



KAJIAN PENEROKAAN TANAH DAN PERUBAHAN KUALITI AIR DI TANAH TINGGI LOJING, KELANTAN, MALAYSIA

(Land Exploration Study and Water Quality Changes in Tanah Tinggi Lojing,
Kelantan, Malaysia)

Wan Adi Yusoff^{1*}, Mokhtar Jaafar¹, Mohd Khairul Amri Kamarudin^{2,3}, Mohd Ekhwan Toriman^{1,2}

¹School of Social, Development and Environmental Studies, Faculty of Social Sciences and Humanities,
Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 UKM Bangi, Selangor, Malaysia

²East Coast Environmental Research Institute (ESERI),
Universiti Sultan Zainal Abidin, Gong Badak Campus, 21030 Kuala Terengganu, Terengganu, Malaysia

³Faculty of Design Arts and Engineering Technology,
Universiti Sultan Zainal Abidin, Gong Badak Campus, 21030 Kuala Terengganu, Terengganu, Malaysia

*Corresponding author: wanadi.ukm@gmail.com

Received: 14 April 2015; Accepted: 19 July 2015

Abstrak

Aktiviti penerokaan tanah di kawasan Tanah Tinggi tanpa mitigasi dapat memberi impak besar terhadap kesihatan persekitaran di dalam Lembangan tersebut. Tanah Tinggi Lojing Gua Musang merupakan antara kawasan yang dibangunkan bagi aktiviti pertanian komersil. Sungai Belatop merupakan antara sungai yang terjejas dan memberi kesan terhadap bekalan sumber air penduduk setempat. Kajian ini dijalankan bagi mengetahui perkaitan antara pembangunan tanah dengan perubahan kualiti air sungai di Lembangan Sungai Belatop. Kajian dijalankan berdasarkan analisis data daripada Jabatan Pengairan dan Saliran bermula dari Februari hingga Oktober 2012 secara berkala. Dapatan menunjukkan, pembangunan tanah di kawasan Tanah Tinggi Lojing telah memberi kesan negatif kepada kualiti air di kawasan kajian. Dimana, nilai sedimen terampai (SS) adalah tinggi dengan nilai 1161 mg/L, nilai Turbidity mencapai 991(NTU) dan terus meningkat pada musim hujan kesan aliran permukaan yang menghakis permukaan tanah tidak berkenopi. Kandungan Magnesium juga telah meningkat iaitu 0.66 mg/L kepada 1.38 mg/L. Kandungan magnesium yang tinggi terhasil daripada penggunaan baja dalam aktiviti pertanian di kawasan kajian. Kandungan baja kimia yang berlebihan menyebabkan kandungan nilai kalsium (Ca) di lapangan bernilai 3.18 mg/L. Kandungan ferum dalam air juga telah melepasi 0.3 mg/L iaitu Kelas IIA/B dan Kelas III berdasarkan IKA. Justeru itu, beberapa cadangan dikemukakan bagi mengurangkan masalah.

Kata kunci: perubahan gunatanah, muatan sedimen, pengurusan sumber air, Tanah Tinggi Lojing

Abstract

Land exploration activities in the highlands areas without mitigation can give more impact on the environment health in the river basin. Tanah Tinggi Lojing Gua Musang is one of the commercial areas developed for agricultural activities. Sungai Belatop is one of the affected river at Tanah Tinggi Lojing. This article was conducted to investigate the relationship of land development and water quality changes in the Belatop river basin. The study was conducted by analyzing data from the Department of Irrigation and Drainage starts from February to October 2012. The results indicated the development of land exploration activities in the Tanah Tinggi Lojing area has affected on water quality parameters in the area. Where, the suspended sediment (SS) is high with 1161 mg/L, turbidity value is 991 (NTU) and this parameters is increasing on the rainy season impacted from surface erosion and surface runoff at land is not covered. Magnesium content also has increased from 0.66 mg/L to 1.38 mg/L. The high content magnesium result is from fertilizers used in agricultural activities in the study area. Chemical fertilizers content excessive causes the contents of calcium (Ca) high (3.18 mg/L). Ferum content in the water has also exceeded (0.3 mg/L) were on Class IIA/B and Class III by WQI. Therefore, some recommendations is proposed to reduce and solving this problem.

Keywords: land use changes, sediment load, water resource management, Tanah Tinggi Lojing

Pengenalan

Perubahan alam semulajadi akibat aktiviti manusia telah lama menjadi perhatian penduduk dunia. Degradasi alam sekitar wujud apabila manusia membangunkan sesuatu kawasan yang mempunyai nilai-nilai ekonomi hasil daripada sumber alam yang terdapat di sesebuah kawasan [1,2]. Pembangunan yang pesat, tanpa kawalan dan tidak mesra alam telah menyebabkan kemusnahan yang akhirnya menjadi ancaman kepada kesejahteraan kepada penduduk sekitar [3 – 6]. Dalam konteks pembangunan tanah di kawasan Lojing Gua Musang ini, terdapat beberapa aktiviti yang telah dikenal pasti seperti pembangunan tanah untuk pertanian sayur secara intensif, penerokaan tanah untuk pembalakan, projek ladang rakyat, kerja tanah untuk membangunkan infrastruktur di kawasan lojing seperti pembinaan jalan raya, penempatan masyarakat asli, projek bandar baru Lojing yang sudah pasti memberi impak kepada perubahan landskap akibat aktiviti tersebut.

