

**KERAGAMAN BENTHOS SEBAGAI INDIKATOR KUALITAS
EKOSISTEM PERAIRAN HUTAN PRODUKSI (*Benthos Diversities as Indicator of
Riverine Ecosystem Quality of Production Forest*)**

Oleh / By:

Reny Sawitri dan / and M. Bismark

ABSTRACT

The riverine ecosystem quality in a production forest was affected by techniques of forest logging, such as conventional logging (CNV) and reduced impact logging (RIL). The study of logging impact to water quality would be looked from diversities and population of benthos in riverine on which CNV and RIL were applied, and it is used diversities of benthos as indicator of riverine quality. To get samples, the conducted method was purposive random sampling and parameters of this study were the physical and chemical water quality, the diversities of benthos, and the textur of river substrats. The result showed that the diversities of benthos in the riverine under CNV was affected by BOD and COD and in the riverine under RIL, was affected by DO. While, the water nutrient represented by value of nitrogen and phospat in RIL areas was higher than that of CNV areas. From 15 of identified benthos species in the study area, these belonged to 9 ordo. Species with high relative distribution or frequency were Laccophylus sp. (Coleoptera), Hagenius sp. (Odonata), Palaemonetes sp. (Decapoda), dan Macrobrachium sp. (Decapoda). The existence of these benthos was affected by the river substrat of riverine environment in CNV which was more clay and silt compared to RIL. Population of benthos in CNV was higher than in RIL. There were 180 individual per m² in CNV compared to 108.75 individual per m² in RIL. The existance of benthos species in the rivertne showed that water quality in those riverine is categorized good.

Key words : Reduced Impact Logging (RIL), Conventional Logging (CNV), water quality, benthos, river substrat

ABSTRAK

Kualitas ekosistem perairan di hutan produksi dipengaruhi oleh teknik penebangan hutan secara konvensional (CNV) dalam hal ini TPTI atau ramah lingkungan (*Reduced Impact Logging*, RIL). Penelitian pengaruh penebangan terhadap kualitas air bertujuan melihat dari keragaman dan populasi benthos di perairan CNV dan RIL dan menjadikan keragaman benthos sebagai indikator kualitas perairan. Metode penentuan lokasi pengambilan contoh adalah *purposive random sampling* dan parameter yang diteliti adalah kualitas fisik dan kimia air, keragaman benthos, serta tekstur dasar sungai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keragaman benthos di CNV dipengaruhi oleh BOD dan COD, sedangkan di perairan RIL, dipengaruhi oleh DO. Kandungan hara yang diindikasikan dari jumlah nitrogen dan fosfat di kawasan RIL lebih tinggi daripada di CNV. Dari 15 jenis benthos yang teridentifikasi di lokasi penelitian termasuk ke dalam 9 ordo. Jenis yang penyebarannya luas atau dengan frekuensi keberadaannya tinggi adalah *Laccophylus* sp. (Coleoptera), *Hagenius* sp. (Odonata), *Palaemonetes* sp. (Decapoda), dan *Macrobrachium* sp. (Decapoda). Keberadaan jenis benthos ini dipengaruhi oleh substrat dasar sungai di ekosistem perairan, di mana CNV lebih banyak mengandung tanah lempung dan liat dibandingkan dengan di perairan RIL, sehingga populasi benthos lebih tinggi, yaitu 180 individu per m² dibandingkan dengan 108,75 individu per m². Keberadaan jenis benthos tersebut menunjukkan kualitas air tergolong dalam kategori bersih.

