

**PENGARUH GANGGUAN PADA KAWASAN HUTAN LINDUNG TERHADAP KUALITAS AIR SUNGAI: STUDI KASUS DI PROVINSI JAMBI (*Effects of Disturbances of Protected Forest Area on River Water Quality: Case Study at Jambi Province*)\***

Agung B. Supangat

Balai Penelitian Teknologi Kehutanan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai  
Jl. Jend. A. Yani - Pabelan, Kartasura Po Box 295 Surakarta/57102; Telp. (0271) 716709, Fax. (0271) 716959,  
e-mail : bpk\_solo\_pp@yahoo.com; bpk\_solo@indo.net.id; maz\_goenk@yahoo.com

Diterima: 18 Agustus 2011; Disetujui: 24 Juni 2013

**ABSTRACT**

*Disturbances on forest vegetation cover due to various human activities could affect to hydrological balance including reduced quality of the river water sourced from the forest. Study carried out in Tinjaulimau Protected Forest in Jambi examined the effect of disturbance on the protected forest against the hydrological characteristics of river, particularly water quality. Sampling for water quality was carried out in seven locations along the river flow, started from the forestland toward the down stream. Results showed that the presence of disturbance on this forest has increased the level of turbidity, soluble sediment and nitrate content, especially during rainy season. Chloride and sulfide contents, pH and Biochemical Oxygen Demand (BOD) were relatively resistant toward such disturbance. Types and intensity of disturbance were most likely to increase towards down stream area leading to poorer water quality of the river. Illegal logging and forest conversion into mixed-garden had less impact to the reduced quality of river water, while gold mining activity, settlement and rice-field farming had significant impact to the decline of water quality.*

*Keywords: Protected forest, human disturbance, river water quality, land use*

**ABSTRAK**

Gangguan terhadap vegetasi tutupan kawasan hutan akibat berbagai aktivitas manusia dapat mempengaruhi kondisi keseimbangan tata air, termasuk menurunkan kualitas air sungai yang bersumber dari kawasan hutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh gangguan pada kawasan hutan lindung terhadap karakteristik hidrologis air sungai khususnya kualitas air. Penelitian dilakukan di kawasan Hutan Lindung Tinjaulimau, Jambi. Pengambilan contoh kualitas air dilakukan di tujuh titik di sepanjang aliran sungai dari kawasan hutan lindung ke arah hilir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa adanya gangguan terhadap kawasan Hutan Lindung Tinjaulimau telah meningkatkan tingkat kekeruhan, sedimen terlarut dan kandungan nitrat, terutama pada musim hujan. Kandungan klorida dan sulfat, pH serta *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) relatif resisten terhadap gangguan. Semakin ke hilir semakin besar dan beragam jenis gangguan terhadap kawasan hutan lindung yang mengakibatkan kualitas air sungai semakin buruk. Gangguan berupa penjarahan kayu dan alih fungsi sebagian kawasan hutan menjadi ladang atau kebun campuran tidak banyak mempengaruhi penurunan kualitas air sungai; tetapi aktivitas penambangan emas, pemukiman dan pertanian berupa sawah menyebabkan penurunan kualitas air sungai secara nyata.

Kata kunci: Hutan lindung, gangguan manusia, kualitas air sungai, penggunaan lahan

**I. PENDAHULUAN**

Salah satu fungsi ekologis dari hutan adalah *water regulator* yakni sebagai pengatur tata air yang mampu menjaga waktu dan ketersediaan aliran air sungai, menjaga iklim mikro dan mampu melindungi daerah di hilirnya dari berbagai bencana seperti banjir (Asdak, 1995). Berbagai penelitian menyimpulkan bahwa aliran air tahunan meningkat jika vegetasi hutan dihilangkan atau dikurangi dalam jumlah cukup besar (Hamilton & King, 1984, Malmer, 1992 dalam Asdak, 1995; Bosch & Hewlett, 1982; dan Bruijnzeel, 1990).

Kondisi hutan yang memiliki pengaruh baik dalam pengaturan tata air adalah hutan dengan struktur tajuk berlapis (Asdak, 1995; Hofer, 2003). Kondisi hutan tersebut dapat dijumpai pada kawasan hutan lindung/konservasi yang ideal. Hutan lindung dan hutan kon-

servasi yang dipertahankan di sekitar badan air/sumber mata air dapat menjaga kontinuitas air dan memperbaiki kualitas air sungai. Keberadaan hutan lindung di kanan-kiri sungai dapat menjaga stabilitas tebing sungai, menurunkan tingkat kandungan sampah dan bahan kimia berbahaya ke dalam badan air, memelihara suhu air agar tetap dingin dan memperbaiki tingkat oksigen terlarut (*dissolved oxygen/DO*) dari air (Brooks *et al.*, 1997 dalam Hofer, 2003).

Pentingnya hutan dalam menjaga kualitas air ditunjukkan juga dari hasil penelitian di Costa Rica yang menyebutkan bahwa adanya implementasi program DAS berhutan telah menurunkan tingkat sedimentasi sampai 69% dan mampu mengurangi biaya perbaikan kualitas air sebesar USD 2.000 tiap bulan (Kourous, 2003). Hofer (2003) mengatakan bahwa hutan secara efisien dapat melakukan siklus nutrisi dan kimia, serta menurunkan kandungan sedimen (kekeruhan), sehingga dapat menurunkan kandungan polutan dari badan air seperti fosfor dan logam berat.

Keberadaan air, baik secara kuantitas maupun kualitas yang keluar dari kawasan hutan sangat dipengaruhi oleh kondisi tutupan hutan yang ada. Banyaknya intervensi manusia terhadap kawasan hutan menyebabkan kondisi sumberdaya air dari kawasan hutan menjadi terganggu. Banyak aliran sungai dari dalam kawasan hutan di Indonesia disinyalir telah terkontaminasi zat pencemar akibat berbagai aktivitas manusia yang mulai merambah ke dalam kawasan hutan lindung, baik berupa pemukiman, ladang berpindah, persawahan maupun penebangan liar.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh gangguan pada kawasan hutan lindung terhadap karakteristik hidrologis air sungai khususnya kualitas air, dengan studi kasus di Provinsi Jambi. Evaluasi diperlukan guna menyediakan informasi ilmiah sebagai upaya perlindungan kawasan hutan dalam menjaga tata air wilayah dari bencana banjir, kekeringan serta kualitas air yang layak dikonsumsi oleh masyarakat terutama yang bermukim di sekitar hutan.

## **II. BAHAN DAN METODE**

### **A. Waktu dan Lokasi Penelitian**

Penelitian dilaksanakan pada tahun 2003. Lokasi penelitian di kawasan Hutan Lindung Tinjaulimau, Provinsi Jambi. Berdasarkan Keputusan Menteri Kehutanan No. 421/Kpts-II/1999 tanggal 15 Juni 1999 tentang Penunjukan Kawasan Hutan Provinsi Jambi, luas kawasan Hutan Lindung (HL) Tinjaulimau adalah 41.448,98 ha (Kementerian Kehutanan, 1999). Secara administratif HL Tinjaulimau terletak di Kabupaten Sarolangun, Provinsi Jambi, yang terbagi ke dalam dua kecamatan, yaitu Kecamatan Batang Asai dan Kecamatan Limun. Secara geografis, HL Tinjaulimau terletak pada 102°15'25"-102°28'43" BT dan 02°27'22"-02°40'24" LS.