Aktiviti pembangunan tanah di kawasan Tanah Tinggi Lojing Gua Musang yang dimajukan untuk aktiviti pertanian komersil telah mengakibatkan perubahan terhadap beberapa parameter kualiti air dan kesihatan lembangan sungai-sungai di kawasan tersebut. Antara Sungai yang terjejas teruk akibat pembangunan tanah ini ialah Sungai Belatop. Ini telah memberi kesan terhadap bekalan sumber air kepada penduduk sekitar khususnya masyarakat asli yang tinggal berhampiran dengan tebing sungai [7].

Sungai Belatop merupakan antara sungai untuk sumber bekalan air utama untuk kegunaan seharian bagi penduduk di Kawasan Lojing. Justeru itu, kajian ini dijalankan untuk mengenalpasti jenis-jenis pembangunan tanah yang wujud di Tanah Tinggi Lojing, faktor-faktor yang menyumbang kepada perubahan parameter air di Lembangan Sungai Belatop, serta mengkaji beberapa perubahan kualiti air di Sungai Belatop kesan daripada pembangunan guna tanah di kawasan tersebut. Kajian awal ini juga adalah untuk melihat perkaitan antara pembangunan tanah dengan perubahan kualiti air sungai di Lembangan Sungai Belatop yang mendatangkan masalah kepada masyarakat setempat akibat muatan sedimen yang tinggi, perubahan warna, terjejasnya sumber makanan protien dari sungai tersebut dan akhirnya boleh menyumbang kepada masalah banjir akibat sungai menjadi semakin cetek [8,9].

