

## KARAKTERISTIK LIMNOLOGIS KOLONG BEKAS TAMBANG TIMAH DI PULAU BANGKA

Cynthia Henny\* & Evi Susanti\*

### ABSTRAK

“Kolong” adalah badan air berupa danau-danau kecil yang terbentuk akibat galian dari aktivitas penambangan timah di Pulau Bangka. Bentuk secara fisik seperti tidak adanya inlet dan outlet, umur, sumber air dan jenis mineral dominan dari material geologi area penambangan mempengaruhi kondisi limnologis suatu kolong. Penelitian ini bertujuan untuk melihat karakteristik limnologis beberapa kolong bekas tambang timah. Pengamatan dilakukan terhadap beberapa kolong bekas tambang dengan kondisi lingkungan yang berbeda. Kedalaman kolong dari 3 m sampai dengan 15 m yang paling dalam. Kolong mempunyai kisaran pH (2,8 – 7,3); DO (3,46 – 8,74 mg/L); dan Konduktivitas (0,01 – 6,38 mS/cm). Oksigen terlarut pada air dasar beberapa kolong < 1 mg/L. Kandungan logam pada kolong yang pH airnya < 3 mempunyai kandungan logam seperti Pb, Fe, Al dan Zn yang tinggi melebihi baku mutu air bersih. Kandungan beberapa parameter lainnya di air kolong seperti sulfat berkisar antara 3 – 2162 mg/L, TN 0,3 – 5,4 mg/L dan TP 0,02 – 17,25 mg/L. Jenis plankton yang dominan ditemukan di kolong yang mengandung TN/TP tinggi adalah jenis *Trachellomonas* dan *Mycrocystis* yang merupakan jenis plankton yang menjadi indikator bahwa suatu perairan telah tercemar senyawa organik. Pengembangan pemanfaatan kolong yang berpotensi harus berdasarkan pada kondisi limnologis untuk menjaga kesinambungan kualitas air kolong.

**Kata kunci:** Kolong bekas tambang timah, kualitas air, limnologi

### ABSTRACT

**LIMNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF TIN MINE PIT LAKES IN BANGKA ISLAND.** Kolong is a tin mine pit lake formed from the excavation of white tin (Sn) mining which were known in Bangka Island. The shape of a pit lake with no inlet and outlet, age, water sources, and the type of mineral dominant in geologic material of the watershed and sediment determine the limnological conditions of each pit lake. This paper aimed to identify the characteristics of limnology of several pit lakes with different conditions. The depth of pit lakes ranged from 3 m to the deepest of 15 m. Tin pit lakes had pH range from 2.8 to 7.3; DO (3.46 – 8.74 mg/L); and Conductivity (0.01 – 6.83 mS/cm). Dissolved oxygen concentration in the bottom of pit lakes reached to level of < 1 mg/L indicating an anoxic conditions. Metal concentrations were high in kolong where the water pH was < 3. Metal concentrations such as Pb, Fe, Al and Zn were higher than water standard concentrations. Other chemical parameter analyzed such as sulfate had concentrations level of 3 – 2162 mg/L, TN of 0.3 – 5.4 mg/L and TP of 0.02 – 17.25 mg/L. The dominant types of plankton found in kolong containing high TN/TP were *Trachellomonas* and *Mycrocystis*. These types of plankton are indicators of waters polluted by organic matter. Development of utilization of pit lakes should consider their limnological conditions to maintain the sustainable of water quality.

**Key words:** Pit lakes, water quality, limnology

---

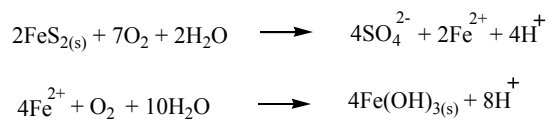
\* Staf Peneliti Puslit Limnologi-LIPI

## PENDAHULUAN

Penambangan terbuka seringkali menghasilkan tipe habitat akuatik baru yang disebut danau galian (*pit lake*), yang terbentuk akibat pengisian lubang galian oleh air setelah penambangan selesai. Danau bekas tambang timah di Pulau Bangka disebut “kolong”. Kolong merupakan habitat yang unik dimana umumnya sempit dan dalam tanpa zona littoral yang dikelilingi oleh dinding batuan yang terjal/curam, tidak terdapat aliran masuk atau keluar. Batuan buangan, batuan dinding dan dasar danau tambang sangat mempengaruhi geokimia air danau bekas tambang. Karena sifat danau tambang yang tidak mempunyai aliran masuk/keluar, debit air danau dan kondisi air secara fisik kimia sangat dipengaruhi oleh proses evapokonsentrasi dimana debit air cukup berfluktuasi pada musim kering yang mengakibatkan terkonsentrasinya kandungan-kandungan secara kimia.

Danau bekas galian tambang selalu dikaitkan dengan masalah kualitas air seperti rendahnya pH, konsentrasi logam dan kandungan padatan tersuspensi dan padatan terlarut yang tinggi (España, *et al.*, 2008; Blodau, 2006; Brahmana *et al.*, 2004).

Danau bekas tambang yang airnya bersifat asam adalah akibat terjadinya proses oksidasi batuan/mineral sulfida seperti pirit ( $\text{FeS}_2$ ) dari *mine tailing*, batuan buangan tambang (*overburden*) atau batuan dinding kolong yang diikuti oleh oksidasi besi ferrous [Fe(II)] yang melepaskan ion hidrogen dan sulfat yang bereaksi membentuk asam sulfat. Adapun reaksi oksidasi dari mineral sulfida sekaligus oksidasi besi ferrous dapat dilihat di bawah ini:



Untuk area tambang yang didominasi oleh batuan mineral sulfida dan besi akan

menghasilkan AMD yang pH nya rendah dan mengandung sulfat dan logam yang tinggi seperti Fe. Oksidasi mineral sulfida juga dapat melepaskan logam lainnya seperti As, Cd, Cu, Pb, Al dan Zn (España, *et al.*, 2008; Blodau, 2006; Dowling *et al.*, 2004; Sengupta, 1993). Namun demikian tidak semua danau bekas tambang mempunyai pH yang rendah. Dari hasil pengamatan terhadap enam belas danau bekas tambang di Nevada, USA, danau-danau yang sudah berumur hampir 10 tahun sudah mempunyai pH netral dan kandungan logam yang rendah tetapi masih mengandung sulfat yang tinggi. Batuan carbonaceous dinding danau merupakan sumber alkalinitas yang menaikkan pH air danau menjadi netral. Namun demikian seperti logam As and Se yang cukup mobilitas pada pH netral – alkali, kandungannya di danau masih diatas baku mutu sehingga masih menjadi perhatian/pertimbangan untuk bisa dimanfaatkan. Walaupun secara umum kualitas air cukup baik, namun dengan tingginya evaporasi beberapa danau menurun kualitas airnya walaupun dilakukan pengontrolan jenis deposit secara geologi (Shevenell *et al.*, 1999; Dowling *et al.*, 2004).