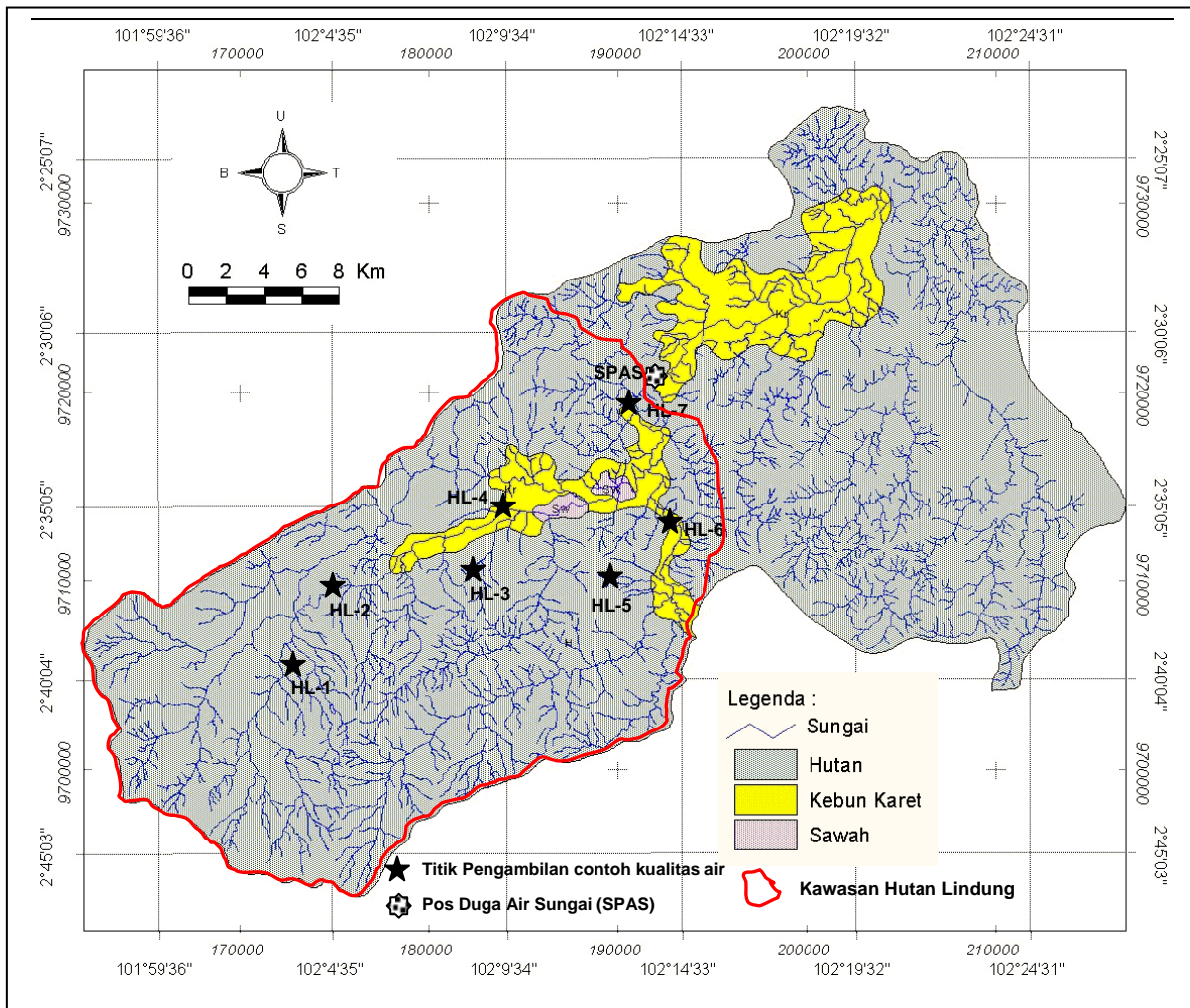
### **B. Bahan dan Alat Penelitian**

Bahan penelitian terdiri dari sampel kualitas air sungai dari kawasan HL Tinjaulimau, serta data sekunder dari instansi terkait. Peralatan yang digunakan meliputi peralatan pengambilan contoh kualitas air (botol sampel), label, alat tulis, kalkulator, dan komputer.

### **C. Metode Penelitian**

Karakteristik hidrologis yang diamati dalam penelitian ini meliputi kondisi iklim dan curah hujan, tinggi muka air sungai (TMA), debit air sungai, koefisien regim sungai (KRS)

serta kualitas air sungai. Lokasi pengamatan debit air sungai berada pada pos duga air (stasiun pengamatan arus sungai/SPAS) Sungai Batang Asai yang berlokasi di Desa Benso Kecamatan Limun Kabupaten Sarolangun. Lokasi pengambilan contoh (sampel) kualitas air dilakukan di sepanjang aliran sungai mulai di dalam kawasan HL yang tidak terganggu, ke arah hilir sampai pada kawasan HL yang agak terganggu dan yang terganggu. *Lay out* titik pengamatan kuantitas air sungai dan pengambilan contoh kualitas air disajikan pada Gambar 1.



Gambar (Figure) 1. *Lay out* titik pengamatan hidrologi air sungai (*Lay out map of river water observation points*)

Pengamatan kualitas air sungai dibedakan pada tiga kondisi hutan lindung yang dipakai sebagai kriteria tingkat gangguan yang terjadi, yaitu (Cahyono *et al.*, 2003):

1. HL yang masih baik kondisinya (tidak terganggu). Kriteria HL ini dimaksudkan pada HL yang belum terganggu, walaupun ada gangguan hanya berupa jalan masuk hutan (jalan setapak) dan dapat diabaikan sebagai gangguan.
2. HL yang agak terganggu. HL ini mempunyai kriteria: a) adanya *illegal logging* (pencurian kayu) tetapi tidak banyak, b) pemanfaatan lahan di bawah tegakan HL untuk pertanian semusim, c) pembukaan jalan masuk hutan yang menyebabkan kondisi penutupan tajuk terbuka, serta d) pembukaan HL dan diganti dengan vegetasi campuran antara tanaman buah-buahan dan kayu rimba.

3. Hutan lindung yang terganggu (kerusakan tinggi). Kriteria HL yang terganggu adalah kawasan HL yang telah berubah menjadi lahan tegalan, pemukiman/pekarangan, persawahan serta penambangan (tambang emas rakyat).

Pengambilan contoh air dilakukan pada musim kemarau (bulan Agustus) dan musim penghujan (bulan Desember). Nama-nama titik pengambilan contoh dari hulu secara berurutan sampai hilir adalah (Gambar 1) : HL-1, HL-2, HL-3, HL-4, HL-5, HL-6, dan HL-7.

Masing-masing titik merepresentasikan kondisi hutan lindung yang berbeda-beda, sebagai berikut:

HL-1: Anak Sungai Saluro Hulu (kawasan hutan lindung yang tidak terganggu)

HL-2: Sungai Saluro Hulu (kawasan hutan lindung yang tidak terganggu)

HL-3: Anak Sungai Saluro Hilir (kawasan hutan lindung yang agak terganggu)

HL-4: Sungai Saluro Hilir (kawasan hutan lindung yang agak terganggu)

HL-5: Anak Sungai Batang Asai (kawasan hutan lindung yang terganggu, lokasi tambang emas)

HL-6: Sungai Batang Asai 1 (kawasan hutan lindung yang terganggu, di bawah lokasi tambang emas)

HL-7: Sungai Batang Asai 2 (kawasan hutan lindung yang terganggu, sekitar pemukiman).

