UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Kandungan Asam Humat pada Sampel Batubara di Daerah Peranap, Kabupaten Idragiri Hulu, Provinsi Riau
DANDY FAHREZA, Prof. Dr. Ir. Ferian Anggara, S.T., M.Eng., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2024 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI ..... **ii**
DAFTAR TABEL ..... **v**
DAFTAR GAMBAR ..... **vii**
SARI **1**
ABSTRACT **2**
BAB I **3**
PENDAHULUAN **3**
I.1. Latar Belakang 3
I.2. Rumusan Masalah 5
I.3. Maksud dan Tujuan Penelitian 5
I.4. Manfaat Penelitian 5
I.5. Lokasi Penelitian 6
I.6. Batasan Masalah 8
I.7. Peneliti Terdahulu 8
I.8. Keaslian Penelitian 8
BAB II **11**
TINJAUAN PUSTAKA **11**
II.1 Fisiografi Regional 11
II.2. Struktur Geologi Regional 12
II.3. Stratigrafi Regional 14
II.4. Geologi Batubara Daerah Penelitian 17
II.5. Metode Ekstraksi Asam Humat pada Batubara 18
BAB III **21**
LANDASAN TEORI DAN HIPOTESIS **21**
III.1. Definisi Batubara 21
III.2. Genesis Batubara 22
III.3. Material Penyusun Batubara 23
III.4. Karakteristik Batubara 34
III.5. Definisi Asam Humat 35
III.6. Proses Pembentukan Asam Humat 38
III.7. Asam Humat pada Batubara 38

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Kandungan Asam Humat pada Sampel Batubara di Daerah Peranap, Kabupaten Idragiri Hulu, Provinsi Riau
DANDY FAHREZA, Prof. Dr. Ir. Ferian Anggara, S.T., M.Eng., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2024 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

III.8. Hipotesis 40
BAB IV 41
METODE PENELITIAN 41
IV.1. Alat dan Bahan Penelitian 41
IV.2. Tahapan dan Metode Penelitian 42
IV.2.1. Tahap Pendahuluan 43
IV.2.2. Tahap Pengumpulan Data 44
IV.2.3. Tahap Pekerjaan Laboratorium 45
IV.2.4. Tahap Analisis Data dan Evaluasi 52
IV.2.5. Ketersediaan Data dan Analisis 55
IV.2.6. Tahap Pelaporan 56
IV.3. Jadwal Penelitian 56
BAB V 58
HASIL PENELITIAN 58
V.1. Deskripsi lapangan dan tipe batubara 58
V.1.1. *Seam* Q4 59
V.1.2. *Seam* LP 61
V.1.3. *Seam* P1 62
V.1.4. *Seam* P2 63
V.1.5. *Stockpile* 64
V.2. Karakteristik Batubara 65
V.2.1. Analisis Proksimat & Nilai Kalor 66
V.2.2. Analisis Ultimat 74
V.3. Analisis Maseral 82
V.4. Ekstraksi Asam Humat 89
V.4.1. *Seam* Q4 90
V.4.2. *Seam* LP 91
V.4.3. *Seam* P1 92
V.4.4. *Seam* P2 93
V.4.5. *Stockpile* 94
V.5. Analisis FTIR 95
V.5.1. *Seam* Q4 96

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Kandungan Asam Humat pada Sampel Batubara di Daerah Peranap, Kabupaten Idragiri Hulu, Provinsi Riau
DANDY FAHREZA, Prof. Dr. Ir. Ferian Anggara, S.T., M.Eng., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2024 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

V.5.2. *Seam* LP 97
V.5.3. *Seam* P1 98
V.5.4. *Seam* P2 100
V.5.5. *Stockpile* 101
BAB VI 103
PEMBAHASAN 103
VI.1. Karakteristik Batubara 103
VI.1.1. Karakteristik batubara *Seam* Q4 103
VI.1.2. Karakteristik batubara *Seam* LP 104
VI.1.3. Karakteristik batubara *Seam* P1 105
VI.1.4. Karakteristik batubara *Seam* P2 106
VI.1.5 Karakteristik batubara *Stockpile* 107
VI.2. Hubungan Karakteristik Batubara terhadap *Yield* Asam Humat 108
VI.2.1. Hubungan karakteristik petrologi terhadap *yield* asam humat 108
VI.2.2. Hubungan karakteristik kimia terhadap *yield* asam humat 116
BAB VII 123
KESIMPULAN DAN SARAN 123
VII.1. Kesimpulan 123
VII.2. Saran 124
DAFTAR PUSTAKA 125
LAMPIRAN 130
L.1. Sertifikasi Hasil Proksimat dan Ultimat 130
L.2. Hasil Analisis Proksimat dan Ultimat pada Sampel Stockpile 135
L.3. Tabel Hasil Proses Ekstraksi pada Sampel Batubara Daerah Penelitian 136
L.4. Tabel Konversi Nilai Kalor Sampel Batubara Daerah Penelitan 137
L.5. Hasil Pengujian FTIR 138
L.6. Tabel Hasil Pengamatan Maseral 158
L.7. Kenampakan Maseral pada Sampel Batubara 160
L.8 Skrip Pemrograman R yang digunakan dalam Analisis PCA 163
L.9. *Screeplot* dan Tabel Skor Hasil PCA 166