Permasalahan yang masih ada pada beberapa kolong air adalah rendahnya derajat keasaman (pH), konsentrasi logam berat yang masih cukup tinggi dan beberapa elemen kualitas air lainnya masih diatas ambang batas. Dari hasil penelitian terdahulu kualitas air kolong muda menunjukkan kualitas air yang buruk dengan pH berkisar 2,9 – 4,5, kandungan logam berat seperti Fe, Al, Pb, dan Mn yang sangat tinggi. Kandungan logam berat pada kolong muda di pulau Bangka bisa mencapai 5 – 8 mg/L (Brahmana *et al.*, 2004). Sedangkan kolong tua mempunyai kualitas air yang lebih baik dengan kisaran pH 5,5 – 8 (Subardja *et al.*, 2004; Brahmana *et al.*, 2004).

Sebagian kecil kolong tua yang sudah tereklamasi dan kolong muda yang

pH-nya cukup baik telah dimanfaatkan penduduk untuk sumber air minum, air bersih, perikanan, dan rekreasi. Kolong-kolong bekas tambang di Pulau Bangka walaupun sudah mulai dimanfaatkan tetapi belum berwawasan lingkungan dikarenakan kurangnya informasi mengenai kondisi kolong seperti kualitas airnya dan kondisi limnologisnya. Penelitian ini bertujuan untuk melihat karakteristik limnologis beberapa kolong bekas tambang timah dengan karakteristik kondisi lingkungan yang berbeda.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan terhadap tujuh kolong bekas tambang pada bulan Mei dan Oktober 2009. Bulan Mei merupakan bulan yang mempunyai curah hujan yang tinggi yaitu 240,8 mm dengan jumlah evaporasi sebesar 120,8 mm, sedangkan untuk bulan Oktober mempunyai curah hujan yang rendah sebesar 94,8 mm dengan jumlah evaporasi 138,5 mm (BMG, Bangka Belitung). Ada tujuh kolong bekas

lingkungannya bervariasi dari relatif masih muda dan sekelilingnya belum direklamasi tambang timah yang diteliti yang kondisi sampai dengan kolong tua yang sudah tersuskesi dengan tumbuhan air dan sudah dimanfaatkan sebagai sumber air bersih atau pemanfaatan lainnya (Tabel 1).

Parameter yang diamati adalah, sedimen, plankton. Pengambilan contoh air kolong menggunakan *Water Sampler*, kemudian contoh air disimpan pada botol yang sudah bebas logam dan diberi pengawet. Contoh air untuk parameter terlarut difilter terlebih dahulu menggunakan kertas filter (Micropore filter 0,45  $\mu\text{m}$ ) sebelum diawetkan. Contoh sedimen diambil menggunakan Ekman Grab. Plankton dikoleksi menggunakan plankton net dan diawetkan dengan larutan lugol.

Parameter yang langsung diukur di lapangan meliputi pH, suhu, kekeruhan, konduktivitas yang diukur menggunakan Water Quality Checker (Horiba U-10), dan kandungan oksigen terlarut (DO; *Dissolved oxygen*) diukur DO meter (YSI). Kecerahan diukur menggunakan cakram Secchi.

Tabel 1. Lokasi dan Kondisi Kolong Bekas Tambang Timah

| Lokasi    | Koordinat                   | Keterangan  |
|-----------|-----------------------------|---|
| Kudaho    | S02°10.161'; E106°09.901'   | Kolong sedang <20 tahun; Tempat pemancingan   |
| Grasi     | S01°52.464'; E106°07.005'   | Kolong tua > 20 tahun; Tempat rekreasi, karamba jaring apung (KJA) dan pemancingan  |
| Airport   | S02°09.68'; E106°08.624'    | Kolong tua >20 tahun; Tempat pemancingan dan KJA                                    |
| Simping   | S01°36.5972'; E105°45.5069' | Kolong sedang < 20 th; Tempat peternakan bebek peking                               |
| Spiritus  | S02°09.653'; E106°09.957'   | Kolong sedang < 20 th; Tempat mandi dan cuci  |
| Air Nyato | S01°39.5898'; E105°48.2044' | Kolong Kolong muda < 10 th; Mineral kaolin  |
| Tb1.9     | S01°59.902'; E106°06.637'   | Kolong muda <10 th; Mmineral pirit; Terdapat pertambangan aktif di sekeliling danau |

Semua analisa parameter mengikuti prosedur Standard Method (APHA, 2005). Masing-masing parameter ditetapkan berdasarkan standar kurva dari hasil analisis satu seri konsentrasi yang sudah ditentukan.

Logam di dalam air dan sediment dianalisa menggunakan metode ekstraksi dengan  $\text{HNO}_3$  dan diukur dengan AAS Hitachi Z-6100.

Parameter berikut dianalisis dengan spektrofotometri masing-masing untuk sulfat  $\text{BaCl}_2$ , total nitrogen (TN) dengan brucine, total posfat (TP) dengan ammonium molybdate, klorofil-a dengan  $\text{MgCl}_2$ , dan COD (*Chemical Oxygen Demand*) dengan metode kromat.

Padatan total tersuspensi (TTS; *Total Suspended Solid*) dianalisis dengan menggunakan metode gravimetri. Parameter Biologi yaitu contoh plankton disaring dengan plankton net, diidentifikasi di bawah mikroskop dengan acuan buku identifikasi alga (Prescott, 1951). Penentuan status trofik kolong menggunakan perhitungan *Trophic State Index* (TSI) berdasarkan kandungan TP, klorofil dan kedalaman secchi menurut Carlson (1977).

