tengah” ini adalah asli (bukan jiplakan) dan betul-betul karya saya sendiri serta belum pernah diajukan oleh penulis lain untuk memperoleh gelar akademik tertentu. Semua temuan, pendapat, atau gagasan orang lain yang dikutip dalam disertasi ini saya tempuh melalui tradisi akademik yang berlaku dan saya cantumkan dalam sumber rujukan dan atau saya tunjukkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti pernyataan saya ini tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Surakarta, ... 1 - 8 - 2017

Yang membuat pernyataan



Irfan Budi Pramono

T741408001

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya yang telah diberikan sehingga penelitian dan penyusunan disertasi ini dapat terselesaikan. Keberhasilan disertasi ini tergantung pada berbagai pihak. Untuk itu penulis menyampaikan terimakasih kepada yang terhormat:

1. Rektor Universitas Sebelas Maret, yang telah memberikan kesempatan untuk mengikuti pendidikan S3 di Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret.
2. Direktur Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret, yang telah menerima dan menghantarkan dalam menempuh studi S3.
3. Kepala Balai Litbang Teknologi Pengelolaan DAS, Badan Litbang Lingkungan Hidup dan Kehutanan, yang telah member ijin belajar untuk mengikuti pendidikan S3 Prodi Ilmu Lingkungan Pascasarjana di Universitas Sebelas Maret.
4. Prof. Dr. Ir. M. Th. Sri Budiastuti, MSi sebagai Promotor dalam memberikan bimbingan dan arahan serta motivasi sejak mulai pengajuan judul sampai selesai disertasi ini.
5. Prof. Dr. Totok Gunawan, MS, sebagai Ko-Promotor I yang telah memberikan bimbingan dan semangat sehingga selesai disertasi ini.
6. Dr. Wiryanto, sebagai Ko-Promotor II yang banyak memberikan saran, koreksi dan kiat-kiat dalam menyelesaikan disertasi ini.
7. Ketua Prodi S3 Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret yang telah memberikan arahan dan membantu secara administrasi untuk kelancaran disertasi ini.
8. Almarhum Djalal Sayuti dan Almarhumah Hj.Siti Djufriyah , terima kasih yang sebesar-besarnya dan penghargaan yang setinggi-tingginya dengan kasih sayang dan semangat telah membesarkan ke delapan anak-anaknya untuk selalu meningkatkan pendidikan yang setinggi-tingginya.
9. Istri tercinta Dr.Ir. Tyas Mutiara Basuki, MSc. yang sudah setia mendampingi sejak 30 tahun yang lalu, dengan pengertian dan dorongannya yang diberikan untuk meningkatkan ilmu dengan menempuh studi S3. Tidak lupa anak-anak: dr. Pradipta Arief Pramono (29 tahun), dr.Candrika Izzatika Pramono (26 tahun), dan Anindita Hasna Intan Pramono, S.Ked. (22 tahun), serta cucuku Hamzah Daffa Asrafi (1,5

tahun) yang telah merasakan suka dan duka serta ikut berkorban selama saya menempuh studi S3.

10. Kepada teman-teman peneliti dan teknisi Balai Litbang Teknologi Pengelolaan DAS (Wisnu, Rahardyan, Andy, Sudarso, Latief, Asep, dan Sutarman) yang telah membantu melakukan penelitian di DAS Kedungbulus, Gombang.
11. Kepada semua pihak, handai taulan dan teman satu angkatan (Pak Harjito, Bu Titik, Pak Mahyudin, Pak Taryono , Bu Suci, Pak Mardiyanto, Pak Jaka Purwanta, dan Pak Akbar Gani) yang telah saling membantu dalam memperlancar sejak kuliah sampai ujian serta Mbak Dina dan Mas Joko yang telah membantu kelancaran administrasi dan kelancaran pelaksanaan kuliah sampai ujian.

Akhirnya diharapkan semoga disertasi ini dapat diterima sebagai amalan ilmu pengetahuan dan disadari bahwa disertasi ini masih jauh dari sempurna karena masih banyak kekurangan-kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran sangat diharapkan.

RINGKASAN

Irfan Budi Pramono, T741408001. Peran Hutan Pinus sebagai Pendukung Keberlanjutan fungsi DAS di DAS Kedungbulus, Kebumen, Jawa Tengah. Disertasi. Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret Surakarta. Pembimbing: Prof. Dr. Ir. M. Th. Sri Budiastuti, MSi.(Promotor), Prof. Dr. Totok Gunawan, MS.(Ko Promotor I), Dr. Wiryanto, MSi (Ko Promotor II).