Kata kunci : *Reduced Impact Logging* (RIL), *Conventional Logging* (CNV), kualitas air, benthos, substrat sungai

I. PENDAHULUAN

Sistem penebangan di hutan produksi yang didasarkan pada besarnya pengaruh terhadap lingkungannya yang telah dicobakan adalah teknik konvensional dan ramah lingkungan dengan pengaruh negatif rendah. Sistem penebangan dengan teknik konvensional dimaksud yaitu Tebang Pilih Tanam Indonesia (TPTI). Di antara perbedaan pengaruh kedua perlakuan teknik penebangan tersebut adalah perubahan fisik dan kimia ekosistem perairan sekitar kawasan hutan termasuk pengaruh perubahan fisik ekosistem perairan terhadap kehidupan biota air sungai. Perubahan ekosistem hutan dan fisik tanah hutan di sekitar sungai sebagai daerah tangkapan air sangat berpengaruh pada ekosistem perairan berupa sedimentasi, fluktuasi ketinggian air, unsur hara, logam berat, temperatur, pH, dan kandungan oksigen (James, 1979). Selanjutnya, perubahan kualitas fisik maupun kimia perairan akan mempengaruhi keragaman fauna maupun tumbuhan air seperti plankton, makroinvertebrata, ikan, serta tumbuhan air yang ada satu sama lain dalam suatu rantai makanan.

Keragaman dan kelimpahan makroinvertebrata atau benthos di ekosistem perairan dapat dijadikan indikator kualitas fisik dan kimia air karena benthos dengan habitatnya yaitu substrat dasar sungai yang relatif tetap, sehingga sangat terpengaruh oleh perubahan lingkungan akibat pencemaran lingkungan. Pencemaran lingkungan perairan secara umum menurut Mason (1991) diakibatkan oleh logam berat seperti seng, air raksa, perak, cadmium, nikel yang berasal dari limbah perindustrian dan pertanian. Pencemaran bahan organik seperti organochlorine pestisida, herbisida, minyak, dan lemak disebabkan oleh adanya limbah perindustrian, pertanian, dan rumah tangga. Bahan pencemar yang bersifat gas dapat berupa chlorine, amonia, dan anions seperti sulphate, sulphite, cianida, dan flouride. Kondisi pH perairan asam atau basa akan berpengaruh terhadap kualitas kimia air dan kandungan oksigen di dalamnya antara lain *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan

Dissolved Oxygen (DO). Dalam hal ini kualitas fisik air dipengaruhi oleh larutan yang tersuspensi, kekeruhan, kecepatan arus, dan temperatur. Sehubungan dengan kualitas perairan dan pengaruhnya terhadap kehidupan biota air seperti benthos yang toleran terhadap pencemaran bahan organik yang sangat tinggi di antaranya adalah *Tubifex tubifex* (Oligochaeta) sedangkan pada sungai dengan tingkat pencemaran sedang dapat dijumpai *Gammarus pulex* (Amphipoda), *Asellus aquaticus* (Isopoda), *Chironomus riparius* (Diptera), *Dinocras cephalus* (Plecoptera), dan *Ecdyonurus venosus* (Ephemeroptera) dapat hidup pada tingkat pencemaran yang paling rendah (Mason, 1991).

Untuk melihat pengaruh penebangan hutan pada kualitas air sungai di kawasan hutan bekas tebangan, benthos dapat dijadikan indikator ekosistem yang menentukan keragaman jenis biota lain yang merupakan bagian dari rantai makanan pada ekosistem Daerah Aliran Sungai (DAS). Pemilihan benthos sebagai indikator kawasan perairan mengingat sifat jenis ini yang relatif menetap di suatu perairan. Penelitian ini bertujuan untuk melihat besarnya pengaruh dari teknik penebangan konvensional (CNV) dalam hal ini Tebang Pilih Tanam Indonesia (TPTI) dan ramah lingkungan atau *Reduced Impact Logging* (RIL) terhadap kualitas perairan.

II. METODOLOGI

A. Lokasi dan Waktu

Penelitian dilakukan di Hutan Penelitian Malinau, CIFOR (*Malinau Forest Reserach, MRF*) bagian dari DAS Seturan dalam kawasan hutan produksi yang dikelola oleh salah satu Badan Usaha Milik Negara (BUMN) di blok tebangan tahun 1998-1999 (ITTO Project, 2002). Secara administrasi pemerintahan, kawasan hutan produksi ini termasuk daerah Kabupaten Malinau, Provinsi Kalimantan Timur. Penelitian dilaksanakan pada bulan September 2003 sampai dengan Januari 2004.