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Kandungan Asam Humat pada Sampel Batubara di Daerah Peranap, Kabupaten Idragiri Hulu, Provinsi Riau
DANDY FAHREZA, Prof. Dr. Ir. Ferian Anggara, S.T., M.Eng., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2024 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1. Hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan topik penelitian.....9
Tabel 1. 2. Lanjutan 10
Tabel 3. 1. Litotipe batubara humik dan sapropelik (Mc Cabe, 1984; dalam Thomas, 2013).....24
Tabel 3. 2. Klasifikasi maseral dan asal material organik (ICCP, 1998; ICCP, 2001; dan Pickel dkk., 2017 dengan modifikasi) 25
Tabel 3. 3. Komponen batubara dalam basis yang berbeda-beda (Ward, 1984; dalam Thomas, 2013) 30
Tabel 3. 4. Klasifikasi batubara berdasarkan peringkatnya menurut ASTM D388-1999 (ASTM, 1999; dalam Thomas, 2013) 33
Tabel 3. 5. Kandungan asam humat dan asam fulvat dari berbagai macam bahan (Mindari, 2022) 39
Tabel 4. 1. Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian.....41
Tabel 4. 2. Prosedur kerja proses ekstraksi asam humat 48
Tabel 4. 3. Ketersediaan data dan jumlah data yang dianalisis 56
Tabel 4. 4. Jadwal penelitian yang direncanakan oleh penulis 57
Tabel 5. 1. Hasil analisis kadar lengas 20 sampel dalam basis *air-dried* 66
Tabel 5. 2. Hasil analisis kadar abu 20 sampel dalam basis *air-dried*..... 68
Tabel 5. 3. Hasil analisis kadar zat terbang 20 sampel dalam basis *air-dried*..... 69
Tabel 5. 4. Hasil analisis kadar karbon tertambat 20 sampel dalam basis *air-dried*..... 71
Tabel 5. 5. Hasil analisis nilai kalor 20 sampel batubara daerah penelitian 73
Tabel 5. 6. Hasil analisis kandungan karbon 20 sampel dalam basis *dry, ash free* (daf) 74
Tabel 5. 7. Hasil analisis kandungan hidrogen 20 sampel dalam basis *dry, ash free* (daf) 76
Tabel 5. 8. Hasil analisis kandungan nitrogen 20 sampel dalam basis *dry, ash free* (daf) 77
Tabel 5. 9. Hasil analisis kandungan oksigen 20 sampel dalam basis *dry, ash free* (daf) 79
Tabel 5. 10. Hasil analisis kandungan sulfur 20 sampel dalam basis *dry, ash free* (daf) 80
Tabel 5. 11. Tabel data yang meliputi *yield* asam humat, kandungan *moisture*, v*olatile matter*, dan *fixed carbon* pada sampel *Seam* Q4, *Seam* LP, *Seam* P1, serta *Seam* P2. 82
Tabel 5. 12. Tabel data yang meliputi yield asam humat, kandungan *moisture*, *volatile matter*, dan *fixed carbon* pada sampel *stockpile*..... 82
Tabel 5. 13. Tabel data yang meliputi kandungan maseral *preserved*, *degraded*, *oxidized*, grup maseral *vitrinite*, dan grup maseral *inertinite* pada seluruh sampel batubara daerah penelitian. 89
Tabel 5. 14. Hasil *yield* asam humat pada sampel batubara *Seam* Q4..... 90