Daerah Kabupaten Kebumen sering mengalami masalah tata air, banjir pada musim penghujan dan kekeringan pada musim kemarau. Tutupan lahan di hulusungai-sungai di Kabupaten Kebumen merupakan hutan pinus. Diharapkan hutan pinus di daerah hulu dapat mengatasi masalah banjir dan kekeringan. Namun kenyataan daerah Kebumen setiap tahun masih mengalami banjir dan kekeringan sehingga keberadaan hutan pinus dalam mengatur tata air masih dipertanyakan.

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) Mengidentifikasi keragaman biogeofisik yang berpengaruh terhadap respon hutan pinus terhadap hidrologi pada setiap sub DAS, (2) Mempelajari tingkat aliran (debit dan volume) banjir, aliran dasar, aliran rendah, dan hasil air pada berbagai luas hutan pinus, (3) Mempelajari peran hutan pinus dalam aspek social dan ekonomi masyarakat desa sekitar hutan, dan (4) Menemukan peran hutan pinus sebagai pendukung keberlanjutan fungsi DAS di sub DAS Kedungbulus.

Lokasi penelitian di DAS Kedungbulus, Gombang, Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah dengan ketinggian tempat berkisar antara 80- 250 m dari permukaan laut (dpl). Luas hutan pinus pada setiap sub DAS bervariasi dari 7% sampai dengan 95% dari luas sub DAS. Penutupan lahan lain berupa tegalan, sawah tadah hujan, semak belukar, pemukiman, dan padang rumput. Penelitian ini merupakan penelitian eksploratif-deskriptif dengan teknik pengukuran tata air dan wawancara secara langsung. Keragaman biogeofisik dilakukan dengan pengukuran karakteristik DAS seperti bentuk, kelengkapan, geologi, tanah, serta tinggi, diameter, dan kerapatan tegakan pinus. Penentuan luas hutan pinus dan tutupan lahan lain dilakukan melalui interpretasi citra *World View* dan pengecekan lapangan. Puncak dan volume banjir dipilih dari pemantauan tinggi muka air otomatis dengan logger "Hobo". Pemisahan aliran dasar dan aliran langsung menggunakan program "*Hydro-Office*" paket *software* khususnya program BFI+ 3.0. Hasil air diukur secara langsung berdasarkan pemantauan debit harian dan prediksi dengan metode neraca air "Thorthwaite & Mather". Setiap parameter hidrologi seperti puncak banjir, volume banjir, aliran dasar, dan aliran rendah dihubungkan dengan luas hutan dan dievaluasi hubungan antara variabel bebas dengan variabel tidak bebas tersebut menggunakan persamaan regresi dengan menggunakan program "Microsoft Office Excel 2007". Peran hutan pinus dalam peningkatan pendapatan petani sekitar hutan dilakukan dengan wawancara terstruktur.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) Keragaman biogeofisik pada setiap sub DAS hampir sama. Komposisi kelas lereng yang dominan yaitu kelas lereng 25% - 45%. Bentuk setiap sub DAS hampir sama yaitu bulat dengan nilai R_c sebesar 0,52