Data dan parameter yang dibutuhkan dalam penelitian ini meliputi data klimatologi di lokasi penelitian, data kondisi hidrologis (debit air sungai), data kualitas air dari pengamatan langsung kualitas air sungai pada musim hujan dan kemarau serta data visual kondisi gangguan terhadap kawasan hutan lindung. Contoh air dianalisis di laboratorium untuk mengetahui kandungan unsur kualitas air yang meliputi pH, kekeruhan, *total dissolved solutes* (TDS), nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ), sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), *biochemical oxygen demand* (BOD), dan klorida (Cl).

Pengolahan data dilakukan dengan tabulasi data dan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik kecenderungan berdasarkan fungsi ruang (dari hulu hingga hilir DAS). Analisis data dilakukan dengan menggunakan analisis kecenderungan (*trend analysis*) untuk mengetahui kecenderungan perubahan parameter kuantitas dan kualitas air sebagai cerminan pengaruh berbagai gangguan yang terjadi di kawasan hutan lindung.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Kondisi Biofisik Hutan Lindung Tinjaulimau

##### 1. Topografi

Secara umum kondisi topografi HL Tinjaulimau bergelombang, berbukit, dan bergunung. Ketinggian tempat (elevasi) antara 142-970 m dpl, dengan rata-rata 556,0 m dpl. Di dalam kawasan HL Tinjaulimau tidak terdapat gunung api, namun berdasarkan peta rupa bumi (RBI) dan peta rencana RLKT DAS Merangin Tembesi, terdapat beberapa bukit/tebing/titik tinggi seperti bukit (Bt) Medangsirih (792 m dpl), Bt Tengarongembun (647 m dpl), Bt Tekalakanin (542 m dpl), Bt Tinjaulimau (667 m dpl), dan Bt Kunyit (970 m dpl).

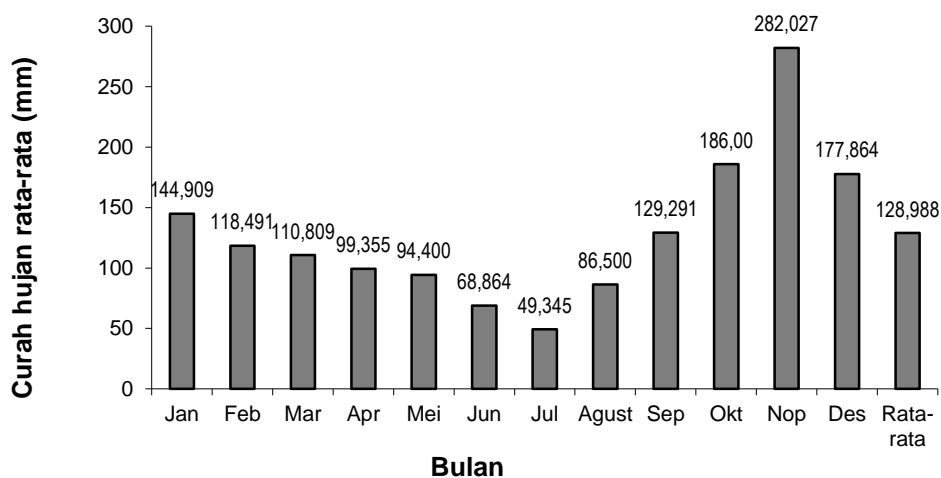
##### 2. Karakteristik Tanah

Berdasarkan peta sebaran tingkat bahaya erosi, HL Tinjaulimau mempunyai jenis tanah alluvial, tanah glei planosol dan hidromorf laterik yang tidak peka terhadap erosi (tingkat kepekaan erosi rendah, skor nilai = 15). Formasi geologi batuan vulkanik, dengan batuan singkapan 50-80% (sumber: peta jenis tanah menurut kelas kepekaan tanah DAS Merangin Tembesi Provinsi Jambi skala 1 : 100.000, BPDAS Batanghari, Jambi). Kedalaman solum tanah rata-rata 60-190 cm, dengan warna tanah hitam gelap sampai coklat terang (10 YR

3/2 sampai 10 YR 5/4), serta mempunyai lapisan humus (*top soil*) yang tebal (5-10 cm). Kandungan bahan organik (BO) tanah rata-rata 7,70%; C-organik 4,47%; pH tanah rata-rata 6,0 serta BJ dan BV tanah masing-masing sebesar 2,29 g/cm<sup>3</sup> dan 1,02 g/cm<sup>3</sup>.

## B. Karakteristik Iklim dan Curah Hujan

Kawasan HL Tinjaulimau merupakan daerah yang dipengaruhi oleh angin musim. Pada bulan Nopember sampai Maret bertiup angin barat laut yang menyebabkan hujan, sedangkan musim kemarau terjadi pada bulan April sampai Oktober. Menurut klasifikasi iklim Schmidt dan Ferguson, kawasan HL Tinjaulimau mempunyai tipe iklim C dengan nilai  $Q = 0,522$ . Curah hujan rata-rata 1.547,9 mm/tahun dengan rata-rata bulan kering 1 bulan, 4 bulan lembab, dan 7 bulan basah. Suhu udara rata-rata berkisar antara 21-35° C. Data sebaran curah hujan rata-rata disajikan pada Gambar 2.



Gambar (Figure) 2. Sebaran curah hujan bulanan rata-rata (*Distribution of average monthly rainfall*)

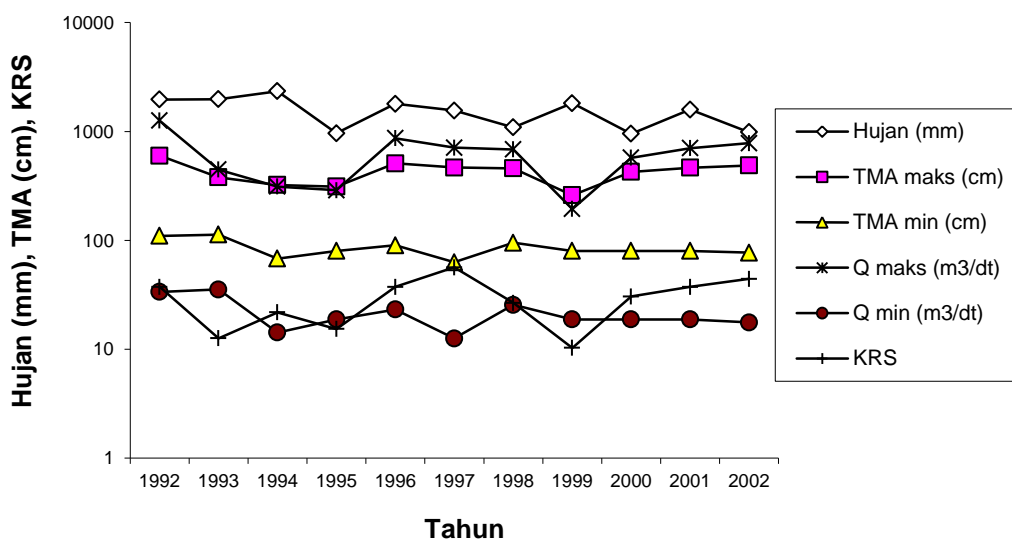
Berdasarkan Gambar 2 dapat diketahui bahwa di lokasi penelitian terjadi hujan sepanjang tahun. Curah hujan rata-rata bulanan paling besar terjadi pada bulan Nopember dan bulan terkering dengan curah hujan paling rendah terjadi pada bulan Juli. Fenomena sebaran curah hujan tersebut menunjukkan bahwa secara kontiniu keberadaan air di kawasan HL Tinjaulimau tidak ada masalah, artinya asumsi normal yang ada bahwa kebutuhan sumberdaya air dari kawasan HL Tinjaulimau secara kuantitas dapat dipenuhi sepanjang tahun.