Dalam penelitian ini ditetapkan enam stasiun penelitian masing-masing tiga stasiun di CNV (anak sungai di blok tebangan 29,

Muara Sungai Geri, dan Sungai Geri Hilir) dan tiga stasiun di RIL (anak sungai di blok terbangun 27, 32, dan Sungai Seturan Hilir) serta Sungai Seturan sebagai kontrol (Gambar 1).

B. Bahan dan Metode

Parameter yang diteliti adalah kualitas air dan keanekaragaman jenis benthos. Sampel air untuk analisis fisik kimia di setiap stasiun penelitian diambil setengah liter dan diawetkan dengan H_2SO_4 sampai pH 2. Di samping itu diambil juga sampel tanah dasar sungai sebagai habitat benthos untuk melihat komposisi tanah lempung, pasir, dan liatnya sebagai habitat benthos. Analisis fisik kimia air lengkap dan komposisi tanah dilakukan di laboratorium BIOTROP, Bogor. Di antara fisik kimia air yang dianalisis adalah residu tersuspensi atau *Total Solid Suspension* (TSS), *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Dissolved Oxygen* (DO), nitrat (NO_3), amonium (NH_4), pospat (P), tembaga (Cu), mangan (Mn), dan seng (Zn). Benthos

ditangkap dengan saringan di sepanjang 50 m di dasar sungai stasiun penelitian. Untuk perbandingan jumlah jenis benthos yang ada di sekitar DAS lokasi penelitian, penangkapan benthos juga dilakukan di sungai utama, yaitu sungai Seturan di mana anak sungai yang menerima pengaruh dari RIL dan CNV bermuara.

C. Analisis Data

Hasil analisis kualitas air secara fisik dan kimia disajikan secara tabulasi dan grafik, sedangkan untuk melihat pengaruh kimia air pada dua perlakuan penebangan CNV dan RIL terhadap keragaman dan populasi biota perairan digunakan analisis korelasi linier. Analisis keragaman benthos digunakan analisis Indeks Shannon-Weaver (Ludwig dan Reynolds, 1988), yaitu:

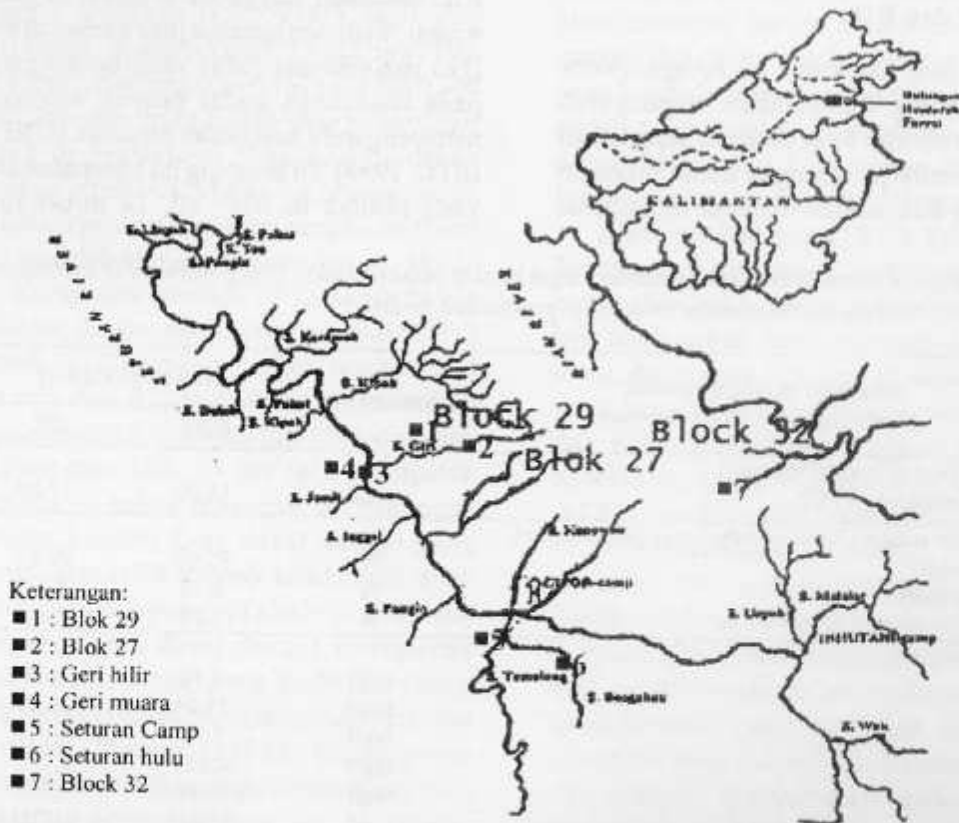
$$H' = - \sum P_i \ln P_i \dots\dots\dots(1)$$