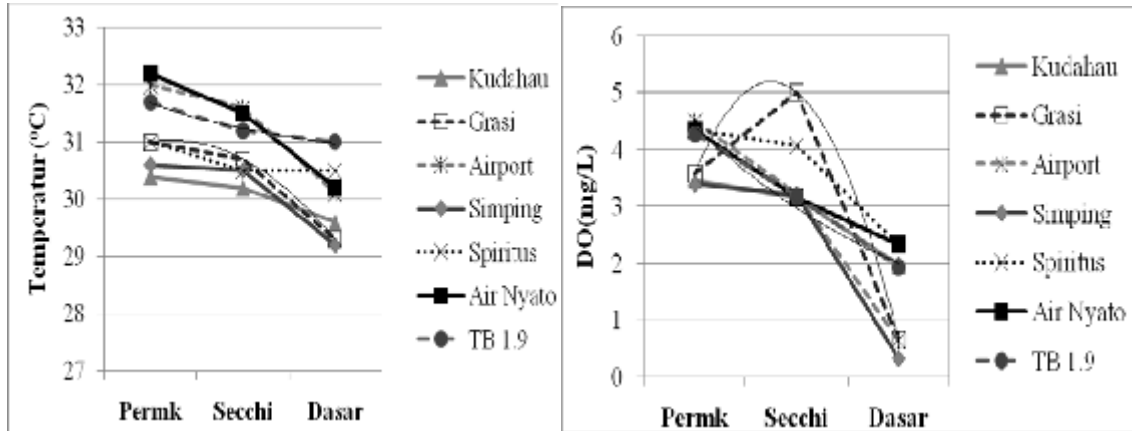
Analisis data menggunakan uji anova dan korelasi (SYSTAT 12) dilakukan untuk membuktikan apakah ada perbedaan yang signifikan dari beberapa parameter pada kolong dan untuk melihat apakah ada hubungannya dari beberapa parameter tersebut.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

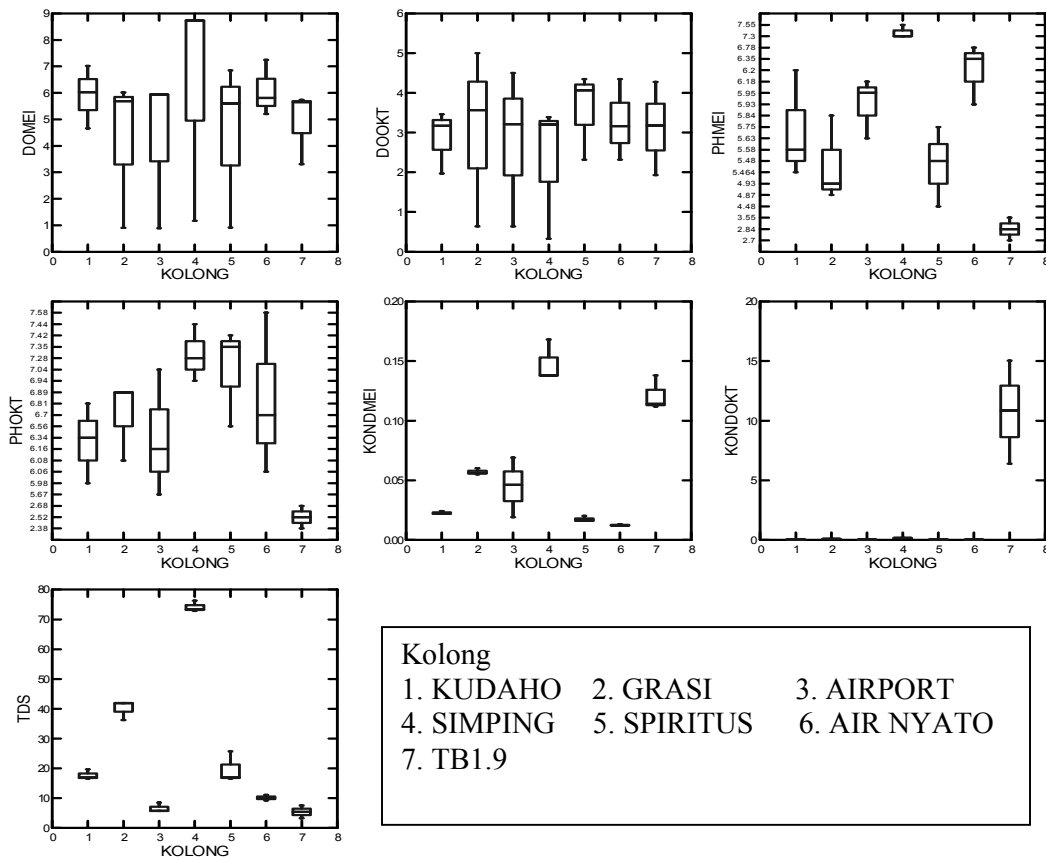
Kedalaman Secchi kolong berkisar dari 0,2 – 1,3 m dan kedalaman dasar dari 3 – 15 m. Temperatur air kolong berkisar antara 29 – 32°C dan DO sekitar 0,3 – 8.74 mg/L. Temperatur air dasar menurun sekitar 3 unit sedangkan oksigen terlarut menurun dari 3 – 5 unit. Profil temperatur (Gambar 1)

dan DO (Gambar 2) air kolong untuk data Oktober 2009 menunjukkan pola yang menurun dari permukaan ke dasar untuk semua kolong, yang mana umumnya membentuk pola polynomial, kecuali untuk kolong TB 1.9 yang cenderung membentuk pola ke eksponensial. Kandungan oksigen terlarut di air dasar kolong Simpang yang dimanfaatkan untuk peternakan bebek peking, Grasi yang dimanfaatkan untuk keramba jaring apung dan juga menerima beban masukan domestik dan Airport yang juga dimanfaatkan untuk budidaya perikanan jaring apung dan restocking sudah mendekati < 1 mg/L, yang mengindikasikan kondisi yang anoksik. Oksigen terlarut sangat dipengaruhi oleh kandungan organik suatu perairan dimana apabila tinggi akan terjadi proses degradasi secara aerobik oleh bakteri sehingga menyebabkan defisit oksigen terlarut (Wiener, 2000; Wetzel, 2001). Kandungan organik dilihat dari kandungan COD nya dari ketiga kolong ini lebih tinggi dibandingkan kolong lainnya (Tabel 3).