Bahan dan Metodologi

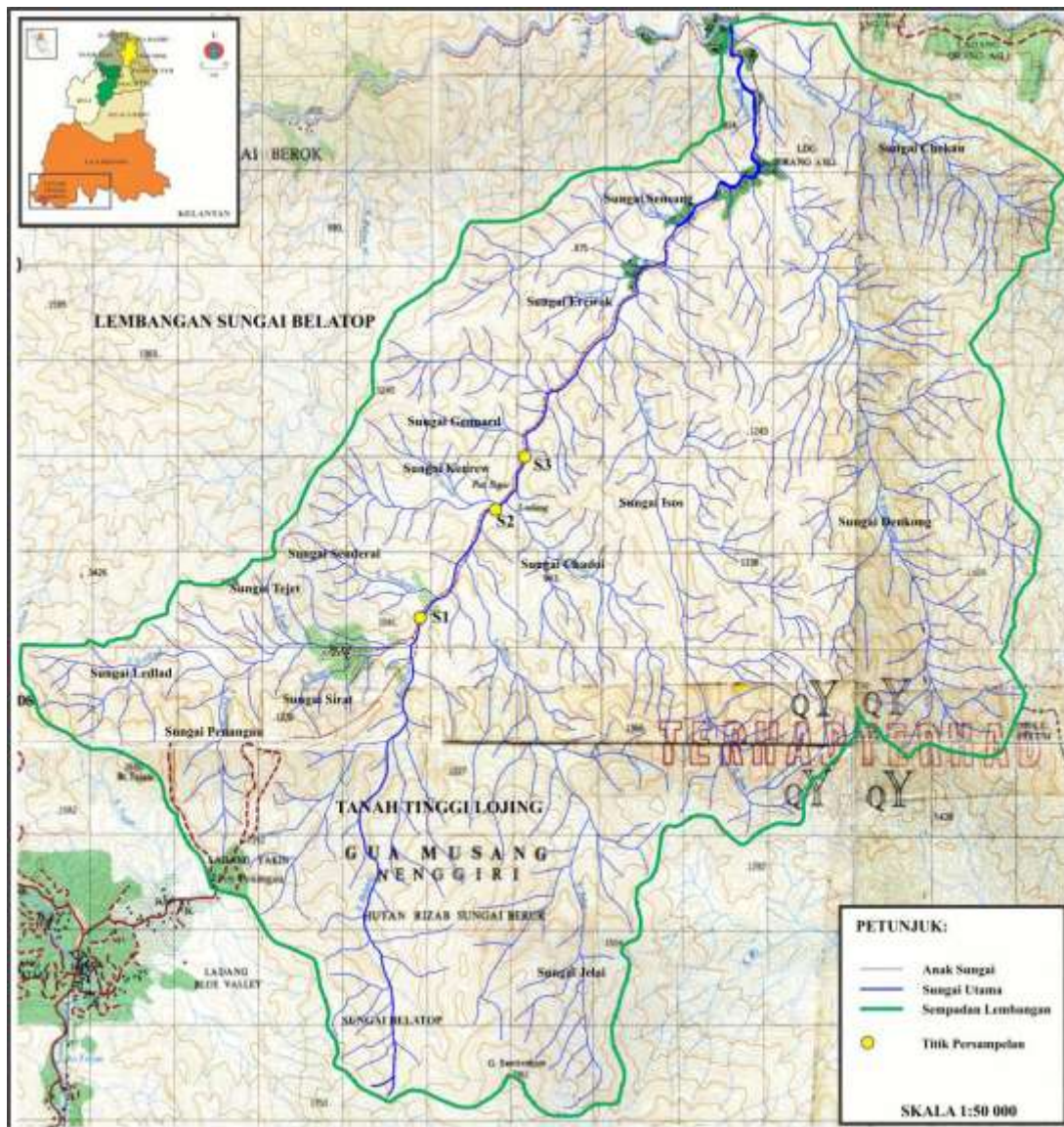
Kawasan Kajian

Tanah tinggi Lojing terletak disebelah utara Cameron Highland yang merupakan jajahan yang ke sebelas bagi Negeri Kelantan. Jajahan kecil Lojing sedang berkembang maju sebagai pusat agro pertanian dan agro perlancongan kerana faktor geografi yang menarik dari segi suhu, ketinggian dan kedudukan yang strategik bersebelahan dengan negeri Pahang, Perak dan Kelantan. Kawasan ini berketinggian 750-1400 meter dari paras laut. Muka buminya berbukit bukau dan berhutan tebal dengan suhu 16°C-26°C. Kadar hujan 2200mm-2700mm setahun. Jenis tanah di kawasan ini adalah jenis syel (lempung berpasir) yang mudah terhakis. Secara geografinya, Tanah Tinggi Lojing terletak pada kedudukan garis lintang 04037'00.0" U dan 101027'00.0" T. Tanah Tinggi Lojing berkeluasan 181,700 hektar, bersamaan dengan 1817 km² [7].

Kawasan ini terdiri daripada tiga daerah iaitu Betis, Hau dan Sigar. Sehingga Disember 2009 penduduk seramai 8,982 orang. Daripada jumlah tersebut 7,482 orang adalah Orang Asli berketurunan Temiar dan Semai, 200 orang penduduk Melayu, Cina dan India manakala 1300 orang pekerja asing yang terdiri daripada pekerja Bangladesh, Pakistan, Myanmar dan Indonesia. Kerajaan negeri bekerjasama dengan kerajaan persekutuan serta agensi swasta untuk membangunkan kawasan ini dengan menyediakan pelbagai kemudahan asas seperti perhubungan, pengangkutan, kesihatan dan pendidikan untuk meningkatkan taraf hidup penduduk dengan konsep pelancongan agro.

Pada peringkat awal pembangunan Tanah Tinggi Lojing, akses jalanraya yang menghubungkan Tanah Tinggi Lojing dan Tanah Tinggi Cameron adalah melalui tiga jalanraya, iaitu Jalan Kg. Pulau, Jalan Galas Setia, dan Jalan Sungai Raya. Kerancakkan pembangunan aktiviti pertanian di kawasan Tanah Tinggi Lojing telah menyebabkan kerajaan negeri Kelantan telah mengambil inisiatif untuk membina jalanraya yang bermula dari

Simpang Pulai, Perak, ke Tanah Tinggi Lojing, dan terus ke Gua Musang. Rajah 1 dibawah menunjukkan kawasan lembangan Sungai Belatop yang merupakan tulang belakang Tanah Tinggi Lojing. Kawasan ini merupakan kawasan yang paling aktif aktiviti pembangunan tanah khususnya aktiviti pertanian intensif sayur-sayuran.



Rajah 1. Kawasan Lembangan Sungai Belatop Tanah Tinggi Lojing

Aktiviti pembangunan tanah untuk pertanian intensif sayur-sayuran, kerja-kerja tanah untuk penanaman ladang kelapa sawit dan pembalakan yang berterusan serta tidak mesra alam telah memberi kesan negatif dan menyebabkan berlaku hakisan tanah yang menyumbang kepada kemasukan sedimen yang berlebihan ke dalam sungai. Ini mengakibatkan degradasi tanah, gangguan kepada ciri fiziko-kimia tanah dan juga hakisan tanah. Selain itu, penyusutan isipadu air sungai yang serius pada musim kemarau menyumbang kepada proses endapan sedimen. Sekiranya dilihat daripada aspek hidrologi, sungai memainkan peranan sebagai medium penyeimbangan hujan, air

larian, agen peningkatan sedimen dan bahan kelodak serta kitaran nutrien [10 –13]. Justeru itu, kajian ini telah dijalankan bagi menganalisis aktiviti pembangunan tanah dan hubungannya perubahan kualiti air di tanah tinggi Lojing.