di mana

$$P_i = n_i/N,$$

n_i = jumlah individu dalam satu jenis

N = jumlah total jenis yang ditemukan



Gambar (Figure) 1. Lokasi penelitian di Hutan Penelitian Malinau, CIFOR (*Research location at Malinau Research Forest, CIFOR*)

Untuk melihat penyebaran jenis benthos di perairan digunakan Frekuensi Relatif (FR) berdasarkan perjumpaannya di masing-masing stasiun penelitian:

$$\text{Frekuensi relatif (FR)} = \frac{\text{Frekuensi suatu jenis dalam stasiun pengamatan}}{\text{Frekuensi seluruh jenis}} \times 100\%$$

Penentuan Indeks Kualitas Air berdasarkan keberadaan benthos dilakukan menurut Tabel Kualitas Air (Susanti, 1995) di mana keberadaan jenis benthos mempunyai Indeks Kualitas Air tertentu, dengan adanya berbagai jenis benthos di perairan maka kualitas air mempunyai selang (*range*) sesuai dengan keberadaan jenis benthos. Selanjutnya untuk menentukan kualitas perairan adalah menghitung rata-rata nilai indeks dari kualitas yang ditunjukkan oleh benthos yang ditemukan di perairan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Parameter Ekosistem Perairan CNV dan RIL

Sifat fisik dan kimia air sebagai faktor ekologis yang diasumsikan berpengaruh langsung terhadap biota perairan yang terkait dengan teknik penebangan hutan produksi CNV dan RIL adalah material tersuspensi

(TSS), nitrat, amonium, pospat, BOD, COD, dan DO. Hasil rata-rata analisis fisik kimia air dan substrat dasar sungai dari enam stasiun penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Korelasi sifat fisik air dengan keragaman benthos di kawasan hutan bekas tebangan CNV, secara statistik menunjukkan bahwa keragaman jenis benthos sangat dipengaruhi oleh BOD ($r = 0,761$) dan berkorelasi negatif terhadap COD ($r = -0,85$). Keberadaan benthos dipengaruhi oleh kandungan oksigen, sehingga tingginya nilai COD sebagai indikator pencemaran air menyebabkan penurunan keragaman benthos akibat kondisi arus CNV yang relatif deras (0,27 m/dt) juga akan berpengaruh pada penurunan kadar oksigen atau tingginya COD perairan (Bismark *et.al.*, 2004).