Grafik box plot dari masing-masing parameter untuk bulan Mei dan Oktober 2009 dapat dilihat pada Gambar 2. Pengaruh musim, dilihat dari bulan pengambilan sampel yaitu bulan Mei yang masih mendapat pengaruh musim hujan sedangkan bulan Oktober mendapat pengaruh musim kemarau, menunjukkan adanya perbedaan dari beberapa parameter seperti DO, pH dan konduktivitas. Kandungan DO pada bulan Oktober cenderung menurun untuk semua kolong, sedangkan pH dan konduktivitas cenderung meningkat atau sama. Masing-masing kolong mempunyai DO ( $p < 0.005$ ) dan pH ( $p < 0.001$ ) yang berbeda secara signifikan tetapi tidak untuk konduktivitas dari beberapakolong kecuali konduktivitas untuk kolong TB1.9 pada bulan Oktober.



Gambar 1. Profil Temperatur dan DO Air Kolong Bulan Oktober 2009



Gambar 2. Grafik Box Plot dari DO, pH, Konduktivitas dan TDS Air Kolong Berdasarkan Kedalaman

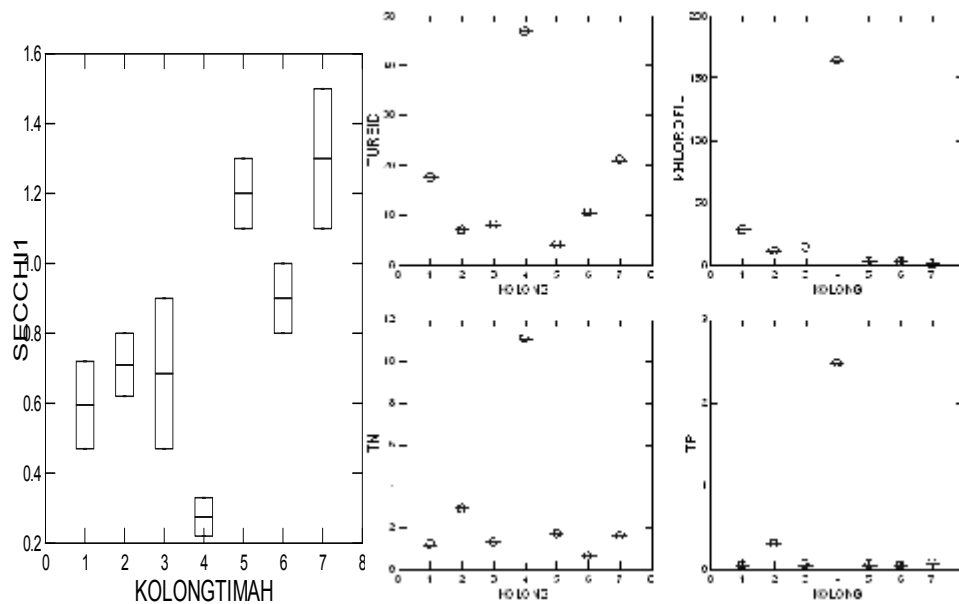
Kisaran pH air kolong mencapai 2,38 – 7,44; konduktivitas 0,02 – 6,38 mS/cm bahkan mencapai 15,3 mS/cm di air dasar untuk kolong TB 1.9; TDS sekitar 3,21-43,1mg/L dan turbiditas berkisar antar 4 –

46,8 NTU. Untuk kandungan TDS yang tertinggi terdapat pada kolong Simping yang dimanfaatkan untuk peternakan bebek peking.

Grafik box plot kedalaman Secchi,

turbiditas, kandungan khlorofil a, TN dan TP dapat dilihat pada Gambar 3. Untuk data kedalaman Secchi merupakan data bulan Mei (Tertinggi) dan data bulan Oktober (Terendah). Kecerahan pada semua kolong pada bulan Oktober yang mendapat pengaruh musim kemarau menurun. Kecerahan berdasarkan kedalaman Secchi pada kolong Sipping yang dimanfaatkan untuk peternakan bebek peking paling rendah sementara turbiditas, kandungan khlorofil-a, TN dan TP nya paling tinggi. Kelima parameter terkait satu sama lainnya

dimana kandungan khlorofil-a yang tinggi dapat mempengaruhi kedalaman Secchi dan turbiditas. Sedangkan kandungan khlorofil a dipengaruhi dari kelimpahan fitoplankton yang pertumbuhannya di pengaruhi oleh kandungan TN dan TP. Dari hasil matriks korelasi Pearson menunjukkan hubungan yang sangat signifikan antara kedalaman Secchi, turbiditas, kandungan khlorofil a, terhadap kandungan TN dan TP (Tabel 2). Hubungan khlorofil a dengan kandungan TP dan TN memenuhi model linear ( $Y_P = 0,015Khl + 0,051$ ;  $Y_N = 0,06Khl + 0,983$ ).



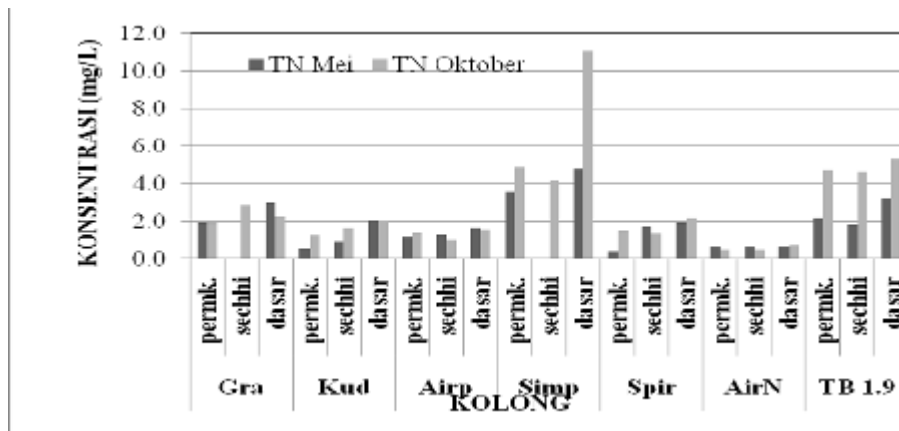
Gambar 3. Grafik Boxplot Kedalaman Secchi, Turbiditas, dan Kandungan Khlorofil a, TN dan TP di Air Kolong