Pengumpulan data lapangan telah dijalankan pada Februari-Oktober 2012, yang melibatkan pengambilan sampel air sungai Belatop di beberapa titik persampelan terpilih. Pengambilan sampel air Sungai Belatop diambil dengan menggunakan teknik cekup dengan mengambil sampel air di atas permukaan sungai. Teknik cekup ini dilakukan dengan menggunakan botol sampel 500 ml bagi setiap titik persampelan. Setiap sampel kemudiannya dilabel dan dikodkan dengan nombor titik persampelan, tarikh dan masa sampel ini diambil. Setiap sampel air yang diambil adalah menggunakan amber botol bertujuan untuk memastikan sampel air tidak dipengaruhi oleh cahaya untuk proses analisis BOD [5,14,15]. Setiap botol sampel air akan disimpan di dalam bekas yang berisi ais, bertujuan untuk mengekalkan suhu sampel air sebelum analisis makmal. Pencerapan data dan pengambilan sampel air ini hanya dilakukan sekali sahaja pada keadaan cuaca yang baik.

Hasil dan Perbincangan

Hasil kajian menunjukkan, guna tanah di kawasan Lojing masih lagi didominasi oleh kawasan hutan yang mencatat keluasan 169,683.9 hektar (93.4%). Antaranya Hutan Simpan kekal Lojing (14,230.7 hektar), Hutan Simpan Kekal Sungai Besi (55,397.7 hektar), Hutan Simpan Kekal Batu Papan (6285.8 hektar), Hutan Simpan Kekal Ninggiri (271.7 hektar), Hutan Simpan Kekal Perias (15,174.4 hektar) serta hutan tanah kerajaan (51 702 hektar) (Jadual 1). Sebanyak 10,541.7 hektar telah diluluskan untuk pembangunan pertanian atau pun telah di majukan dengan tanaman berhawa sederhana seperti sayur-sayuran, buah-buahan dan bunga-bunga. Selain itu di sebelah timur jajahan Lojing yang mana kedudukannya lebih rendah di usahakan projek tanaman kelapa sawit secara perladangan yang berskala besar.

Jadual 1. Guna Tanah Jajahan Kecil Lojing

Guna Tanah	Luas (Hektar)	Peratus (%)
Bukan Tepu bina	181,140.17	99.69
Hutan	169,682.91	93.39
Pertanian	10,541.67	5.7
Badan Air	915.6	0.5
Tepu Bina	559.83	0.31
Kediaman	79.28	0.04
Perniagaan dan perkhidmatan	0.09	0.01
Institusi dan kemudahan Masyarakat	156.12	0.09
Tanah Lapang dan Rekreasi	2.18	0.01
Infrastruktur dan utiliti	0.12	0.01
Pengangkutan (jalan raya)	322.05	0.18
Jumlah	181,700.0	100

Sumber: Jabatan Perancangan Bandar dan Desa Kelantan, 2012 [16]

Guna tanah badan air telah mencatatkan keluasan 915.6 hektar dengan merangkumi rangkaian sungai seperti Sg. Belatop, Sg. Broke, Sg. Nenggiri, Sg. Betis Sg. Enching, Sg. Perolak, Sg. Chenderoh dan Sg. Mering. Kawasan tepu bina mencatatkan kadar 0.31% atau 559.8 ha daripada jumlah keluasan jajahan. Antaranya komponen jalan raya, institusi dan kemudahan masyarakat, serta kediaman pejabat Lembaga Pembangunan Pertanian Kemubu (KADA) dan SK Pos Brooke. Menurut pejabat kawal selia Lojing (Mac 2010) [16,17], Sebanyak 1,198.18 ha daripada jumlah 6,752.7 ha kawasan berhutan kerajaan yang diberi milik telah dimajukan untuk pertanian (Jadual 2).

Jadual 2. Taburan Keluasan Pertanian Mengikut Agensi di Tanah Tinggi Lojing

Bil	Syarikat/Agensi	Kawasan dibuka (ha)	Jenis Guna Tanah
1.	YAKIN	758.01	Sayur-sayuran dan bunga-bunga
2.	KADA	11.41	Pusat Latihan dan Pertanian
4.	Multi System Sdn. Bhd	99.150	Sayur-sayuran
5.	Lembaga Pemegang Amanah YIK	8.090	Sayur, Bunga dan pelancongan
6.	KPKB/PKINK (Ladang Darul Naim	16.190	Sayur-sayuran dan bunga-bunga
7.	DAMAI/PKINK	43.160	
8.	DAMAI”Ladang Rakyat” Fasa I,II dan III	134.765	Logan, Pisang Kaki, Laici
9.	DOA (TKPM Lojing)	24.214	Sayur-sayuran
10.	Liquid Gold Sdn. Bhd	12.140	Sayur-sayuran
11.	All Green Agritech Sdn. Bhd	78.910	Pertanian Paku-pakis
12.	Majlis Daerah Gua Musang	4.046	Sayur-sayuran dan bunga-bunga
13.	Mengkebang Resources Sdn. Bhd	12.140	Sayur-sayuran
14.	Projek D’Raja	4.047	Sayur dan Strawberi

Sumber: Jabatan Perancangan Bandar dan Desa Kelantan, 2012 [16]