## C. Debit Air dan Koefisien Regim Sungai (KRS)

Berdasarkan deliniasi daerah aliran sungai (DAS), HL Tinjaulimau termasuk dalam Sub DAS Melako, DAS Batanghari Hulu. Kawasan HL Tinjaulimau mempunyai dua sungai utama, yaitu Sungai Melako (ordo 4) dan Sungai Seluro (Ordo 3). Kedua sungai tersebut berhilir di sungai Batang Asai (ordo 5). Semua sungai di kawasan HL Tinjaulimau mengalir sepanjang tahun.

Hasil pemantauan pada pos duga air terdekat yang berada di sungai Batang Asai di Desa Benso Kecamatan Limun Kabupaten Sarolangun dengan luas daerah pengaliran 125.800 ha menunjukkan bahwa selama periode 1992-2002 terjadi tinggi muka air (TMA) maksimum 600 cm dengan perkiraan debit 1.256,20 m<sup>3</sup>/det, yaitu pada tanggal 16 Januari 1992. TMA minimum sebesar 63 cm dengan perkiraan debit 12,57 m<sup>3</sup>/det, terjadi pada tanggal 15 September 1997.

Data hujan tahunan, TMA maksimum dan minimum tiap tahun serta perkiraan debit-nya disajikan pada Lampiran 1. Berdasarkan data tersebut, diketahui bahwa nilai koefisien regim sungai (KRS) sungai Batang Asai, yang alirannya berasal dari kawasan hutan lindung selama periode 11 tahun (1992-2002) menunjukkan nilai di bawah 50, yang berarti dilihat dari aspek kontinuitas sumberdaya airnya, kondisi DAS atau daerah tangkapan airnya dalam keadaan baik. Namun demikian, berdasarkan informasi dari beberapa masyarakat di Desa Radenanom dan Pekagedang menyebutkan bahwa telah terjadi perubahan periode ulang banjir besar (dari 10 tahunan menjadi 5 sampai 1 tahunan), serta dirasakan adanya kenaikan tinggi muka air banjir. Hal ini mengindikasikan adanya kecenderungan perubahan ke arah yang lebih buruk. Distribusi parameter hidrologi aliran sungai Batang Asai selama periode 1992-2002 disajikan pada Gambar 3.



Gambar (Figure) 3. Sebaran data hidrologi Sungai Batang Asai periode 1992-2002 (*Distribution of hydrological data of Bt Asai River during periods of 1992-2002*)

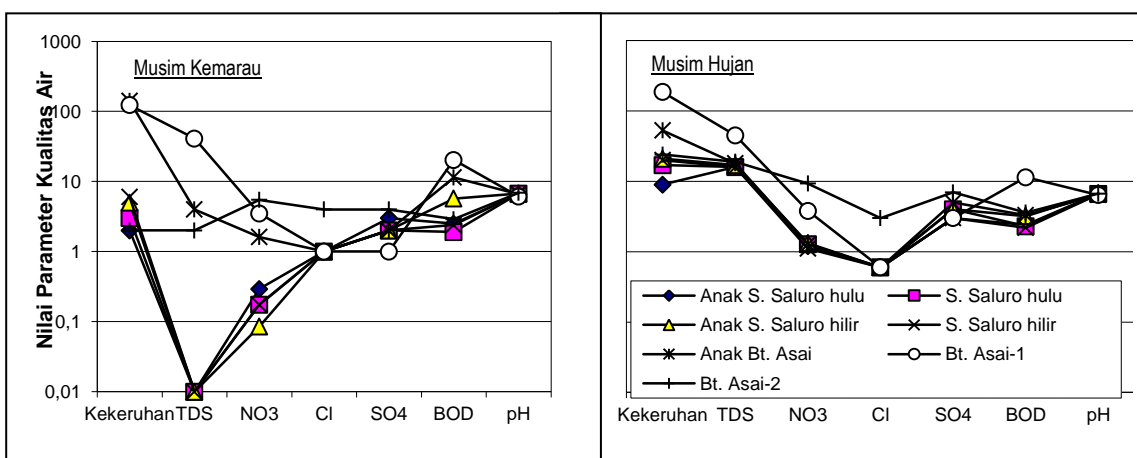
Berdasarkan Gambar 3, terlihat bahwa mulai tahun 1999 terjadi peningkatan debit maksimum dan penurunan debit minimum, yang berarti meningkatkan parameter KRS. Hal ini terjadi erat kaitannya dengan adanya peningkatan terhadap gangguan berupa pembukaan kawasan HL untuk pertanian dan perladangan. Informasi dari instansi daerah terkait, gangguan berupa penjarahan kayu dan perambahan kawasan hutan mulai terjadi secara ekstrim sejak tahun 1998. Berbagai referensi menyebutkan kecenderungan yang serupa bahwa penebangan atau pengurangan kawasan hutan akan meningkatkan hasil air (debit air), hal tersebut terjadi, baik di hutan alam (Bruijnzeel, 1990; Asdak, 1995;) maupun di hutan tanaman (Rich & Gotterid, 1976; Bosch & Hewlett, 1982; Hofer, 2003; Supangat & Paimin, 2006). Hasil penelitian Lu (1994) dalam Hofer (2003) menyebutkan bahwa pengurangan kawasan hutan di Minnesota-USA sebesar 70% telah meningkatkan debit puncak selama periode ulang 25 sampai 30 tahun.

#### D. Kualitas Air Sungai

Hasil analisis kualitas air di kawasan HL Tinjaulimau pada musim kemarau dan penghujan disajikan pada Lampiran 2. Pada musim hujan beberapa parameter kualitas air mengalami peningkatan pada parameter kekeruhan dan sedimen terlarut (TDS), NO<sub>3</sub>, dan Cl (Gambar 4). Sungai-sungai kecil lebih sensitif mengalami kenaikan parameter NO<sub>3</sub>,



kekeruhan, dan TDS akibat kenaikan curah hujan dibandingkan pada sungai-sungai besar. Parameter pH, SO<sub>4</sub>, dan BOD memberikan respon yang kurang terhadap kenaikan curah hujan.