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Kandungan Asam Humat pada Sampel Batubara di Daerah Peranap, Kabupaten Idragiri Hulu, Provinsi Riau
DANDY FAHREZA, Prof. Dr. Ir. Ferian Anggara, S.T., M.Eng., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2024 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 5. 15. Hasil *yield* asam humat pada sampel batubara *Seam* LP 91
Tabel 5. 16. Hasil *yield* asam humat pada sampel batubara *Seam* P1 92
Tabel 5. 17. Hasil *yield* asam humat pada sampel batubara *Seam* P2 93
Tabel 5. 18. Hasil *yield* asam humat pada sampel batubara *Stockpile*..... 94
Tabel 5. 19. Hasil penentuan gugus fungsi berdasarkan Filip & Albert (1994); Mac Carthy & Rice (1985); dan Stevenson & Goh (1971) pada sampel *Seam* Q4..... 96
Tabel 5. 20. Hasil penentuan gugus fungsi berdasarkan Filip & Albert (1994); Mac Carthy & Rice (1985); dan Stevenson & Goh (1971) pada sampel *Seam* LP..... 98
Tabel 5. 21. Hasil penentuan gugus fungsi berdasarkan Filip & Albert (1994); Mac Carthy & Rice (1985); dan Stevenson & Goh (1971) pada sampel *Seam* P1 99
Tabel 5. 22. Hasil pembacaan gugus fungsi berdasarkan Filip & Albert (1994); Mac Carthy & Rice (1985); dan Stevenson & Goh (1971) pada sampel *Seam* P2 100
Tabel 5. 23. Hasil pembacaan gugus fungsi berdasarkan Filip & Albert (1994); Mac Carthy & Rice (1985); dan Stevenson & Goh (1971) pada sampel *Stockpile*..... 102

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Kandungan Asam Humat pada Sampel Batubara di Daerah Peranap, Kabupaten Idragiri Hulu, Provinsi Riau
DANDY FAHREZA, Prof. Dr. Ir. Ferian Anggara, S.T., M.Eng., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2024 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1. Tingkat pertumbuhan pasar asam humat dunia pada tahun 2023 - 2030 (Prescient & Strategic Intelligence, 2023) 3
Gambar 1. 2. Peta geologi regional daerah penelitian dan sekitarnya, berdasarkan Peta Geologi Lembar Rengat, Sumatera (Suwarna dkk., 1994). 7
Gambar 1. 3. Peta Lokasi Penelitian pada Peta Geologi Lembar Solok, Sumatera (Silitongan dkk., 1995) di Sebelah Barat dan Peta Geologi Lembar Rengat, Sumatera (Suwarna dkk., 1994) di Sebelah Timur. 7
Gambar 2. 1. Letak Cekungan Sumatera Tengah pada Pulau Sumatera (De Coster, 1974; Harsa, 1975; dalam Sutarwan, 1995) 12
Gambar 2. 2. Peta Geologi Regional Peranap dan Sekitarnya (CSCEP, 1989; dalam Sutarwan, 1995) dengan modifikasi. 14
Gambar 2. 3. Letak Formasi Korinci pada kolom stratigrafi regional dari Cekungan Sumatera Tengah (De Coster, 1974 dalam Sutarwan, 1995). 17
Gambar 2. 4. Proses ekstraksi asam humat menggunakan metode oksidasi katalitis (Vural, 2021) 19
Gambar 2. 5. Proses ekstraksi asam humat dengan menggunakan metode KOH-Hidrotermal yang dilakukan oleh Cheng dkk. (2019) 20
Gambar 3. 1. Proses pembatubaraan (van Krevelen, 1992 dengan perubahan oleh Amijaya, 2007) 23
Gambar 3. 2. Kenampakan maseral *vitrinite* di bawah mikroskop, (A) *Corpogellinite*; (B) *Collodetrinite*; (C) *Vitrodetrinite*; (D) *Gelinit* (ICCP, 1998) 26
Gambar 3. 3. Contoh kenampakan maseral *liptinite* di bawah sinar *fluorescence*; (A) *sporinite*; (B) *exsudatinite*; (C) *resinite*; (D) *liptodetrinite*, oleh Pickel dkk. (2017) 27
Gambar 3. 4. Kenampakan maseral *inertinite*, (A) *Fusinite*; (B) *Macrinite*; (C) *Semifusinite*; (D) *Funginite*, berdasarkan ICCP (2001) 29
Gambar 3. 5. Evolusi tumbuhan selama kurun waktu geologi. Lebar batang mencerminkan tren kelimpahan realtif dari suatu organistme (Killops dan Killops, 2005) 34
Gambar 3. 6. Diagram yang menunjukkan kategori bahan organik tanah yang menjadi bahan humik dan nonhumik, fraksinasi bahan humat, serta variasi dalam fraksi humik (Swift, 1996) 36
Gambar 3. 7. Model struktur asam humat dan asam fulvat berdasarkan Stevenson (1982) 37
Gambar 4. 1. Diagram alir penelitian 43
Gambar 4. 2. Dokumentasi analisis proksimat, (A) Proses pembakaran analisis proksimat, (B) Proses penentuan massa akhir setelah pembakaran. 47