Tabel 2. Koefisien Korelasi Pearson

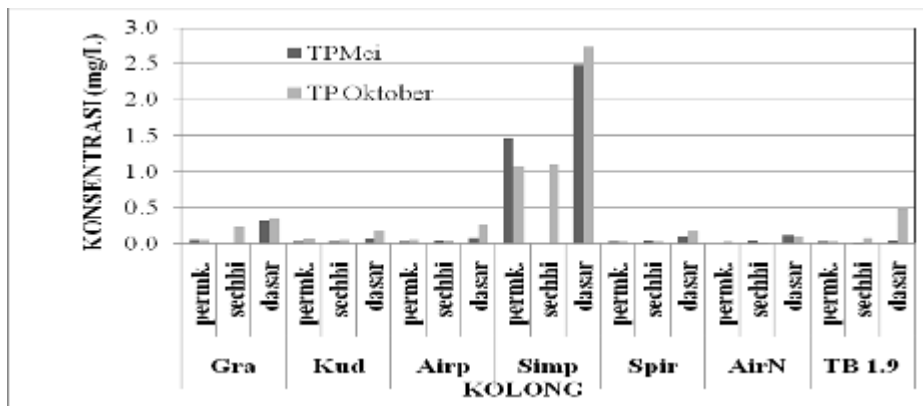
| Pearson Correlation Matrix |         |         |           |       |       |
|----------------------------|---------|---------|-----------|-------|-------|
|                            | SECCHI  | TURBID  | KHLOROFIL | TN    | TP    |
| SECCHI                     | 1.000   |         |           |       |       |
| TURBID                     | -0.626* | 1.000   |           |       |       |
|                            | p<0.1   |         |           |       |       |
| KHLOROFIL                  | -0.816* | 0.913*  | 1.000     |       |       |
|                            | p<0.05  | p<0.001 |           |       |       |
| TN                         | -0.732* | 0.874*  | 0.968*    | 1.000 |       |
|                            | p<0.01  | p<0.001 | p<0.001   |       |       |
| TP                         | -0.758* | 0.894*  | 0.982*    |       | 1.000 |
|                            | p<0.01  | p<0.001 | p<0.001   |       |       |

Apabila dilihat dari kandungan TN/TP pada semua kolong (Gambar 4 dan 5) pada bulan Oktober umumnya meningkat. Yang menjadi pertanyaan adalah kandungan TN/TP di air kolong TB 1.9 yang relatif lebih besar dibandingkan kolong Grasi atau Airport yang sudah mendapat beban masukan organik dari aktivitas budidaya ikan KJA. Kolong TB 1.9 merupakan kolong baru dengan pH yang sangat rendah dan masih mendapat pengaruh dari aktivitas tambang inkonvensional. Beban organik yang mungkin masuk ke keolong hanya dari aktivitas pekerja tambang.

Pengaruh kecilnya curah hujan dan tingginya evaporasi menyebabkan kandungan dari beberapa parameter di air kolong menjadi terkonsentrat. Sifat fisik kolong yang tidak mempunyai inlet dan/atau outlet sangat mempengaruhi karakteristik limnologis dari kolong dimana pangaruh evapokonsentarsi sangat berperan terhadap kualitas air kolong (España *et al.*, 2008). Kolong yang menerima beban masukan dari aktivitas budidaya ikan dengan KJA, peternakan bebek peking dan aktivitas domestik mempunyai kandungan COD yang tinggi. Kandungan padatan tersuspensi



Gambar 4. Kandungan TN di Air Kolong



Gambar 5. Kandungan TP di Air Kolong

Kandungan khlorofil-a, VSS dan COD pada semua kolong juga meningkat pada bulan Oktober, kecuali kandungan khlorofil-a pada kolong Simpung (Tabel 3).

cukup tinggi di air kolong TB 1.9 padahal kolong ini cukup baru. Kolong ini banyak menerima beban aliran permukaan dari aktivitas tambang lainnya. Kandungan sulfat

di beberapa kolong terutama kolong TB 1.9 juga sangat tinggi, hal ini dapat dijelaskan bahwa mineral batuan dari dasar dan dinding kolong didominasi oleh mineral sulfida seperti pirit. Kandungan sulfat yang tinggi dapat menyebabkan cepatnya kondisi suatu perairan yang tercemar senyawa organik menjadi anoksik dikarenakan terjadinya pembentukan sulfida oleh aktivitas bakteri pereduksi sulfat (Weiner, 2000).

menerima beban masukan dari berbagai aktivitas seperti masukan dari buangan domestik, budidaya ikan KJA dan peternakan bebek peking. Kolong Siping yang mengandung konsentrasi senyawa nitrogen dan organik yang tinggi memiliki jenis fitoplankton yang didominasi oleh jenis *Chlorella sp*, beberapa jenis *Phacus*, *Trachellomonas* dan *Mycrocistis sp*. *Trachellomonas* merupakan salah satu jenis

Tabel 3. Kandungan Klorofil-a, TSS/VSS, Sulfat dan COD di Air Kolong

| No. | Kolong    | Klorofil-a (mg/m <sup>3</sup> ) |         | TSS (mg/L) |      | VSS mg/L |       | SO <sub>4</sub> mg/L | COD mg/L |
|-----|-----------|---------------------------------|---------|------------|------|----------|-------|----------------------|----------|
|     |           | Mei                             | Okt     | Mei        | Okt  | Mei      | Okt   |                      |          |
| 1   | Kudaho    | 26.60                           | 27.268  | 4.00       | 17.2 | 4.00     | 17.2  | 5.75                 | 27.00    |
| 2   | Airport   | 13.96                           | 23.568  | 6.00       | 13.2 | 6.00     | 13.2  | 8.03                 | 58.67    |
| 3   | Grasi     | 11.36                           | 290.966 | 13.60      | 10.4 | 10.80    | 10.40 | 23.72                | 60.33    |
| 4   | Siping    | 163.59                          | 42.998  | 6.80       | 16.8 | 6.40     | 16.0  | 15.56                | 78.67    |
| 5   | Spiritus  | 2.77                            | 6.068   | 8.80       | 6.2  | 7.20     | 4.60  | 7.33                 | 57.00    |
| 6   | Air Nyato | 2.73                            | 8.543   | 10.80      | 12.8 | 7.60     | 10.8  | 8.59                 | 17.00    |
| 7   | TB 1.9    | 0.60                            | 1.275   | 20.40      | 6.6  | 2.40     | 3.2   | 2162.03              | 18.67    |

Fitoplankton di perairan merupakan produser primer yang memegang peranan penting dalam kesinambungan rantai makan untuk konsumen tingkat kedua dan ketiga, seperti crustacean dan ikan. Nilai beberapa parameter kualitas air, seperti konsentrasi nutrien mempengaruhi variasi dan kelimpahan fitoplankton yang terdapat pada perairan tersebut. Dominansi fitoplankton dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan diantaranya faktor fisika, kimia dan hidrologi (Reynold, 1993). Kelimpahan fitoplankton yang rendah berhubungan dengan kondisi nutrien dan polutan yang terdapat pada kolom air. Kelimpahan dari fitoplankton untuk beberapa famili yang ditemukan di kolong bekas tambang timah dapat dilihat pada Tabel 4. Kecuali untuk kolong Air Nyato dan TB 1.9, jenis chlorophyceae mendominasi di hampir semua kolong.