Di kawasan bekas tebangan RIL keragaman jenis benthos berkorelasi negatif dengan DO ($r = -0,44$). Kandungan DO di dalam air adalah hasil respirasi dari proses dekomposisi detritus bahan organik dan kandungan tanah lempung yang tinggi atau larutan tersuspensi (TSS). Tingginya TSS di RIL membuat tingginya sedimen di dasar sungai. Sedimen tersebut juga mengikat besi (Fe) dan mangan (Mn) yang berpengaruh pada rendahnya kadar pospat, sehingga mempengaruhi kesuburan perairan (UNEP-IETC, 1999). Di samping itu kecepatan arus yang rendah di RIL (0,14 m/dt) juga

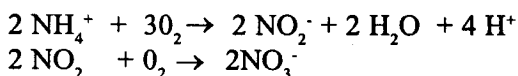
Tabel (Table) 1. Parameter ekosistem perairan sungai kecil di hutan produksi (*The parameter of environment of ecosystem riverine or creek in production forest*)

Parameter ekologis perairan (<i>Parameter of ecology riverine</i>)	Satuan (Unit)	Lokasi (<i>location</i>)	
		CNV	RIL
Fisik perairan (<i>Physical riverine</i>)			
- residu tersuspensi (TSS)	mg/l	16,00	17,00
Fisik dasar sungai (<i>Physical substrat of bottom river</i>)			
-pasir (<i>sand</i>)	%	95,60	89,53
-lempung (<i>silt</i>)	%	2,20	8,38
-liat (<i>clay</i>)	%	2,20	2,09
Kimia air			
- BOD	mg/l	3,12	3,29
- COD	mg/l	19,74	24,91
- DO	mg/l	7,78	8,13
- NH ₄	mg/l	0,137	0,166
- NO ₃	mg/l	0,089	0,108
- Fosfat	mg/l	0,0047	0,0081

Keterangan (*Remark*): * Nilai rata-rata dari stasiun di masing-masing hutan produksi (*Average value from each station of production forest*)

mempengaruhi keberadaan benthos di dasar perairan (Bismark *et.al.*, 2004).

Kandungan nitrat di beberapa lokasi lebih rendah daripada amonium, keadaan ini menyatakan bahwa proses nitrifikasi belum berjalan secara optimal ditambah dengan tingginya larutan tersuspensi (TSS) maka menghasilkan BOD dan COD di bawah 10 mg/l dan pospat yang sangat rendah (Mason, 1991). Proses nitrifikasi tersebut merupakan oksidasi dari amonium menjadi nitrat dengan nitrit sebagai intermedia adalah sebagai berikut:



Tetapi kandungan pospat yang relatif stabil, baik di hutan bekas tebangan CNV (0,0047 mg/l) maupun RIL (0,0081 mg/l) menunjukkan bahwa perairan di hutan bekas tebangan setelah lima tahun kembali pulih. Selain pospat, kandungan unsur mikro perairan juga didapat dari masing-masing konsentrasi unsur makro yang terlarut dari tanah di sekitarnya yang berperan bagi pertumbuhan biota perairan di CNV dan RIL seperti tembaga (Cu) 0,003 mg/l dan 0,019mg/l, mangan (Mn) 0,0125 mg/l dan 0,147mg/l, dan seng (Zn) 0,167 mg/l dan 0,306 mg/l. Pasokan unsur makro yang terlarut dari tanah di sekitarnya juga menyuburkan perairan seperti Ca, Mg, K, Na, P yang masuk ke dalam perairan bersama dengan air hujan dan hasil dekomposisi (Bismark *et.al.*, 1997).

Kerapatan benthos di kawasan bekas tebangan dengan sistem konvensional (CNV) adalah 157-270 individual/m² (rata-rata 180 per m²) dan di kawasan bekas tebangan dengan sistem RIL adalah 105-150 individual/m² (rata-rata 108, 75 per m²). Kerapatan benthos di bekas tebangan berhubungan dengan kondisi fisik dasar sungai yang mempunyai lebih banyak kandungan tanah pasir dan lempung (Tabel 1). Lapisan lempung pada dasar sungai merupakan lapisan dasar sungai yang padat dan faktor fisik kimia lainnya mempengaruhi respirasi benthos (Mason, 1991). Selanjutnya keberadaan benthos juga dipengaruhi oleh tingginya detritus sebagai sumber pakan, yang masuk ke dalam sungai bersama aliran permukaan air sungai yang diindikasikan

dengan konsentrasi TSS. Dengan demikian perairan yang subur juga akan mengundang banyaknya benthos untuk hidup dengan populasi cukup tinggi karena tingginya populasi sumber pakan yang juga terpengaruh oleh kesuburan perairan (Bismark *et. al.*, 2004).