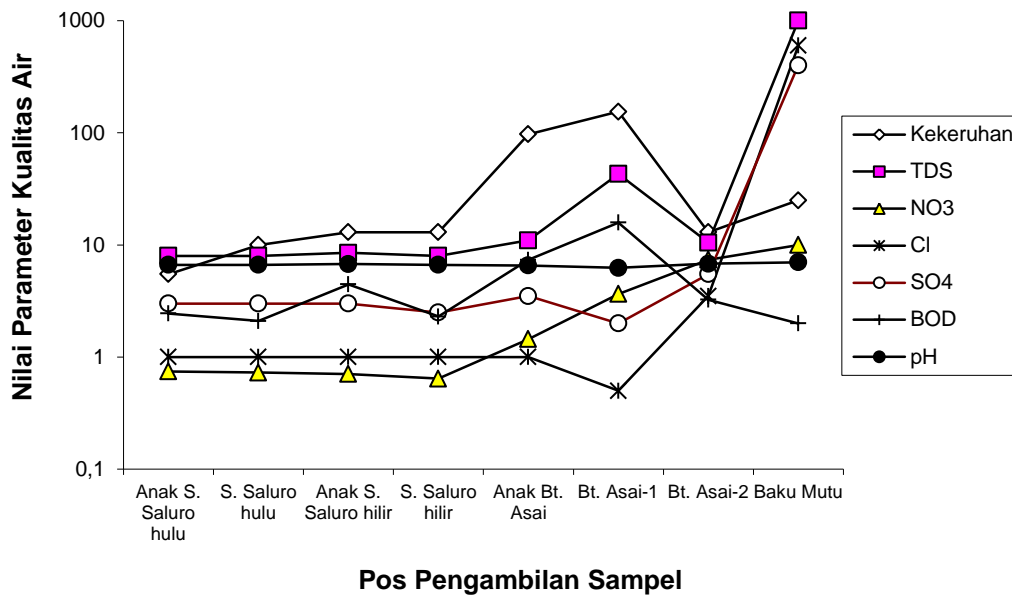
Gambar (Figure) 4. Perbandingan nilai parameter kualitas air antara musim kemarau dan penghujan pada masing-masing pos pengamatan (*The comparison of water quality parameter values between dry and wet seasons at each observation stations*)

Pengaruh gangguan terhadap kawasan hutan lindung terhadap parameter kualitas air diperlihatkan oleh Gambar 5. Secara umum terlihat bahwa akibat gangguan pada kawasan HL berupa *illegal logging*, pembukaan hutan, peladangan/persawahan, pemukiman serta penambangan telah mempengaruhi kondisi kualitas air sungai terutama pada musim penghujan di mana terjadi kenaikan debit air sungai. Pada kawasan HL yang agak terganggu (gangguan berupa *illegal logging* serta pembukaan hutan untuk tanaman kebun campuran) tidak terlalu mempengaruhi kualitas air terutama di musim kemarau. Pada kawasan HL terbuka di mana terdapat gangguan berupa persawahan, pemukiman serta aktivitas penambangan emas (pada Pos Sungai Bt Asai), mengalami perubahan kualitas air secara lebih nyata.

Dibandingkan pada lokasi HL yang belum terganggu, HL yang terganggu memperlihatkan peningkatan nilai parameter kekeruhan (5.180,0%), TDS (2.250,0%), NO<sub>3</sub> (998,07%), dan BOD (620,45%). Parameter Cl, pH, dan SO<sub>4</sub> cenderung stabil dan relatif tidak mengalami perubahan.

Hasil analisis statistik (*One-Way ANOVA*) yang dilakukan (Lampiran 3.) memperlihatkan bahwa adanya perubahan kondisi hutan lindung akibat gangguan secara nyata mempengaruhi seluruh parameter kualitas air kecuali pH. Hasil uji lanjutan (*Tukey HSD*) pada parameter kekeruhan, TDS, NO<sub>3</sub>, serta BOD memperlihatkan adanya perbedaan nyata antara kondisi kualitas air pada kawasan HL terganggu dengan HL tidak terganggu, agak terganggu maupun nilai baku mutu (standar evaluasi). Pada parameter Cl dan SO<sub>4</sub>, tidak menunjukkan adanya perbedaan antara kondisi kualitas air pada HL tidak terganggu, agak terganggu maupun terganggu, namun ketiganya berbeda nyata dengan nilai baku mutunya. Adapun pada parameter pH tidak menunjukkan adanya pengaruh perbedaan nilai, baik antar kondisi HL maupun dibandingkan nilai baku mutunya.

Uji T (*T-test*) memperlihatkan bahwa perubahan musim antara penghujan dan kemarau hanya mempengaruhi parameter TDS dan Cl. Parameter yang lain (kekeruhan, NO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, BOD, dan pH) tidak menunjukkan perbedaan rata-rata nilai kualitas air antara musim kemarau dan penghujan. Hal tersebut menunjukkan bahwa parameter TDS dan Cl yang paling sensitif mengalami peningkatan pada musim penghujan dibandingkan pada musim kemarau.



Gambar (Figure) 5. Sebaran data kualitas air sungai dari kawasan HL Tinjaulimau dari hulu ke hilir, dibandingkan dengan nilai baku mutu (*Distribution of river water quality data of Tinjaulimau Protected Forest Area, from the upstream to downstream, compared to the standard of quality*)

Peningkatan parameter kualitas air sungai akibat adanya pemanfaatan kawasan hutan di sekitar badan sungai untuk berbagai aktivitas pertanian/perkebunan juga didukung oleh berbagai hasil penelitian serupa (Kumurur, 1998; Meynendonckx *et al.*, 2006; Tafangenyasha & Dzinomwa, 2005; Supangat & Paimin, 2007; Supangat, 2008). Perilaku yang kurang baik dari masyarakat petani perambah kawasan hutan juga memperburuk kondisi kualitas air sungai. Handayani *et al.* (2001) menjelaskan dalam penelitiannya, bahwa berkembangnya kegiatan penduduk di sepanjang aliran sungai di sekitar kawasan hutan dapat berpengaruh terhadap kualitas airnya, karena limbah yang dihasilkan dari kegiatan penduduk tersebut dibuang langsung ke sungai.

Berdasarkan standar evaluasi kualitas air, menunjukkan bahwa kondisi kualitas air sungai pada kawasan HL, baik yang belum terganggu maupun yang agak terganggu akibat *illegal logging* dan aktivitas pertanian, memiliki nilai di bawah ambang batas yang ada. Kondisi air sungai tersebut termasuk dalam mutu air kelas I-sampai II, dan layak dimanfaatkan oleh masyarakat untuk berbagai keperluan. Kondisi air sungai akibat kawasan HL yang terganggu (terutama akibat aktivitas penambangan), kondisi kualitas air melebihi ambang batas baku mutu terutama pada parameter kekeruhan, klor, sulfat, dan fosfat. Kondisi air sungai yang tercemar seperti itu berdasarkan kriteria termasuk dalam mutu air kelas II dan III (pada musim hujan), dan hanya dapat dimanfaatkan secara terbatas oleh masyarakat seperti MCK atau untuk keperluan lain tetapi harus didahului dengan perlakuan air (*water treatment*) seperti penjernihan air atau purifikasi (pemurnian air).

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### A. Kesimpulan

1. Adanya gangguan terhadap kawasan Hutan Lindung Tinjaulimau telah menurunkan kualitas air sungai terutama pada musim hujan. Semakin ke arah hilir semakin besar



- dan beragam jenis gangguan terhadap kawasan hutan lindung dan semakin menurunkan kualitas air.
2. Gangguan berupa penjarahan kayu dan alih fungsi sebagian kawasan hutan menjadi kebun campuran (HL agak terganggu) tidak mempengaruhi secara nyata penurunan kualitas air sungai, tetapi akibat penambangan emas, persawahan dan aktivitas pertanian/sawah (HL terganggu) telah menyebabkan penurunan kualitas air sungai secara nyata.
  3. Kategori baku mutu kualitas air sungai pada kawasan hutan lindung yang tidak terganggu dan agak terganggu termasuk dalam kriteria I-II dan dapat dimanfaatkan masyarakat untuk berbagai keperluan, sedangkan pada kawasan hutan lindung terganggu termasuk kriteria II-III terutama pada musim hujan dan dapat dimanfaatkan secara terbatas untuk MCK atau keperluan lain dengan perlakuan tertentu seperti penjernihan air.