sampai dengan 0,68. Geologi di DAS Kedungbulus didominasi oleh formasi Waturondo. Jenis tanah hanya ada dua yaitu *Dystropepts* dan *Tropudalfs*. Tinggi pohon pinus bervariasi dari 20,2 m sampai dengan 24,93 m, kerapatan pohon bervariasi dari 388 pohon/ha sampai dengan 473 pohon/ha. Diameter pohon setinggi dada (DBH) bervariasi dari 27 cm sampai dengan 40 cm. Variasi kondisi biogeofisik DAS Kedungbulus terlihat bahwa setiap sub DAS mempunyai kondisi biogeofisik hampir sama menyebabkan respon hutan pinus dari air hujan menjadi aliran juga hampir sama. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa yang membedakan respon hidrologi antar sub DAS adalah luas penutupan hutan pinus. (2) Kemampuan hutan pinus untuk mengurangi puncak banjir terjadi pada saat curah hujan satu kali kejadian kurang dari 70 mm. Ketika hujan yang terjadi ≥ 70 mm, puncak banjir spesifik dari berbagai luas hutan memiliki hasil yang sama. Puncak banjir spesifik sama terjadi karena intensitas curah hujan tinggi dan kelembaban tanah sebelum (KTS) juga tinggi. Untuk volume banjir, makin luas hutan pinus dalam suatu DAS maka volume banjir spesifik makin kecil, namun pada hujan > 70 mm makin luas hutan pinus, volume banjir spesifik makin besar. Hal ini terjadi karena hutan pinus sudah tidak mampu lagi menahan air hujan pada intensitas lebih dari 70 mm per kejadian hujan. Untuk hasil air, makin luas hutan pinus dalam suatu DAS maka hasil air makin sedikit. Hasil air dari sub DAS dengan hutan pinus seluas 7% sebesar 1.520 mm / tahun. Sementara, DAS dengan hutan pinus seluas 95% dari luas DAS menghasilkan air lebih rendah yaitu 1.289 mm/tahun. Untuk aliran dasar (*base flow*), makin luas hutan pinus, aliran dasar cenderung makin kecil, namun pada hujan tinggi (> 70 mm) makin luas hutan pinus aliran dasar makin besar. Untuk indek aliran dasar (BFI), makin besar luas hutan pinus maka BFI cenderung naik. BFI adalah perbandingan aliran dasar dan total aliran. Makin tinggi BFI maka kondisi DAS dalam menyimpan air makin baik. Pada luas hutan 43% nilai rata-rata BFI=0,55, sedangkan pada luas hutan 75% nilai BFI=0,75. Untuk aliran rendah, makin luas hutan pinus maka aliran rendah (*low flow*) makin tinggi, (3) Hutan pinus berpengaruh dalam aspek social dan ekonomi masyarakat desa sekitar hutan..Aspek social meliputi pengurangan pengangguran untuk mengerjakan penanaman, perawatan, penyadapan getah, dan penebangan pohon pinus. Selain itu, konflik lahan tidak banyak terjadi pada hutan pinus karena masyarakat sekitar hutan pinus tergantung pada penyadapan getah pinus. Pencurian kayu di hutan pinus tidak banyak terjadi karena kayu pinus kurang mempunyai nilai ekonomi. Hal ini disebabkan oleh adanya getah di dalam kayu pinus yang cukup tinggi sehingga tidak sesuai untuk kayu pertukangan. Aspek ekonomi meliputi peningkatan pendapatan masyarakat dari penyadapan getah pinus. Hasil dari penyadapan getah pinus ini memberikan tambahan pendapatan masyarakat di sekitar hutan pinus sampai 73% dari total pendapatan rumah tangga. (4) Hutan pinus mempunyai peran dalam mendukung keberlanjutan fungsi DAS yaitu mampu mengurangi puncak banjir sebesar 80%, mengurangi volume banjir sebesar 76%, dan meningkatkan aliran rendah sebesar 88% dengan penambahan luas hutan pinus sebesar 57% dari luas DAS. Namun demikian hutan pinus ternyata mengurangi hasil air tahunan sebesar 15% dengan penambahan luas hutan sebesar 87%.

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa hutan pinus mempunyai peran dalam mendukung keberlanjutan fungsi DAS yaitu mampu mengurangi puncak banjir, mengurangi volume banjir, dan meningkatkan aliran rendah. Namun demikian hutan pinus ternyata mengurangi hasil air tahunan. Peran hutan pinus dalam mendukung keberlanjutan fungsi DAS dapat dioptimalkan dengan menerapkan teknik-teknik konservasi air seperti *rorak* dan teras serta mengubah metode penyadapan dari system *kowakan* menjadi system *sersan* terbalik agar pohon roboh akibat penyadapan dapat dihindari.

Kata kunci: peran hutan pinus, banjir, aliran rendah, hasil air, pendapatan petani

SUMMARY

Irfan Budi Pramono, T741408001. The role of pine forest to support sustainability of watershed functions in Kedungbulus watershed, Kebumen, Central Java. Dissertation. Postgraduate Program of Sebelas Maret University Surakarta. Supervisor: Prof. Dr. Ir. M. Th. Sri Budiastuti, MSi. (Promoter), Prof. Dr. Totok Gunawan, MS. (Co Promoter I), Dr. Wiryanto, MSi (Co Promotor II).