Jenis fitoplankton *Staurastrum*, *Cosmarium* dan *Closterium*, *Piridinium* *Trachellomonas* *Microcystis* umum ditemukan pada kolong-kolong yang sudah

yang menjadi indikator bahwa perairan tersebut telah tercemar senyawa organik. *Staurastrum* merupakan salah satu jenis dari family Chlorophyta yang menjadi indikator kondisi perairan eutrofik selain *Cosmarium* dan *Closterium* (Coesel, 1983 dalam Wehr & Sheath, 2003). Sudah ditemukannya jenis *Microcystis* dan termasuk dominan ditemui di beberapa kolong mengindikasikan kolong bekas tambang ini sudah tercemar berat. Jenis ini termasuk dalam famili Cyanophyta yang dapat tumbuh subur (*blooming*) pada perairan yang kaya nutrien dan kondisi lingkungan yang ekstrim (Wehr & Sheath, 2003). Salah satu penyebab meningkatnya populasi *Microcystis* adalah berlimpahnya kandungan fosfat air. Kesuburan *Microcystis* menjadi perhatian karena jenis ini merupakan “*poor food*” pada sistem rantai makanan yang disebabkan oleh kandungan toksin microcistin yang berbahaya terhadap rantai makanan aquatik, termasuk ikan, unggas air atau hewan lain yang meminum air tersebut. Selain itu, *Microcystis* menimbulkan permasalahan bau dan rasa



pada perairan (Vanderploeg, 2002).

Sedangkan pada kolong TB 1.9 yang merupakan kolong muda (berusia kurang dari 5 tahun), dengan tipe mineral pirit serta pH air rendah (pH <3) kelimpahan fitoplankton sangat rendah. Jenis-jenis yang mampu beradaptasi pada kondisi ini yaitu jenis fitoplankton dari famili Dinophyta, *Dinobryon* dan *Trachelomonas* dan jenis zooplankton *Branchionus sp.*

Berdasarkan komunitas dan kelimpahan plankton, kualitas perairan di

kolong Simping sudah mengalami pencemaran bila dibandingkan dengan kolong lainnya. Indeks diversitas antara 0,5495 – 1,1232 pada semua kolong ini menunjukkan nilai kelimpahan yang rendah disebabkan sudah adanya gangguan terhadap kolong sehingga didominasi oleh jenis plankton tertentu (Tabel 5). Hanya beberapa spesies fitoplankton yang dapat beradaptasi pada kondisi lingkungan ini. Perubahan kualitas air kolong bekas tambang sangat menentukan komunitas

Tabel 4. Persentase Kelimpahan dari Fitoplankton untuk beberapa Famili yang Ditemukan di Kolong

| Kolong    | Jenis Plankton   | Jumlah (%) |         |
|-----------|--|------------|---------|
|           |  | Mei        | Oktober |
| Kudaho    | Chlorophyceae ( <i>Staurastrum, Cosmarium</i> )              | 98,9       | 99,8    |
|           | Dinophyceae ( <i>Trachellomonas</i> )                        | 1,0        | 0,0     |
|           | Bacillariophyceae  | 0,0        | 0,2     |
|           | Cyanophyceae   | 1,0        | 0,0     |
| Grasi     | Chlorophyceae ( <i>Staurastrum, Cosmarium, Scenedesmus</i> ) | 91,4       | 62,0    |
|           | Dinophyceae ( <i>Trachellomonas</i> )                        | 1,4        | 18,8    |
|           | Bacillariophyceae ( <i>Urosolenia longiseta</i> )            | 7,1        | 0,0     |
|           | Euglonophyceae   | 0,0        | 12,5    |
| Airport   | Chlorophyceae ( <i>Staurastrum, Cosmarium, Scenedesmus</i> ) | 83,7       | 96,0    |
|           | Dinophyceae ( <i>Trachellomonas, Piridinium</i> )            | 15,6       | 1,6     |
|           | Bacillariophyceae ( <i>Urosolenia longiseta</i> )            | 0,2        | 0,0     |
|           | Cyanophyceae ( <i>Microcystis</i> )                          | 0,2        | 0,8     |
| Simping   | Chlorophyceae ( <i>Actinastrum, Scenedesmus, Chlorella</i> ) | 80,80      | 23,46   |
|           | Dinophyceae  | 10,6       | 13,01   |
|           | Euglonophyceae   | 7,09       | 0,34    |
|           | Cyanophyceae ( <i>Microcystis</i> )                          | 1,0        | 59,59   |
| Spiritus  | Chlorophyceae ( <i>Staurastrum, Cosmarium, Scenedesmus</i> ) | 70,4       | 98,0    |
|           | Dinophyceae ( <i>Piridinium, Gymnodium, Trachellomonas</i> ) | 17,3       | 1,4     |
|           | Bacillariophyceae ( <i>Urosolenia longiseta</i> )            | 1,4        | 0,0     |
| Air Nyato | Chlorophyceae ( <i>Actinastrum, Scenedesmus, Chlorella</i> ) | 12,22      | -       |
|           | Dinophyceae ( <i>Dinobryon, Piridinium, Gymnodium</i> )      | 13,33      | -       |
|           | Euglonophyceae   | 2,22       | -       |
|           | Cyanophyceae ( <i>Microcystis</i> )                          | 71,1       | -       |
|           | Bacillariophyceae ( <i>Urosolenia longiseta</i> )            | 1,11       | -       |
| Tb 1.9    | Cyanophyceae ( <i>Anacystis</i> )                            | 20         | -       |
|           | Dinophyceae ( <i>Dinobryon, Trachelomonas</i> )              | 60         | -       |
|           | Zooplankton ( <i>Branchionus sp</i> )                        | 20         | -       |