## B. Saran

Meskipun secara umum air yang mengalir keluar dari kawasan Hutan Lindung Tinjaulimau masih bisa dimanfaatkan untuk keperluan sehari-hari oleh masyarakat, namun diperlukan kewaspadaan terhadap keberadaan bahan pencemar terutama pada musim hujan. Untuk meningkatkan kualitas air sungai yang ada diperlukan pengelolaan yang lebih baik terutama di kawasan hutan lindung yang telah terbuka, yaitu melalui tindakan reboisasi. Jenis tanaman yang dipakai bisa merupakan jenis MPTS (*multi purpose tree species*) dari jenis buah-buahan, sehingga masyarakat mendapat keuntungan non kayu dari pohon yang ditanam. Selain itu, diperlukan upaya penegakan hukum terhadap perambahan dan alih fungsi kawasan hutan lindung secara illegal, serta penambangan emas rakyat yang tidak menerapkan aspek pengendalian dampak pencemaran terhadap lingkungan air.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C. (1995). *Hidrologi dan pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Bosch, J.M. & Hewlett, J.D. (1982). *A review of catchment experiments to determine the effect of vegetation changes on water yields and evapotranspiration*. *J. Hydrol.*, 55, 3-23.
- Bruijnzeel, L.A. (1990). *Hydrology of moist tropical forests and effects of conversion: A state of knowledge review*. Amsterdam, The Netherlands: Faculty of Earth Science, Free University.
- Cahyono, S.A., Sukresno, Supangat, A.B., Purwanto, Sunaryo, & Jariyah, N.A. (2003). *Model pengelolaan partisipatif hutan lindung (Jember dan Jambi)* (Laporan Hasil Penelitian). Solo: Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai.
- Dinas Pengairan Provinsi Jambi. (2003). Laporan Pemantauan Debit Sungai Batang Asai, Pos Duga Air Dusun Benso. Jambi.
- Hamilton, L. S. & King, P. N. (1983). *Tropical forested watersheds : hydrologic and soils response to major uses or conversions*. Boulder, Colo.: Westview Press.
- Handayani, S.T., Suharto, B., & Marsoedi. (2001). Penentuan status kualitas perairan Sungai Brantas Hulu dengan biomonitoring makrozoobentos: tinjauan dari pencemaran bahan organik. *BIOSAIN*, 1(1), April 2001.

- Hofer, T. (2003). *Sustainable use and management of freshwater resources: the role of forest. State of the World's Forest 2003, Part II: Selected current issues in the forest sector*. Roma: FAO Forestry Department.
- Kourous, G. (2003). *Forest and freshwater: Vital connections, the sustainable management of forest has a key role to play in protecting global water supplies*. FAO. Diakses 15 Maret 2007 dari <http://www.fao.org/english/newsroom/focus/2003/wfc2.htm>
- Kumurur, V.A. (1998). *Pengaruh perubahan pola pemanfaatan ruang daratan terhadap eutrofikasi danau (studi kasus : pemanfaatan ruang di kawasan sekitar Danau Mooat Kabupaten Bolaang Mongondow, Propinsi Sulawesi Utara)* (Tesis Program Studi Ilmu Lingkungan, Program Pasca Sarjana Universitas Indonesia, Jakarta). (Tidak dipublikasikan).
- Meynendonckx, J., Heuvelmans, G., Muys, B., & Feyen, J. (2006). Effects of watershed and riparian zone characteristics on nutrient concentrations in The River Scheldt Basin. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 10, 913-922. Diakses 23 Desember 2007 dari [www.hydrol-earth-syst-sci.net/10/913/2006/](http://www.hydrol-earth-syst-sci.net/10/913/2006/).
- Sekretariat Negara. (2001). *Peraturan Pemerintah (PP) Republik Indonesia Nomor 82 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air* (Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4161). Jakarta: Sekretariat Negara.
- Rich, L.R. & Gotteried, G.J. (1976). Water yields resulting from treatments on The Workman Creek Experimental Watersheds in Central Arizona. *Water Resources Research*, 12(3), 1053-1060.
- Supangat, A.B. & Paimin. (2006). Peran hutan tanaman jati sebagai pengatur tata air: studi kasus di sub DAS kawasan hutan jati di KPH Cepu. *Prosiding Seminar Peran-serta Para Pihak dalam Pengelolaan Jasa Lingkungan Daerah Aliran Sungai Cica-tih-Cimandiri*. Bogor, 21 September 2006. Bogor: Puslitbang Sosial Ekonomi dan Kebijakan Kehutanan.
- Supangat, A.B. & Paimin. (2007). Kajian peran waduk sebagai pengendali kualitas air secara alami. *Jurnal Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta*, 21(2), 123-134, Desember 2007.
- Supangat, A.B. (2008). Pengaruh berbagai penggunaan lahan terhadap kualitas air sungai di kawasan hutan Pinus di Gombong, Kebumen, Jawa Tengah. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, V(3), 267-276.
- Kementerian Kehutanan. (1999). *Keputusan Menteri Kehutanan No. 421/Kpts-II/1999 tentang Penunjukan Kawasan Hutan Provinsi Jambi*. Jakarta: Sekretariat Jenderal.
- Tafangenyasha, C. & Dzinomwa, T. (2005). Land-use impacts on river water quality in lowveld sand river systems in South-East Zimbabwe. *Land Use and Water Resources Research*, 5,3.1-3.10. Diakses 13 Maret 2007 dari <http://www.luwr.com>.

Lampiran (Appendix) 1. Data hujan tahunan, TMA maksimum dan minimum tiap tahun serta data debit pada pos duga sungai Bt Asai di Dusun Benso, Jambi (*Data of annual rainfall, max. and min. water level, and average discharge of Bt Asai River at Benso Sub Village, Jambi*)

Parameter hidrologi (Hydrological parameters)	Tahun (Years)										
	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Hujan (Rainfall) (mm)	1963	1979,5	2343,9	961,1	1792,1	1553,5	1090,4	1816,6	953,7	1587,5	985,1
TMA maks. (Max. water level) (cm)	600	380	323	312	510	467	459	260	425	465	487
TMA min. (Min. water level) (cm)	110	113	68	80	90	63	95	80	80	80	77
KRS	5,45	3,36	4,75	3,90	5,67	7,41	4,83	3,25	5,31	5,81	6,32
Debit maks. (Max. Discharge) (m <sup>3</sup> /dt)	1256,2	446,7	311,6	288,7	866,8	709,8	682,7	194,1	573,9	703,0	780,6
Debit min. (Min. Discharge) (m <sup>3</sup> /dt)	33,6	35,4	14,2	18,8	23,2	12,6	25,6	18,8	18,8	18,8	17,6

Keterangan (Remark): KRS = Koefisien Regim Sungai (*Ratio of max. and min. discharge*)

Sumber (Source): Dinas Pengairan Provinsi Jambi (*The irrigation office on Jambi Province*) (2003)

Lampiran (Appendix) 2. Hasil analisis kualitas air sungai rata-rata pada musim hujan dan kemarau di HL Tinjaulimau (*Analysis results of average of river water quality at rainy and dry seasons of Tinjaulimau Protected Forest*)