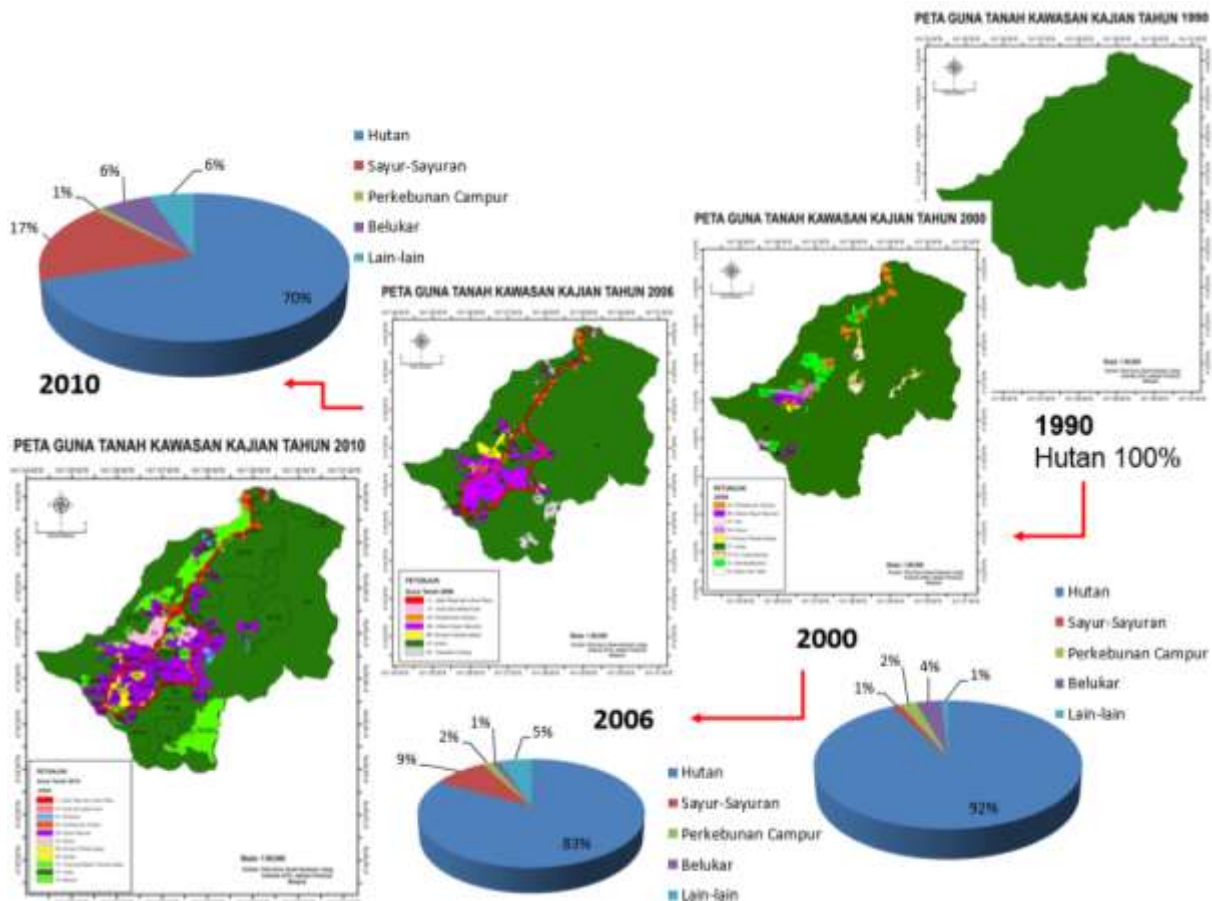
Berdasarkan Jadual 2, di atas didapati kawasan pertanian Lojing dimajukan untuk pertanian intensif sayur-sayuran yang menyumbang kepada pendapatan syarikat atau agensi yang terlibat. Beberapa agensi milik kerajaan negeri menandatangani projek usaha sama dengan pihak swasta dalam mengusahakan projek pertanian di kawasan tersebut. Kawasan berhutan di Jajahan Kecil Lojing yang terletak di luar *Special Management Area* (SMA) juga telah diberi milik kepada beberapa agensi untuk pembangunan aktiviti pertanian khususnya sepanjang lebuh raya Cameron Highland- Gua Musang [7]. Perkembangan ini didapati bercanggah dengan saranan daripada kajian “*Study for sustainable development of the highland in panisula Malaysia (2002)*” [16] dengan hanya membenarkan pembangunan aktiviti pertanian dalam kawasan SMA sahaja. Untuk pembangunan pertanian secara tradisional ia hanya dibenarkan di kawasan berkecerunan kurang daripada 25 darjah. Manakala pembangunan secara berstruktur (*rain shelter*) hanya dibenarkan di kawasan dibawah 35 darjah dan tertakluk kepada garis panduan pertanian dan alam sekitar.