fitoplankton yang terdapat di kolong tersebut (Kalin *et al*, 2001). Perbedaan tipe gangguan pada kolong menyebabkan terjadinya perbedaan kelimpahan fitoplankton yang mengindikasikan adanya variasi kestabilan lingkungan yang berbeda antara kolong tersebut. Penambahan posfat ke danau bekas tambang dapat mempercepat penyuburan air danau (Dessouki *et al*, 1999). Tingginya kelimpahan fitoplankton juga disebabkan tercukupinya intensitas cahaya pada kolom air. Goldman & Horne (1983) menyatakan bahwa kondisi suatu perairan secara umum dikarakterisasi oleh *strong mixing* dan kedalaman air yang menyebabkan beberapa spesies fitoplankton muncul pada permukaan dan memperoleh intensitas cahaya yang cukup untuk berfotosintesis.

Nilai TSI (*Trophic Status Index*) berdasarkan perhitungan TSI Carlson dilihat dari kandungan TP, khlorofil-a dan kedalaman secchi, menunjukkan bahwa kondisi status trophik kolong berkisar dari

mesotrophik, eutrophik ringan, sedang sampai dengan hypereutrophik (Tabel 6). Kondisi status trophik kolong mencerminkan jenis pemanfaatan dari kolong tersebut. Kolong Simpang yang sudah mengalami hypereutrophik dapat dijelaskan karena kolong ini dimanfaatkan untuk peternakan bebek peking (Gambar 6). Masukan langsung atau dari aliran permukaan beban dair sisa pakan dan feses bebek yang mengandung TN dan TP yang tinggi telah menyebabkan kolong ini mengalami penyuburan yang sangat berat (hipereutrofik). Lapisan dari gumpalan alga terlihat jelas di air kolong ini. Kolong Grasi, Kudaho, Airport, Spiritus dan Air Nyato yang juga menerima beban masukan organik dari aktivitas budidaya ikan dengan KJA, restoking, dan buangan domestik juga sudah mengalami kondisi eutrophik terutama pada musim kemarau dimana debit air menurun hingga 1,5 m, sedangkan dan kedalaman Secchi menurun sampai dengan 10 – 30 cm.

Tabel 5. Indeks Keragaman dan Dominansi Fitoplankton di Air Kolong

| Nama Kolong | Indeks Diversitas (H) | Indeks Dominansi (C) |
|-------------|-----------------------|----------------------|
| Grasi       | 0,5786                | 0,2800               |
| Airport     | 0.8370                | 0.2281               |
| Simpang     | 0.7803                | 0.4476               |
| Spiritus    | 1,1232                | 0,0876               |
| Air Nyato   | 0,5495                | 0,5156               |
| TB 1.9      | 0,5786                | 0,2800               |

Tabel 6. Status Trophik Kolong Bekas Tambang Timah Berdasarkan Perhitungan TSI Carlson

| Kolong    | Nilai TSI | Status Trophik   |
|-----------|-----------|------------------|
| Kudaho    | 62        | Eutrophik sedang |
| Grasi     | 68        | Eutrophik sedang |
| Airport   | 60        | Eutrophik sedang |
| Simpang   | 93        | Hypereutrophik   |
| Spiritus  | 52        | Eutrophik ringan |
| Air Nyato | 53        | Eutrophik ringan |
| Tb1.9     | 48        | Mesotrophik      |



Gambar 6. Perubahan Warna Air dan Status Hypereutrophik dari Kolong Akibat Aktivitas Peternakan Bebek

Cepat menurunnya kualitas air kolong akibat pemanfaatan oleh manusia yang meningkatkan beban masukan ke dalam kolong dikarenakan secara fisik tidak adanya inlet ataupun outlet sehingga kualitas air kolong sangat dipengaruhi oleh proses evapokonsentrasi. Pada musim hujan terjadi pengenceran senyawa terlarut di air kolong namun pada musim kemarau kandungan senyawa menjadi terkonsentrat dikarenakan menurunnya debit air secara signifikan (Shevenell *et al*, 1999; Espana *et al.*, 2008)..

Kolong yang merupakan galian bekas tambang mempunyai kandungan logam yang relatif lebih tinggi di bandingkan perairan umum (Brahmana *et al.*, 2004; Shevanell *et al.*, 1999). Kandungan logam di air dan sedimen kolong dapat dilihat pada Tabel 7 dan 8. Kandungan logam di kolong TB 1.9 ini juga cukup tinggi di bandingkan kolong lainnya. Kandungan beberapa logam melebihi baku mutu air minum atau air bersih (PPLH No. 82, 2001; USEPA,1999). Kolong ini juga terus menerima aliran asam tambang dari aktivitas tambang disekitarnya. Kandungan logam di air dan di sedimen kolong

mencerminkan jenis mineral dominan pada batuan geologi disekitar kolong (Espana *et al*, 2008; Shevenell *et al*, 1999; Eary, 1999). Seperti kolong TB 1.9, dilihat dari kandungan logam sedimen yang didominasi oleh Fe dan Pb serta kandunagn sulfat yang tinggi menunjukkan bahwa mineral dominan diarea kolong ini adalah mineral sulfida seperti pirit ( $Fe_2S$ ) dan galena (PbS). Mineral dominan ditemukan diarea kolong Air Nyato, Kudaho dan Spiritus yang adalah kaolinite yang mengandung alumnimum. Kandungan logam di sedimen yang tinggi menunjukkan potensi pelepasan logam ke badan air masih tinggi apabila kondisi lingkungan lainnya menunjang untuk proses pelepasan logam (*metal leaching*) seperti pH rendah atau keberadaan senyawa ligand yang menyebabkan logam terlepas dari ikatan senyawa mineral dan terlepas ke kolom air. Karakteristik limnologis kolong seperti pH dan kandungan logam sangat dipengaruhi oleh fisik kolong dan proses hidrogeokimia yang terus berlangsung baik akibat pengaruh perubahan iklim ataupun aktivitas manusia (Stumm & Morgan,1995; Espana *et al*, 2008; Shevenell *et al*, 1999; Eary, 1999).