District Kebumen often experiences water problems, flooding in the rainy season and drought during the dry season. Land cover in the upper watershed at Kebumen is pine forests. It is expected that pine forests in the upstream areas can reduce the problem of floods and drought. However, in fact Kebumen area every year still experiences flood and drought so that the existence of pine forest in regulating the water system is still questionable.

Based on the problems a study has been conducted with the purposes to: (1) to identify biogeophysical variations that affect pine forest responses to hydrology on each sub-watershed, (2) to study the flow rate (flows and volumes) of flood, base flow, low flow, and water yields in sub-watershed covered by various pine forest areas, (3) to study the role of pine forests in social and economic aspects of the rural communities around the forest areas, and (4) to obtain the role of pine forest as supporting aspect of the sustainability of watershed function in Kedungbulus sub watershed. Research site is located in Kedungbulus watershed, Gombong, Kebumen regency, Central Java with altitute range from 80-250 m from mean sea level (msl). The area of pine forest on each sub-watershed varies from 7% to 95% of the sub watershed. Other land covers are agriculture dry field, rainfed rice fields, shrubs, settlements, and grasslands. This research is an explorative-descriptive research with water flow measurement technique and depth interview. Biogeophysical diversity is observed by measuring watershed characteristics such as shape, slope, geology, soil, and height, diameter and pine density. Determination of pine forest area and other land cover are conducted through interpretation of *World View* imagery and field checks. Flood peaks and flood volumes are selected from automatic water level monitoring with the "Hobo" logger. Base flow and direct flow separation were conducted using the program "Hydro-Office" software package especially BFI + 3.0 program. The water yields are measured directly based on daily discharge monitoring and prediction using the "Thorthwaite & Mather" water balance method. Each of the hydrological parameter which are flood peak, flood volume, base flow, and low flow as the depended variables is regressed to forest area as an independent variable The role of pine forests in social and economic aspects is done through structured interviews and secondary data.

The results showed that (1) The biogeophysical variabilities in each sub watershed were almost the same. The dominant slope classes were similar with the slope class 25% - 45%. The shape of each sub-watershed was almost the same with Rc value of 0.52 to 0.68. Geology in the Kedungbulus watershed was dominated by the Waturondo formation. There were two dominant soil types which were Dystropepts and Tropudalfs. The height of pine trees varied from 20.2 m up to 24.93 m, tree density varied from 388 trees/ha to 473 trees/ha. The diameter of the tree at breast height (DBH) varied from 27 cm to 40 cm. Due to similarity of the biogeophysical conditions of the sub-watesheds, therefore the hydrological responses of each sub-watershed were

considered caused by the differences of pine forest areas. (2) The ability of pine forests to reduce the peak of floods occurs when the single rainfall was less than 70 mm. When a single rainfall was more than 70 mm, specific flood peaks from different forest areas have similar results or patterns. This condition occurred because of high rainfall intensity and antecedent soil moisture content. Flood volume and forest area had a negative correlation until a single rainfall depth of 70 mm. When a single rainfall depth more than 70 mm, there were no correlation between flood volume and pine forest areas, various pine forest areas had similar specific flood volume. Water yield and forest area has negative correlation. Water yield from the sub-watershed with pine forest area of 7% was 1,520 mm/year. Meanwhile, sub-watershed covering by 95% of pine forests area produced lower water yield that was 1,289 mm/year. Base flows and forest areas had negative correlation for rainfall < 70 mm. However, for rainfall > 70 mm, there was positive correlation between base flows and forest areas. Base flow index (BFI) and forest area had positive correlation. In the sub-watershed with forest area of 43%, the average value of BFI = 0.55, while in the sub-watershed with forest area of 75%, the BFI value = 0.75. Low flow and forest area had positive correlation. (4) The pine forest affected the social and economic aspects of the village community around the forest areas. The positive social aspects from pine forest areas were the reduction of unemployment to work on planting, grooming, tapping sap, and logging pine trees. In addition, land conflicts did not occur in pine forests because the community around the pine forest depended on tapping pine resin. Lack of illegal logging occurred in the pine forest because pine wood had less economic value. This was due to the presence of sap in the pine wood was high enough that was not suitable for wood carpentry. The economic aspect resulted from the availability of pine forests were the increase of public incomes from pine sap tapping. The results of this pine resin provided an additional income to the surrounding pine forests up to 73% of total household income. (5) Pine forest had a role in supporting the sustainability of watershed function that was able to reduce the flood peak by 80%, reduced the flood volume by 76%, and increased the low flow by 88% with the addition of pine forest area of 57% of the watershed. However, pine forest reduced annual water yield by 15% with the addition of 87% of forest area.