Perairan sungai di kawasan bekas tebangan dengan CNV dan RIL berbeda dalam hal tekstur tanah khususnya tanah lempung, di mana di kawasan perairan CNV mempunyai tanah lempung lebih banyak yang merupakan habitat benthos sehingga lebih mengikat banyak bahan organik yang dapat mempengaruhi penyebaran dan populasi benthos (Hawkes, 1979).

B. Keragaman Jenis Benthos

Keragaman jenis benthos di kawasan bekas tebangan CNV nilainya berkisar antara 1,658 sampai dengan 1,922 dan di kawasan bekas tebangan RIL berkisar antara 1,000 sampai dengan 1,906 (Tabel 1). Nilai keragaman jenis tersebut relatif tinggi, menurut Darleth *et. al.* (2001), di kawasan hutan bekas tebangan, keragaman benthos akan menurun secara drastis dalam satu sampai dua tahun setelah penebangan dan akan kembali setelah empat tahun. Kondisi perairan yang telah kembali normal dan stabil dapat dilihat dari keberadaan jenis-jenis benthos sebagai indikator kualitas perairan.

Menurut Hawkes (1979) keberadaan Plecoptera, Decapoda, dan Ephemeroptera merupakan indikator kualitas perairan yang baik berdasarkan dari kandungan amonium, nitrat, dan pospat. Kandungan amonium dan nitrat yang lebih tinggi dari pospat di CNV dan RIL menunjukkan bahwa perairan tersebut cukup subur dengan nilai N/P rasio di CNV dan RIL masing-masing 51,30 % dan 77,50 % (Bismark *et.al.*, 2004).

Salah satu mikroinvertebrata sebagai komponen rantai makanan ekosistem perairan yang terdapat di dasar sungai adalah benthos. Hasil telaah penelitian ini teridentifikasi 15 jenis benthos yang termasuk ke dalam sembilan ordo (Tabel 1). Benthos yang mempunyai penyebaran cukup luas ditunjukkan oleh frekuensi penyebaran yang cukup tinggi seperti *Laccophylus* sp. (Coleoptera), *Hagenius* sp. (Odonata),

Palaemonetes sp. (Decapoda), dan *Macrobrachium* sp. (Decapoda). *Laccophylus* sp. (Coleoptera) adalah serangga kumbang yang merupakan pemakan binatang dan tumbuhan lumut di bebatuan dasar sungai.

Hagenius sp., di samping itu nimfa capung yang merupakan serangga pemburu dengan rahang besar dan predator serangga lain seperti berudu atau ikan kecil. Odonata sebagai anakan capung biasanya terdapat

pada perairan dengan aliran sangat pelan, dan tidak toleran terhadap polusi organik (Hawkes, 1979). *Palaemonetes* sp. (Decapoda) adalah jenis udang-udangan yang memakan tumbuhan air dan binatang yang sangat kecil. Decapoda atau udang air tawar akan bereaksi terhadap ekosistem perairan yang kaya akan bahan pakan bahkan dapat hidup pada ekosistem pencemaran organik atau eutrofikasi dengan tingkat kandungan oksigen rendah.

Tabel (Table) 2. Keragaman jenis dan penyebaran benthos di Hutan Penelitian Malinau (*The diversity and distribution of benthos species at Forest Research of Malinau*)