Berdasarkan hasil pemerhatian, kebanyakan pengusaha pertanian khususnya sayur-sayuran dan bunga-bunga di kawasan tanah tinggi ini menggunakan sistem pelindung hujan (*rain shelter*). Dibawah sistem ini tanaman sayur-sayuran dan bunga-bunga ditanam di bawah struktur yang ditutup dengan plastik yang dikelilingi oleh sistem net untuk mengawal serangga. Bagi tanaman sayur-sayuran seperti tomato dan cili sistem fertigasi digunakan untuk membekalkan air dan nutrin kepada tanman. Penggunaan sistem ini memerlukan kos pembangunan yang amat tinggi serta memerlukan pelaksanaan kerja-kerja tarahan dan pemotongan lereng-lereng bukit (*land-levelling*). Penggunaan jentera-jentera berat telah digunakan untuk memotong dan menolak tanah bagi membentuk tapak yang rata untuk pertanian [7,16].

Kerja-kerja tanah yang berleluasa serta tidak mesra alam menyebabkan aktiviti hakisan tanah dan seterusnya mencemarkan rangkaian sistem sungai akibat aliran lumpur dan sedimen. Sistem pelindung hujan merupakan sistem yang tidak mesra alam dan memerlukan langkah-langkah mitigasi hakisan tanah oleh pengusaha. Selain itu penggunaan sistem ini turut berpotensi dalam menghasilkan sisa-sisa pertanian yang banyak. Setiap satu hektar tapak pertanian yang menggunakan sistem ini berupaya menghasilkan sisa cocopeat dan beg plastik seberat 24 tan dalam tempoh setahun seperti berikut:

- 1 hektar = 24 unit struktur pelindung hujan
- 1 unit pelindung hujan = 1 tan sisa cocopeat dan beg plastik
- Plastik pelindung hujan akan ditukar setiap 5 tahun dengan anggaran berat sebanyak 40kg per unit struktur atau 960kg (1 tan) per hektar.

Sekiranya diandaikan 80% daripada aktiviti tanaman sayur-sayuran di Tanah Tinggi Lojing menggunakan sistem ini, dengan keluasan 1095.86 hektar (2010), ia berupaya menghasilkan 26301 tan sisa cocopeat dan beg plastik setahun. Sekiranya sisa ini dibuang terus kedalam sungai sudah tentu ia akan mencemarkan sumber air bagi penduduk setempat.



Rajah 2. Analisis Perubahan Guna Tanah di Kawasan Lembangan Sungai Belatop [16]

Manakala berdasarkan analisis perubahan guna tanah yang telah dijalankan di kawasan Lembangan Sungai Belatop menunjukkan perubahan yang ketara telah berlaku bagi tahun 1990 hingga 2010. Rajah 2 menunjukkan, pengurangan hutan di kawasan Lembangan Sungai Belatop adalah semakin berkurangan iaitu dengan kadar 100% pada tahun 1990 ke 92% pada tahun 2000 dan semakin berkurangan pada tahun 2006 iaitu sebanyak 83% dan terus berkurang menjadi 70% pada tahun 2010. Pengurangan kawasan hutan yang berkonopi tebal di kawasan tanah tinggi adalah amat membimbangkan. Kawasan cerun yang tinggi tanpa dilindungi tumbuhan berkonopi akan menyebabkan proses hakisan berlaku dengan lebih cepat, hal ini akan menyebabkan air larian permukaan akan

mengalir dengan lebih cepat yang akan menyebabkan proses hakisan dan sedimentasi menjadi lebih tinggi dan memberi kesan negatif kepada sungai tersebut [18,19,20].

Isu utama pembangunan dan aktiviti pertanian di kawasan kajian adalah pencemaran sumber air disebabkan oleh hakisan tanah. Pencemaran ini akan menyebabkan sungai mengalirkan aliran lumpur dan mendapan sedimen lama kelamaan boleh menyebabkan sungai menjadi semakin cetek. Penduduk yang bergantung kepada sungai untuk mendapatkan bekalan air bagi kegunaan harian akan kehilangan sumber air bersih. Selain itu, sumber makanan seperti ikan dan udang juga terjejas akibat pencemaran sungai di kawasan kajian.

Salah satu sungai yang terjejas teruk ialah Sungai Belatop. Sungai ini panjangnya 13 km menganjur dari pedalaman Banjaran Titiwangsa melalui kawasan Lojing. Lembangan sunga ini merupakan kawasan yang paling aktif penggunaan tanah khususnya aktiviti pertanian sayur-sayuran. Rajah 3 menunjukkan bacaan parameter Sungai Belatop dari Januari hingga Oktober 2012.

Jadual 3. Bacaan Parameter Kualiti Air di Sungai Belatop dari Januari – Oktober 2012

Bil	Perkara/ Tarikh Bacaan	21/02/12	22/04/12	06/06/12	10/08/12	23/10/12
1	Suhu (°C)	21.25	22.59	22.46	21.74	20.29
2	Oksigen Terlarut (%)	109.8	109.5	98.3	115.0	103.9
3	Pepejal Terlarut (mg/l)	9.74	9.46	8.52	10.10	9.4
4	Permintaan Oksigen Biokimia, BOD (mg/l)	8	6	13	2	7
5	Permintaan Oksigen Kimia, COD (mg/l)	43	19	44	5	23
6	pH @ 25 deg. C	5.39	6.51	7.07	6.79	6.04
7	Pepejal Terampai (mg/l)	2640	204	1110	154	198
8	Ammonia Nitrogen, NH ₃ -NL mg/l	0.03	0.04	0.05	0.07	<0.01



Dapatan menunjukkan pembangunan tanah di kawasan Tanah Tinggi Lojing telah memberi kesan yang nagetif kepada penduduk setempat khususnya dalam aspek perubahan beberapa parameter air di kawasan kajian. Dapatan menunjukkan nilai pepejal terampai agak tinggi dengan nilai mencecah 2640 mg/L pada bulan Feb 2012. Bacaan ini terus meningkat pada musim hujan kerana aliran lumpur dari kawasan terdedah akan mengalir masuk ke dalam sungai [10,21].