It can be concluded that pine forests have a role in supporting the sustainability of watershed functions that are able to reduce the peak flood, reduce the volume of floods, and increase the low flow. However, pine forest reduces annual water yields. The role of pine forests in supporting the sustainability of watershed functions can be optimized by applying water conservation techniques such as water trap and terrace and altering the wiretapping method of the kowakan system into an inverse sergeant system to prevent falling trees from tapping.

Keywords: role of pine forest, flood, low flow, water yield, social economic

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PENGESAHAN PEMBIMBING DISERTASI	ii
PENGESAHAN PENGUJI DISERTASI	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
KATA PENGANTAR	v
RINGKASAN	vii
SUMMARY	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Perumusan Masalah	4
C. Tujuan	4
D. Manfaat Penelitian	4
E. Keaslian Penelitian	5
BAB II. LANDASAN TEORI	7
A. Tinjauan Pustaka	7
1. Karakteristik pohon <i>Pinus merkusii</i>	7
2. Respon Hutan Pinus terhadap Hidrologi	8
3. Hubungan antara hutan dan puncak banjir	10
4. Hubungan antara hutan dan volume banjir	12
5. Hubungan antara hutan dan aliran rendah	13
6. Hubungan antara hutan dan hasil air	16

7.	Peran masyarakat dalam pelestarian hutan pinus	17
B.	Kerangka Pikir	17
C.	Hipotesis	21
BAB III.	METODE PENELITIAN	22
A.	Waktu dan Tempat Penelitian	22
B.	Bahan dan Alat yang digunakan	22
C.	Tatalaksana Penelitian	23
BAB IV.	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	35
A.	Kondisi Biogeofisik Sub DAS Kedungbulus	35
1.	Lokasi Penelitian.....	35
2.	Tutupan lahan.....	35
3.	Bentuk DAS	37
4.	Kelerengan	38
5.	Geologi.....	39
6.	Jenis tanah.....	40
7.	Karakteristik DAS	41
B.	Kemampuan Hutan Pinus dalam Mengendalikan Tata Air	42
1.	Kemampuan Hutan Pinus Dalam Mengurangi Puncak Banjir	42
2.	Kemampuan Hutan Pinus dalam Mengurangi Volume Banjir	50
3.	Kemampuan Hutan Pinus Dalam Mempengaruhi Aliran Dasar	56
4.	Hasil Air dari Berbagai Luas Hutan Pinus dalam DAS	64
C.	Peran Hutan Pinus dalam Aspek Sosial Ekonomi Masyarakat Desa Sekitar Hutan	71

1. Aspek Sosial.....	71
2. Aspek Ekonomi.....	72
D. Peran Hutan Pinus sebagai Pendukung Keberlanjutan Fungsi DAS	74
E. Kebaruan Penelitian	78
1. Kemampuan hutan pinus dalam mengurangi puncak dan volume banjir	78
2. Kemampuan hutan pinus dalam meningkatkan aliran rendah.....	78
3. Nilai koefisien aliran dari hutan pinus bervariasi	79
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	80
A. Kesimpulan.....	80
B. Saran	81
C. Rekomendasi	81
DAFTAR PUSTAKA.....	82
Lampiran	95