Ordo	Species (Species)	Freq (%)	CNV			RIL			Sungai (River)
			1	2	3	1	2	3	
Coleoptera	<i>Laccophylus</i> sp.	15,79	✓	✓		✓	✓	✓	✓
Odonata	<i>Ophyogamphas</i> sp.	2,63				✓			
	<i>Angio</i> sp.	2,63	✓						
	<i>Hagenius</i> sp.	10,53	✓		✓	✓			✓
	<i>Helocordulia</i> sp.	5,26			✓			✓	
Neuroptera	<i>Sialis</i> sp.	5,26			✓			✓	
	<i>Corydalus</i> sp.	5,26					✓		✓
Diptera	<i>Chironomus</i> sp.	2,63				✓			
Hemiptera	<i>Hydrometra</i> sp.	2,63							✓
Ephemeroptera	<i>Stenonema</i> sp.	5,26	✓	✓					
	<i>Cynigmiala</i> sp.	5,26						✓	
Decapoda	<i>Palaemonetes</i> sp.	18,42	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	<i>Macrobrachium</i> sp.	15,79		✓	✓	✓	✓	✓	✓
Plecoptera	<i>Acroneuria</i> sp.	2,63		✓					
Nemata	<i>Aphelencoides</i> sp.	2,63							✓
Indeks Keragaman Jenis (H')			1,922	1,918	1,658	1,906	1,000	1,750	2,021

Keterangan (remark): P = ada (exist)

Table (Table) 3. Skor kualitas perairan menurut keberadaan benthos (*The quality of riverine score based on existence of benthos*)

Jenis benthos (Benthos species)	Skor jenis (Species score)	
	CNV	RIL
<i>Laccophylus</i> sp.	5	5
<i>Ophyogamphas</i> sp.	6	6
<i>Angio</i> sp.	6	-
<i>Hagenius</i> sp.	6	6
<i>Helocordulia</i> sp.	6	6
<i>Chironomus</i> sp.	-	5
<i>Stenonema</i> sp.	10	10
<i>Cynigmiala</i> sp.	-	10
<i>Acroneuria</i> sp.	10	-
Rata-rata skor nilai (Average of score value)	7	6,8

C. Benthos Sebagai Indikator Kualitas Air

Jenis-jenis benthos di sungai dengan tingkat kebutuhan oksigen berbeda dapat dijadikan petunjuk atau indikator berbagai tingkat pencemaran kualitas ekosistem perairan. Sebagai indikator kualitas air, jenis benthos yang membutuhkan banyak oksigen terlarut dan tidak tahan terhadap pencemaran diberi skor nilai tertinggi (10) sedangkan jenis benthos yang dapat hidup di tempat yang sangat tercemar diberi nilai paling rendah (1-2). Nilai skor ini hanya dapat diterapkan di sungai atau anak sungai yang mengalir, sedangkan jenis benthos yang terdapat di air yang diam tidak dapat digunakan sebagai indikator (Susanti, 1995).

Skor nilai kualitas perairan berdasarkan jenis benthos yang ditemukan di perairan bekas tebangan CNV dan RIL di Hutan Penelitian Malinau dapat dilihat pada Tabel 3.

Berdasarkan skor nilai rata-rata kualitas air berdasarkan keberadaan benthos di kawasan CNV mempunyai nilai 7, sedangkan di kawasan RIL 6,8. Menurut nilai tersebut kualitas perairan di dua lokasi termasuk kategori bersih (Susanti, 1995). Keadaan yang demikian dicapai setelah adanya pertumbuhan vegetasi di kawasan CNV dan RIL dalam waktu lima tahun (1998-2003) setelah penebangan. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Sist, 2000) bahwa setelah dua sampai lima tahun kondisi perairan di kawasan bekas tebangan akan kembali normal. Keadaan ini dipengaruhi pula oleh substratum dasar sungai, perbaikan kualitas fisik dan kimia air.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Di kawasan hutan produksi dengan perlakuan penebangan sistem CNV dalam hal ini TPTI dan RIL di Hutan Penelitian Malinau tercatat 15 jenis benthos yang termasuk dalam 9 ordo dengan indeks keragaman 1,658-1,922 dan 1,000-1,906. Empat jenis yang paling tinggi frekuensi penyebarannya adalah *Palaemonetes* sp. (Decapoda), *Macrobrachium* sp. (Decapoda),

Laccophylus sp. (Coleoptera), *Hagenius* sp. (Odonata).