Lokasi pengamatan (Observ. stations)	Musim (Season)	Kekeruhan (Turbidity) (mg/l)	TDS (mg/l)	NO <sub>3</sub> (mg/l)	Cl (mg/l)	SO <sub>4</sub> (mg/l)	BOD (mg/l)	pH
Anak S. Saluro Hulu (HL-1)	Kering (Dry)	2,0	0	0,29	1	3,0	2,50	6,60
	Basah (Wet)	9,0	16,0	1,20	< 0,6	3,0	2,40	6,70
	Rerata (Ave.)	5,5	8,0	0,75	0,8	3,0	2,45	6,65
S. Saluro Hulu (HL-2)	Kering (Dry)	3,0	0	0,17	1	2,0	1,90	6,70
	Basah (Wet)	17,0	16,0	1,28	< 0,6	4,0	2,30	6,60
	Rerata (Ave.)	10,0	8,0	0,73	0,8	3,0	2,10	6,65
Anak S. Saluro Hilir (HL-3)	Kering (Dry)	5,0	0	0,09	1	2,0	5,70	6,70
	Basah (Wet)	21,0	17,0	1,33	< 0,6	4,0	3,20	6,80
	Rerata (Ave.)	13,0	8,5	0,71	0,8	3,0	4,45	6,75
S. Saluro Hilir (HL-4)	Kering (Dry)	6,0	0	0,18	1	2,0	2,40	6,70
	Basah (Wet)	20,0	16,0	1,11	< 0,6	3,0	2,20	6,60
	Rerata (Ave.)	13,0	8,0	0,64	0,8	2,5	2,30	6,65
Anak Bt. Asai (HL-5)	Kering (Dry)	141,0	4,0	1,62	1	2,0	11,40	6,60
	Basah (Wet)	53,0	18,0	1,28	< 0,6	5,0	3,30	6,50
	Rerata (Ave.)	97,0	11,0	1,45	1	3,5	7,35	6,55
Bt. Asai 1 (HL-6)	Kering (Dry)	123,0	41,0	3,50	1	1,0	20,30	6,10
	Basah (Wet)	186,0	45,0	3,80	< 0,6	3,0	11,40	6,40
	Rerata (Ave.)	154,5	43,0	3,65	0,8	2,0	15,85	6,25
Bt. Asai 2 (HL-7)	Kering (Dry)	2,0	2,0	5,46	4	4,0	2,90	6,90
	Basah (Wet)	24,0	19,0	9,30	3	7,0	3,60	6,70
	Rerata (Ave.)	13,0	10,5	7,38	3,5	5,5	3,25	6,80
Baku mutu ( <i>Standard of quality</i> )* <sup>1)</sup>		25	1000	10	600	400	2	6 - 9

Keterangan (Remarks):

\*Baku Mutu Air Kelas I berdasarkan PP no. 82 Th. 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air (*The standard of quality is based on The Government Regulation (PP) no. 82 year 2001, about water quality management and water pollution control*)

Lampiran (*Appendix*) 3. Hasil analisis statistik nilai kualitas air sungai di HL Tinjaulimau (*Statistical analysis results of river water quality in Tinjaulimau Protected Forest*)

ANOVA

		Sum of squares	df	Mean square	F	Sig.
Kekeruhan	Between groups	43452.437	3	14484.146	13.822	.000
	Within groups	29340.695	28	1047.882		
	Total	72793.133	31			
TDS	Between groups	5857154.345	3	1952384.782	2.047E4	.000
	Within groups	2670.152	28	95.363		
	Total	5859824.497	31			
NO3	Between groups	360.433	3	120.144	54.957	.000
	Within groups	61.212	28	2.186		
	Total	421.645	31			
Cl	Between groups	2149057.162	3	716352.387	8.836E5	.000
	Within groups	22.701	28	.811		
	Total	2149079.863	31			
SO4	Between groups	945908.500	3	315302.833	1.708E5	.000
	Within groups	51.676	28	1.846		
	Total	945960.176	31			
BOD	Between groups	219.997	3	73.332	7.964	.001
	Within groups	257.813	28	9.208		
	Total	477.810	31			
pH	Between groups	1.374	3	.458	2.547	.076
	Within groups	5.037	28	.180		
	Total	6.412	31			

Multiple comparisons

Post Hoc Test (Tukey HSD)

Dependent variable	(I) Kondisi_HL	(J) Kondisi_HL	Mean difference (I-J)	Std. error	Sig.	95% Confidence interval	
						Lower bound	Upper bound
Kekeruhan	Tidak_terganggu	Agak terganggu	-4.82750	16.18550	.991	-49.0190	39.3640
		Terganggu	-91.35375*	16.18550	.000	-135.5452	-47.1623
		Baku mutu	-18.09125	16.18550	.682	-62.2827	26.1002
	Agak_terganggu	Tidak terganggu	4.82750	16.18550	.991	-39.3640	49.0190
		Terganggu	-86.52625*	16.18550	.000	-130.7177	-42.3348
		Baku mutu	-13.26375	16.18550	.845	-57.4552	30.9277
	Terganggu	Tidak terganggu	91.35375*	16.18550	.000	47.1623	135.5452
		Agak terganggu	86.52625*	16.18550	.000	42.3348	130.7177
		Baku mutu	73.26250*	16.18550	.001	29.0710	117.4540
	Baku_mutu	Tidak terganggu	18.09125	16.18550	.682	-26.1002	62.2827
		Agak terganggu	13.26375	16.18550	.845	-30.9277	57.4552
		Terganggu	-73.26250*	16.18550	.001	-117.4540	-29.0710
TDS	Tidak_terganggu	Agak terganggu	-.19375	4.88269	1.000	-13.5250	13.1375
		Terganggu	-18.24875*	4.88269	.004	-31.5800	-4.9175
		Baku mutu	-994.02375*	4.88269	.000	-1007.3550	-980.6925
	Agak_terganggu	Tidak terganggu	.19375	4.88269	1.000	-13.1375	13.5250
		Terganggu	-18.05500*	4.88269	.005	-31.3863	-4.7237
		Baku mutu	-993.83000*	4.88269	.000	-1007.1613	-980.4987
	Terganggu	Tidak terganggu	18.24875*	4.88269	.004	4.9175	31.5800
		Agak terganggu	18.05500*	4.88269	.005	4.7237	31.3863
		Baku mutu	-975.77500*	4.88269	.000	-989.1063	-962.4437
	Baku_mutu	Tidak terganggu	994.02375*	4.88269	.000	980.6925	1007.3550