Kandungan baja kimia yang berlebihan seterusnya dibawa ke aliran sungai menerusi kejadian hakisan tanah khususnya apabila berlaku hujan lebat yang menyebabkan hakisan tanah serta larian air permukaan tanah [22]. Kalsium (Ca), bacaan tertinggi adalah Sungai Belatop dengan 3.18 mg/L iaitu pada Mei 2008. Kandungan ferum dalam air telah melepasi 0.3 mg/L iaitu di dalam Kelas IIA/B dan Kelas III berdasarkan nilai Indeks Kualiti Air (IKA). Bacaan ini bertambah teruk sehingga mencecah 4.37 mg/L pada Oktober 2012.

Kesimpulan

Secara keseluruhan, kajian menunjukkan aktiviti penerokaan tanah yang pesat berlaku di Tanah Tinggi Lojing, Kelantan adalah amat membimbangkan. Kemerosotan kualiti air di Sungai Belatop, Tanah Tinggi Lojing bukan sekadar melibatkan pencemaran fizikal, malah melibatkan kandungan kimia yang agak tinggi kesan daripada baja yang digunakan. Justeru itu, beberapa cadangan dikemukakan untuk mengurangkan masalah ini bagi menjamin sumber bekalan air untuk generasi akan datang. Perkara utama yang harus diberi perhatian ialah pihak pengurusan. Negeri Kelantan mempunyai empat jawatankuasa yang berkaitan dengan pembangunan tanah tinggi iaitu Jawatankuasa Pembangunan Tanah Tinggi Lojing (TTL), Jawatankuasa Kerja Pemantauan Pembangunan TTL, Jawatankuasa Kerja Pelan Pembangunan TTL dan Jawatankuasa Penguatkuasaan Pembangunan TTL. Kesemua jawatankuasa ini hendaklah memainkan peranan dalam mengawal, memproses dan menyelaras pembangunan di TTL.

Selain itu, aspek penguatkuasaan pihak Jabatan Alam Sekitar amatlah perlu bagi mengawal pembangunan agar mengikut apa yang telah digariskan dalam penilaian impak alam sekitar (EIA). Projek-projek pembangunan tanah tinggi juga tertakluk kepada Akta Kualiti Alam Sekeliling 1974. Sebahagian projek pertanian tidak tertakluk dengan kelulusan EIA dan ESCP. Hal ini menyebabkan kerja-kerja pemotongan bukit, kerja-kerja tanah tidak terkawal yang telah menyumbang kepada hakisan sungai dan pencemaran sungai khususnya Sungai Belatop.

Penghargaan

Penulis merakamkan ucapan jutaan terima kasih kepada Universiti Kebangsaan Malaysia, Universiti Sultan Zainal Abidin (UniSZA), dan *East Coast Environmental Research Institute* (ESERI), UniSZA di atas bantuan yang diberikan.