Tabel 7. Kandungan Logam di Air Kolong Bekas Tambang Timah

| Kolong    | mg/L        |             |      |               |               |
|-----------|-------------|-------------|------|---------------|---------------|
|           | Fe          | Al          | Mn   | Zn            | Pb            |
| Kudaho    | 0.05 - 0.22 | 0.07 - 0.15 | 0.11 | 0.04 - 0.06   | 0.01          |
| Grasi     | 0.13 - 0.26 | 0.06 - 0.21 | 0.31 | 0.01- 0.07    | 0.13-0.24     |
| Airport   | 0.12 - 0.14 | 0.11 - 1.26 | 1.24 | 0.06 - 1.06   | 0.08 - 0.31   |
| Simping   | 0.34 - 0.72 | 0.07- 0.1   | 3.85 | 0.020 - 0.080 | 0.04 - 0.071  |
| Spiritus  | 0.72 - 0.12 | 0.07 - 0.12 | 3.85 | 0.03 - 0.04   | 0.01          |
| Air Nyato | 0.07        | 0.09        | 0.08 | 0.04          | 0.01          |
| Tb1.9     | 0.32 - 1.23 | 1.31        | 1.04 | 0.28 - 0.870  | 0.020 - 0.422 |

Tabel 8. Kandungan Logam di Sedimen Kolong Bekas Tambang Timah

| Kolong    | mg/Kg |         |      |       |      |
|-----------|-------|---------|------|-------|------|
|           | Fe    | Al      | Mn   | Zn    | Pb   |
| Kudaho    | 12973 | 116725  | 49.6 | 84.4  | 55.2 |
| Grasi     | 13440 | 30171   | 74   | 131.6 | 66.5 |
| Airport   | 7500  | 9202    | 33.7 | 75.3  | 45.5 |
| Simping   | 18100 | 2153    | 80.2 | 43.5  | 40.9 |
| Spiritus  | 10700 | 11129   | 58.5 | 43.5  | 32.5 |
| Air Nyato | 4200  | 9000    | 20.1 | 38.1  | 24.5 |
| Tb1.9     | 20256 | 72516.2 | 32.3 | 54.2  | 90   |

## KESIMPULAN

Fisik kolong yang tidak mempunyai aliran air masuk dan air keluar, proses geokimia dari mineral batuan di dinding dan sedimen kolong, perubahan musim seperti proses evapokonsentrasi pada musim kemarau, aktivitas pemanfaatan air kolong menentukan karakteristik limnologis kolong bekas tambang. Perubahan karakteristik limnologis kolong bekas tambang yang ekstrim dapat terjadi akibat perubahan musim dan eksploitasi pemanfaatan kolong bekas tambang yang menambah beban masukan seperti senyawa organik, TN dan TP ke dalam kolong. Dapat diimplikasikan bahwa pemanfaatan kolong bekas tambang secara langsung memperburuk kualitas air dan merubah karakteristik limnologis dari kolong bekas tambang.

## DAFTAR PUSTAKA

APHA, 2005, Standard Methods for the

Examination of Water and Wastewater, 19<sup>th</sup> ed., Washington DC.

Brahmana, S. S., Armaita Sutriati, R. Widya S. & A. Sudarna, 2004, Potensi Pemanfaatan Sumber Air pada Kolam Bekas Penambangan Timah Di Pulau Bangka, JLP. Vol. 18: No. 53.

Blodau, C., 2006, A review of Acidity Generation and Consumption in Acidic Coal Mine Lakes and Their Watersheds, Science of the Total Environment, 369:307–332.

Carlson, R. E., 1977, A Trophic State Index for Lakes, Limnology and Oceanography, Vol. 22: No. 2: 361-369.

Dessouki, T. C. E., J. J. Hudson, B. R. Neal & M. J. Bogard, 1999, The Effects of Phosphorus Additions on The Sedimentation of Contaminants in A Uranium Mine Pit-Lake, Applied Geochemistry 14: 669-687.

- Dowling Jeremy, Steve Atkin, Geoff Beale, & Glenn Alexdaner, 2004, Development of the Sleeper Pit Lake. *Mine Water dan the Environment* 23: 2–11.
- Eary L. E., 1999, Review: Geochemical and Equilibrium Trends in Mine Pit Lakes, *Applied Geochemistry*. 14:963-987.
- Espana J. S., E. L. Pamo, E. S. Pastor & M. D. Ercilla, 2008, The Acidic Mine Pit Lakes of The Iberian Pyrite Belt: An Approach to Their Physical Limnology and Hydrogeochemistry. *Applied Geochemistry*, 23:1260-1287.
- Goldman, C.R. & Horne, A.J., 1983, *Limnology*, New York: McGraw-Hill Book Company.
- Presscott, G.W., 1951, *Algae of The Western Great Lakes Area*, Cranbook Institute of Science, 946p.
- Sengupta M., 1993, *Environmental Impacts of Mining: Monitoring, Restoration and Control*, CRC Press LLC. Florida.
- Shevenell, L., K. A. Connors, & C. D. Henry, 2005, Controls on Pit Lake Water Quality at Sixteen Open-Pit, *Water Research* 39:3055–3061
- Stumm, W. & J.J. Morgan, 1996, *Aquatic Chemistry: Chemical Equilibria and Rates in Natural Waters*, John Wiley & Sons, New York, 1022p.
- Subardja, Achmad Dj, Anggoro T, Rhazista N, Dwi Sarah, Arianto & Nining, 2004, *Studi Pengelolaan dan Pemanfaatan Lahan Bekas Penambangan Timah di Pulau Bangka dan Pemanfaatan Lahan Bekas penambangan Timah di Pulau Bangka*, Laporan Teknis Proyek Puslit Geoteknologi-LIPI.
- USEPA, 1999, *Drinking Water Standard*. Adopted from: <http://www.epa.gov/ogwdw000/wot/appa.html>
- Wehr, J.D. & R. G. Sheath, 2003, *Freshwater Algae of North America. Ecology and Classification*, USA: Academic Press.
- Weiner, E. R., 2000, *Applications of Environmental Chemistry, A practical Guide for Environmental Professionals*, CRC Press LLC, Boca Raton, pp 276.
- Vanderploeg, 2002, *The Zebra Mussel Connection: Nuisance Algae Blooms, Lake Erie Anoxia, and other Water Quality Problems in Great Lakes*, Environmental Professionals, Lewis Publishers. Boca Raton. 276p.