Dependent variable	(I) Kondisi_HL	(J) Kondisi_HL	Mean difference (I-J)	Std. error	Sig.	95% Confidence interval	
						Lower bound	Upper bound
NO <sub>3</sub>		Agak terganggu	993.83000*	4.88269	.000	980.4987	1007.1613
		Terganggu	975.77500*	4.88269	.000	962.4437	989.1063
	Tidak_terganggu	Agak terganggu	.06875	.73928	1.000	-1.9497	2.0872
		Terganggu	-3.64750*	.73928	.000	-5.6660	-1.6290
	Agak_terganggu	Baku mutu	-8.12250*	.73928	.000	-10.1410	-6.1040
		Tidak terganggu	-.06875	.73928	1.000	-2.0872	1.9497
	Terganggu	Terganggu	-3.71625*	.73928	.000	-5.7347	-1.6978
		Baku mutu	-8.19125*	.73928	.000	-10.2097	-6.1728
	Baku_mutu	Tidak terganggu	3.64750*	.73928	.000	1.6290	5.6660
		Agak terganggu	3.71625*	.73928	.000	1.6978	5.7347
		Baku mutu	-4.47500*	.73928	.000	-6.4935	-2.4565
		Tidak terganggu	8.12250*	.73928	.000	6.1040	10.1410
Cl	Tidak_terganggu	Agak terganggu	.00000	.45021	1.000	-1.2292	1.2292
		Terganggu	-.65125	.45021	.482	-1.8805	.5780
	Agak_terganggu	Baku mutu	-598.69500*	.45021	.000	-599.9242	-597.4658
		Tidak terganggu	.00000	.45021	1.000	-1.2292	1.2292
	Terganggu	Terganggu	-.65125	.45021	.482	-1.8805	.5780
		Baku mutu	-598.69500*	.45021	.000	-599.9242	-597.4658
	Baku_mutu	Tidak terganggu	.65125	.45021	.482	-.5780	1.8805
		Agak terganggu	.65125	.45021	.482	-.5780	1.8805
		Baku mutu	-598.04375*	.45021	.000	-599.2730	-596.8145
		Tidak terganggu	598.69500*	.45021	.000	597.4658	599.9242
		Agak terganggu	598.69500*	.45021	.000	597.4658	599.9242
		Terganggu	598.04375*	.45021	.000	596.8145	599.2730
SO <sub>4</sub>	Tidak_terganggu	Agak terganggu	.39750	.67926	.936	-1.4571	2.2521
		Terganggu	-1.00375	.67926	.464	-2.8583	.8508
	Agak_terganggu	Baku mutu	-397.25375*	.67926	.000	-399.1083	-395.3992
		Tidak terganggu	-.39750	.67926	.936	-2.2521	1.4571
	Terganggu	Terganggu	-1.40125	.67926	.190	-3.2558	.4533
		Baku mutu	-397.65125*	.67926	.000	-399.5058	-395.7967
	Baku_mutu	Tidak terganggu	1.00375	.67926	.464	-.8508	2.8583
		Agak terganggu	1.40125	.67926	.190	-.4533	3.2558
		Baku mutu	-396.25000*	.67926	.000	-398.1046	-394.3954
		Tidak terganggu	397.25375*	.67926	.000	395.3992	399.1083
		Agak terganggu	397.65125*	.67926	.000	395.7967	399.5058
		Terganggu	396.25000*	.67926	.000	394.3954	398.1046
BOD	Tidak_terganggu	Agak terganggu	-1.36625	1.51720	.805	-5.5087	2.7762
		Terganggu	-6.13875*	1.51720	.002	-10.2812	-1.9963
	Agak_terganggu	Baku mutu	.49250	1.51720	.988	-3.6499	4.6349
		Tidak terganggu	1.36625	1.51720	.805	-2.7762	5.5087
	Terganggu	Terganggu	-4.77250*	1.51720	.019	-8.9149	-.6301
		Baku mutu	1.85875	1.51720	.617	-2.2837	6.0012
	Baku_mutu	Tidak terganggu	6.13875*	1.51720	.002	1.9963	10.2812
		Agak terganggu	4.77250*	1.51720	.019	.6301	8.9149
		Baku mutu	6.63125*	1.51720	.001	2.4888	10.7737
		Tidak terganggu	-.49250	1.51720	.988	-4.6349	3.6499
		Agak terganggu	-1.85875	1.51720	.617	-6.0012	2.2837
		Terganggu	-6.63125*	1.51720	.001	-10.7737	-2.4888
pH	Tidak_terganggu	Agak terganggu	-.18000	.21207	.831	-.7590	.3990
		Terganggu	.09375	.21207	.971	-.4853	.6728
	Agak_terganggu	Baku mutu	-.45000	.21207	.171	-1.0290	.1290
		Tidak terganggu	.18000	.21207	.831	-.3990	.7590
	Terganggu	Terganggu	.27375	.21207	.576	-.3053	.8528
		Baku mutu	-.27000	.21207	.587	-.8490	.3090
		Tidak terganggu	-.09375	.21207	.971	-.6728	.4853
		Agak terganggu	-.27375	.21207	.576	-.8528	.3053
		Baku mutu	-.54375	.21207	.072	-1.1228	.0353

Dependent variable	(I) Kondisi_HL	(J) Kondisi_HL	Mean difference (I-J)	Std. error	Sig.	95% Confidence interval	
						Lower bound	Upper bound
	Baku_mutu	Tidak terganggu	.45000	.21207	.171	-.1290	1.0290
		Agak terganggu	.27000	.21207	.587	-.3090	.8490
		Terganggu	.54375	.21207	.072	-.0353	1.1228

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

**T-Test**

Group statistics						
	Musim	N	Mean	Std. deviation	Std. error mean	
Kekeruhan	Kemarau	12	26.9583	49.57155	14.31008	
	Hujan	12	50.4800	61.24946	17.68120	
TDS	Kemarau	12	5.5042	12.42596	3.58707	
	Hujan	12	19.2433	11.98122	3.45868	
NO3	Kemarau	12	1.7817	2.91388	.84116	
	Hujan	12	1.8592	1.77347	.51196	
Cl	Kemarau	12	1.4167	.99620	.28758	
	Hujan	12	.6275	.16772	.04842	
SO4	Kemarau	12	2.7333	1.54469	.44591	
	Hujan	12	3.6633	1.00381	.28978	
BOD	Kemarau	12	5.3042	5.39977	1.55878	
	Hujan	12	4.1842	2.86454	.82692	
pH	Kemarau	12	6.6042	.27672	.07988	
	Hujan	12	6.5533	.21086	.06087	

Independent samples test									
t-test for equality of means									
		F	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean difference	Std. error difference	95% Confidence interval of the difference	
								Lower	Upper
Kekeruhan	Equal variances assumed	.983	-1.034	22	.312	-23.52167	22.74649	-70.69501	23.65167
	Equal variances not assumed		-1.034	21.084	.313	-23.52167	22.74649	-70.81412	23.77079
TDS	Equal variances assumed	.063	-2.757	22	.011	-13.73917	4.98292	-24.07312	-3.40522
	Equal variances not assumed		-2.757	21.971	.012	-13.73917	4.98292	-24.07391	-3.40442
NO3	Equal variances assumed	2.025	-.079	22	.938	-.07750	.98471	-2.11966	1.96466
	Equal variances not assumed		-.079	18.166	.938	-.07750	.98471	-2.14495	1.98995
Cl	Equal variances assumed	8.041	2.706	22	.013	.78917	.29163	.18437	1.39396
	Equal variances not assumed		2.706	11.623	.020	.78917	.29163	.15147	1.42686
SO4	Equal variances assumed	.543	-1.749	22	.094	-.93000	.53180	-2.03288	.17288



		Independent samples test							
		t-test for equality of means					95% Confidence interval of the difference		
		F	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean difference	Std. error difference	Lower	Upper
BOD	Equal variances not assumed		-1.749	18.885	.097	-.93000	.53180	-2.04353	.18353
	Equal variances assumed	1.316	.635	22	.532	1.12000	1.76454	-2.53942	4.77942
pH	Equal variances not assumed		.635	16.737	.534	1.12000	1.76454	-2.60731	4.84731
	Equal variances assumed	.320	.506	22	.618	.05083	.10043	-.15744	.25911
	Equal variances not assumed		.506	20.553	.618	.05083	.10043	-.15830	.25996