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Intersepsi pada berbagai jenis pohon pinus	9
Tabel 2. Tingkat infiltrasi pada berbagai jenis pohon pinus	10
Tabel 3. Hubungan antara Tahapan Penelitian, Pertanyaan Penelitian, Pendekatan Penelitian, Tujuan, Variabel, dan Keluaran.	30
Tabel 4. Bentuk DAS Kedungbulus	38
Tabel 5. Karakteristik DAS Kedungbulus	42
Tabel 6. Rekapitulasi hubungan antara puncak banjir spesifik dengan volume hujan, intensitas hujan, serta kelembaban tanah pada berbagai luas hutan pinus dalam DAS	48
Tabel 7. Rekapitulasi hubungan antara volume banjir dengan volume hujan, intensitas hujan serta kelembaban tanah sebelum pada berbagai luas hutan pinus dalam DAS	54
Tabel 8. Indek Aliran Dasar pada berbagai luas hutan pinus	63
Tabel 9. Karakteristik hutan pinus di sub DAS Kedungbulus	67
Tabel 10. Peran Hutan Pinus sebagai pendukung keberlanjutan fungsi DAS	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kerangka Pikir Peran Hutan Pinus sebagai Pendukung Keberlanjutan fungsi DAS di DAS Kedungbulus.....	20
Gambar 2. Diagram alir Identifikasi biogeofisik pada setiap Sub DAS	25
Gambar 3. Diagram Alir Peran hutan pinus dalam pengendalian tata air.....	28
Gambar 4. Diagram kondisi sosial ekonomi masyarakat di sekitari hutan pinus	29
<i>Gambar 5. Lokasi penelitian</i>	<i>35</i>
Gambar 6. Citra <i>World View</i> Sub DAS Kedungbulus	36
<i>Gambar 7. Komposisi tutupan lahan pada setiap sub DAS.....</i>	<i>36</i>
Gambar 8. Peta tutupan lahan DAS Kedungbulus	37
Gambar 9. Peta Kelerengan DAS Kedungbulus	38
Gambar 10. Kelas kelerengan masing-masing sub-DAS.....	39
Gambar 11. Peta Geologi DAS Kedungbulus	40
Gambar 12. Peta Jenis Tanah DAS Kedungbulus	41
Gambar 13. Hubungan antara curah hujan dan debit puncak spesifik pada luas hutan pinus 38% (a) dan 95% (b) dari luas DAS.....	43
Gambar 14. Hubungan antara intensitas hujan dan puncak banjir spesifik pada DAS dengan luas hutan 38% (a) dan 95% (b) dari luas DAS.....	45
Gambar 15. Hubungan antara Kelembaban Tanah Sebelumnya (KTS) dengan puncak banjir spesifik pada DAS dengan luas hutan 38% (a) dan 95% (b) dari luas DAS.	46
Gambar 16. Hubungan antara puncak banjir dan luas hutan pada hujan tinggi(> 66 mm)	49
Gambar 17. Hubungan antara puncak banjir dan luas hutan pada hujan sedang (33 mm)	50
Gambar 18. Hubungan antara hujan dan volume banjir pada DAS dengan luas hutan pinus 75%.	52
Gambar 19. Hubungan antara luas hutan pinus dan volume banjir spesifik pada (a) hujan 30 mm dan (b) pada hujan 49 mm	53
Gambar 20. Koefisien aliran pada berbagai luas hutan pinus dan berbagai variasi hujan	56
Gambar 21. Hubungan antara luas hutan dan aliran dasar spesifik pada (a) hujan 30 mm, (b) 66 mm, dan (c) 120 mm.....	59

Gambar 22. Hubungan antara luas hutan dan aliran rendah spesifik tahun 2012 s/d 2015.....	61
Gambar 23. Rata-rata Indek Aliran Dasar pada berbagai luas hutan pinus	63
Gambar 24. Prediksi hasil air dari berbagai luas hutan pinus di DAS Kedungbulus pada tahun 2015	65
Gambar 25. Pengukuran langsung hasil air tahunan dari berbagai luas hutan pinus di DAS Kedungbulus.....	66
Gambar 26. Prediksi dan pengukuran hasil air tahunan pada berbagai luas hutan pinus	68
Gambar 27. Prediksi dan pengukuran lansung hasil air bulanan dengan menggunakan metode1 Thornthwaite and Mather (a and c) dan dengan menggunakan modifikasi (b and d).	71
Gambar 28. Pengambilan air oleh penduduk di sub DAS Watujali (75% hutan pinus)	72
Gambar 29. Komposisi sumber pendapatan petani di sekitar hutan pinus Desa Somagede, Kecamatan Gombong, Kabupaten Kebumen	73

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. DAFTAR ISTILAH	95
Lampiran 2. DOKUMENTASI PENELITIAN	97
Lampiran 3. REGRESI ANTARA PUNCAK BANJIR DENGAN HUJAN, INTENSITAS HUJAN, DAN KELEMBABAN TANAH SEBELUMNYA.....	104
Lampiran 4. PERHITUNGAN NERACA AIR.....	107
Lampiran 5. KARAKTERISTIK RESPONDEN PETANI PENYADAP GETAH PINUS	111