References

1. Ghani, A.A.B., Chang, C.K., Leow, C.S. and Zakaria N.A. (2012). Sungai Pahang digital flood mapping: (2007) flood. *International Journal River Basin Management* 10 (2): 139-148.
2. Abdullah, N. M., Toriman, M. E., Md Din, H., Abd Aziz, N. A., Kamarudin, M. K. A., Abdul Rani, N. S., Ata, F. M., Saad, M. H., Abdullah, N. W., Idris, M., Jamil, N. R. (2013). Influence of Spatial and Temporal Factors i n Determining Rainfall Interception at Dipterocarp Forest Canopy, Lake Chini, Pahang. *Malaysian Journal of Analytical Sciences* 17 (1): 11–23.
3. Armas, I., Gogoase Nistoran D. E., Osaci-Costache, G. and Braşoveanu, L. (2013). Morpho-dynamic evolution patterns of Subcarpathian Prahova River (Romania). *CATENA* 100: 83-99.
4. Ashmore, P. E. and Rennie, C. D. (2013). Gravel-bed rivers: from particles to patterns. *Earth Surface Processes and Landforms* 38(2): 217-220.
5. Kamarudin, M. K. A., Toriman, M. E., Lun, P. I., Abdul Aziz, N. A. and Gasim, M. B. (2013). The hydrodynamic of Dong River, Hutan Lipur Lata Jarum, Pahang, Malaysia. *Prudence Journal of Environmental Science Research* 1(2): 5-11. 148.
6. Toriman, M.E, Gasim, M. B., Yusop, Z., Shahid, I., Mastura, S. A. S., Abdullah, P., Jaafar, M., Andul Aziz, N. A., Kamarudin, M. K. A., Jaafar, O., Karim, O., Juahir, H. and Jamil, N. R. (2012). Use of ¹³⁷Cs activity to investigate sediment movement and transport modeling in river coastal environment. *American Journal of Environment Sciences* 8: 417-423.
7. Syed Omar, S. A., Eh Rak, A., Ahmad Sanusi, A. F., and Md Yusoff, A. (2014). Benthic Macroinvertebrates Composition and Distribution at Sungai Dawai and Sungai Dekong in Lojing Highland, Gua Musang, Kelantan. *Jurnal Teknologi* 68 (3): 125-13.
8. Kamarudin, M.K.A., Idris, M. and Toriman, M.E. (2013). Analysis of *Leptobarbus hoevenii* in control environment at natural lakes. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences* 8: 142-148.
9. Md Din, H., Toriman, M. E., Mokhtar, M., Elfithri, R., Abd Aziz, N. A., Abdullah, N. M., Kamarudin, M. K. A., (2012). Loading Concentrations of Pollutant in Alur Ilmu at UKM Bangi Campus: Event Mean Concentration (EMC) Approach. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 16 (3): 353–365.
10. Kamarudin, M. K. A., Toriman, M. E., Rosli, M. H., Juahir, H., Azid, A., Mohamed Zainuddin, S. F., Abdul Aziz, N. A. and Sulaiman, W. N. A. (2014). Analysis of Meander Evolution Studies on Effect from Land Use and Climate Change at Upstream Reach of Pahang River, Malaysia. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*: 1-16.
11. Lun, P. I., Gasim, M. B., Toriman, M. E., Rahim S. A. and Kamarudin, M. K. A. (2011). Hydrological Pattern of Pahang River Basin and Their Relation to Flood Historical Event. *Jurnal e-Bangi* 6(1): 29-37.
12. Azid, A., Che Hasnam, C. N., Juahir, H., Amran, M. A., Toriman, M. E., Kamarudin, M. K. A., Mohd Saudia, M. S., Gasim, M. B. and Mustafa, A. D. (2015). Coastal Erosion Measurement along Tanjung Lumpur to Chero k Paloh, Pahang during the Northeast Monsoon Season. *Jurnal Teknologi* 74 (1): 27–34.
13. Kamarudin, M. K. A., Toriman, M. E., Sarifah A., S. M, Idris, M., Jamil, N. R. and Gasim, M. B. (2009). Temporal Variability on Lowland River Sediment Properties and Yield. *American Journal of Environmental Sciences* 5(5): 657-663.
14. Heng, G. S. and Hing, T. T. (2000). Classifying Water Quality Along Sungai Pahang and its Tributaries. *Sains Malaysiana* 29: 257-272 1.
15. Chan, N.W. (2012). Managing urban rivers and water quality in Malaysia for sustainable water resources. *Inter*

- national Journal of Water Resources Development* 28(2): 343-354.
16. Jabatan Perancangan Bandar dan Desa, JPBD. (2012). Laporan Penemuan-Kajian Pelan Pengurusan Khusus (Pemuliharaan) Tanah Tinggi Kinta-Cameron Highland- Lojing. Jabatan Perancangan Bandar dan Desa Negeri Kelantan.
 17. DID. (2000). *Urban Stormwater Management Manual for Malaysia*. Kuala Lumpur: Department of Irrigation and Drainage. Malaysia.
 18. Mohd Saudia, M. S., Azid, A., Juahir, H., Ezani, E., Toriman, M.E., Amran, M. A., Mustafaa, A. D., Azamana, F., Kamarudin, M.K.A. and Mohd Saudib, M. (2015). Flood Risk Pattern Recognition Using Integrated Chemometric Method and Artificial Neural Network: A Case Study in the Johor River Basin. *Jurnal Teknologi* 74 (1): 159–164.
 19. Sarbu C., Pop H.F., (2005). Principal component analysis versus fuzzy principal component analysis A case study: the quality of Danube water (1985-1996). *Talanta* 65(5): 1215-1220.
 20. Chabukdhara M. and Nema A. (2012). Assessment of heavy metal contamination in Hindon River sediments: a chemometric and geochemical approach. *Chemosphere* 87:945–953.
 21. Mohd Saudia, M. S., Juahir, H., Azid, A., Kamarudin, M.K.A., Kasim, M. F., Toriman, M.E., Abdul Aziz, N. A. Che Hasnam, C. N. and Samsudin, M. S. (2015). Flood Risk Pattern Recognition Using Chemometric Technique: A Case Study In Kuantan River Basin, *Jurnal Teknologi* 72 (1): 137-141.
 22. Zhou F., Liu Y. and Guo H., (2007). Application of Multivariate Statistical Methods to Water Quality Assessment of the Watercourses in Northwestern New Territories, Hong Kong. *Environmental Monitoring and Assessment* 132: 1-13.