2. Tekstur substrat dasar sungai yang dipengaruhi sistem CNV lebih banyak mengandung tanah lempung sehingga populasi benthos lebih tinggi (180 individu/m²) dibandingkan pada sistem RIL (108,75 individu per m²).
3. Kehadiran 9 jenis benthos yaitu *Laccophylus* sp., *Ophyogamphas* sp., *Angio* sp., *Hagenius* sp., *Helocordulia* sp., *Chironomus* sp., *Stenonema* sp., *Cynigmiala* sp., *Acroneuria* sp., menunjukkan Indeks Kualitas Perairan di kawasan hutan dengan sistem CNV dan RIL termasuk dalam kategori bersih. Kualitas fisik kimia perairan di kawasan pengelolaan hutan produksi dengan teknik penebangan *Reduced Impact Logging* (RIL) maupun konvensional (CNV) setelah lima tahun penebangan, kedua perairan hampir stabil berdasarkan kehadiran jenis-jenis benthos.

B. Saran

1. Penelitian mikroinvertebrata atau benthos di perairan sekitar hutan produksi perlu dilakukan segera setelah penebangan hutan untuk melihat besarnya pengaruh terhadap kondisi perairan.
2. Benthos sebagai indikator ekosistem perairan dalam pengelolaan hutan produksi perlu disosialisasikan dan dapat digunakan untuk memantau dan mengevaluasi besarnya pengaruh pengelolaan hutan terhadap kualitas ekosistem perairan sungai.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kegiatan penelitian ini dilakukan atas kerjasama Pusat Litbang Hutan dan Konservasi Alam (P3HKA) dan CIFOR. Terima kasih disampaikan kepada ITTO (Project Code: R-LIV-021-2-ITTO/200) yang telah membiayai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bismark, M., E. Santoso, D. Mulyadhi, Rahardyan N. A. 1997. Analisis mutu ekosistem vegetasi di hutan bekas tebangan kawasan hak pengusahaan

- hutan (HPH) (Studi kasus di kawasan HPH PT. Hayam Wuruk, Mamuju, Sulawesi Selatan). Buletin Penelitian Kehutanan 2 (4) : 48-59. Balai Penelitian Kehutanan (BPK) Ujung Pandang.
- Bismark, M., R. Sawitri dan S. Iskandar. 2004. Pengaruh sistem penebangan ramah lingkungan dan TPTI di hutan produksi terhadap keragaman jenis ikan. Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam I (2) : 147-155. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam, Bogor.
- Darleth, P.R. Schlaepfer, M. Sartori, dan J. Golliat. 2001. How do logging influence the microinvertebrate composition in tropical stream system. CIFOR, Bogor.
- Hawkes, H.A. 1979. Invertebrates as indicators of river water. John Wiley and Sons, London, Great Britain.
- ITTO Project. 2002. Technical Report. Phase I 1997-2001. ITTO Project PD 12/97 Rev.I (F) Forest, Science and Sustainability. The Bulungan Model Forest, CIFOR, Bogor.
- James, A. 1979. The value of biological indicators in relation to other parameters of water quality in biological indicators of water quality. John Wiley and Sons, London, Great Britain.
- Ludwig, J.A. and J.F. Reynolds. 1988. Statistical ecology. John Willey and Sons. San Diego, USA. Hal. 85-99.
- Mason, C.F. 1991. Biology of freshwater pollution. Longman Scientific and Technical. John Wiley & Sons. Inc. New York. Hal. 73-148.
- Sist, P. 2000. Reduced-impact logging in the tropics: objectives, principles and impacts. International Forestry Review 2: 3-10.
- Susanti, S. 1995. Panduan pengenalan invertebrata kolam & sungai di Asia Tenggara. Wetlands-International, IP. Bogor. Hal. 1-6
- UNEP-IETC, 1999. Planning and management of lakes and reverinens, and integrated approach to eutrophication. Osaka/Shinga.