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Kandungan Asam Humat pada Sampel Batubara di Daerah Peranap, Kabupaten Idragiri Hulu, Provinsi Riau
DANDY FAHREZA, Prof. Dr. Ir. Ferian Anggara, S.T., M.Eng., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2024 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 4. 3. Diagram alir proses ekstraksi asam humat pada batubara yang digunakan dalam penelitian ini 48
Gambar 5. 1. Titik pengambilan sampel pada IUP PT Bukit Asam Peranap yang di-overlay dengan Peta Geologi Lembar Rengat, Sumatera (Suwarna dkk., 1994) 58
Gambar 5. 2. Kolom stratigrafi daerah penelitian 59
Gambar 5. 3. Kolom litologi pada *Seam* Q4, dengan litotipe *dull non-banded coal* 60
Gambar 5. 4. Kenampakan singkapan batubara *Seam* Q4 yang terdapat pada aliran sungai 60
Gambar 5. 5. Kenampakan sampel setangan batubara *Seam* Q4 60
Gambar 5. 6.Kolom litologi pada *Seam* LP, dengan *litotipe dull banded coal* 61
Gambar 5. 7. Kenampakan sampel setangan batubara *Seam* LP 61
Gambar 5. 8. Kolom litologi pada *Seam* P1, dengan litotipe *dull banded coal* 62
Gambar 5. 9. Kenampakan sampel setangan batubara *Seam* P1 62
Gambar 5. 10. Kolom litologi pada *Seam* P2, dengan litotipe *dull non-banded coal* 63
Gambar 5. 11. Kenampakan sampel setangan batubara *Seam* P2 63
Gambar 5. 12. Pengambilan sampel batubara *stockpile* yang terbagi mejadi sample *fresh* dan *oxidized* 65
Gambar 5. 13. Kenampakan sampel setangan batubara *Stockpile* 65
Gambar 5. 14. Grafik sebaran kadar lengas rata-rata setiap *seam/stockpile* ... 67
Gambar 5. 15. Grafik sebaran kadar abu rata-rata setiap *seam/stockpile* 68
Gambar 5. 16. Grafik sebaran kadar zat terbang rata-rata setiap *seam/stockpile* 70
Gambar 5. 17. Grafik sebaran kadar karbon tertambat rata-rata setiap *seam/stockpile* 71
Gambar 5. 18. Grafik sebaran nilai kalor rata-rata setiap seam/stockpile 73
Gambar 5. 19. Grafik sebaran kandungan karbon rata-rata setiap *seam/stockpile* 75
Gambar 5. 20. Grafik sebaran kandungan hidrogen rata-rata setiap *seam/stockpile* 76
Gambar 5. 21. Grafik sebaran kandungan nitrogen rata-rata setiap *seam/stockpile* 78
Gambar 5. 22. Grafik sebaran kandungan oksigen rata-rata setiap *seam/stockpile* 79
Gambar 5. 23. Grafik sebaran kandungan sulfur rata-rata setiap sampel *seam/stockpile* 81
Gambar 5. 24. Distribusi grup maseral pada setiap sampel batubara 83
Gambar 5. 25. Distribusi subgrup maseral pada setiap sampel batubara 84
Gambar 5. 26. Distribusi maseral berdasarkan tingkat degradasi pada setiap sampel batubara 86

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Kandungan Asam Humat pada Sampel Batubara di Daerah Peranap, Kabupaten Idragiri Hulu, Provinsi Riau
DANDY FAHREZA, Prof. Dr. Ir. Ferian Anggara, S.T., M.Eng., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2024 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 5. 27. Kenampakan petrografis maseral pada *white light* dan *fluoroscence* 88
Gambar 5. 28. Grafik hasil ekstraksi asam humat pada 20 sampel batubara daerah penelitian 90
Gambar 5. 29. Perbandingan *yield* asam humat pada setiap sampel batubara *Seam* Q4 91
Gambar 5. 30. Perbandingan *yield* asam humat pada setiap sampel batubara *Seam* LP 92
Gambar 5. 31. Perbandingan *yield* asam humat pada setiap sampel batubara *Seam* P1 93
Gambar 5. 32. Perbandingan *yield* asam humat pada setiap sampel batubara *Seam* P2 94
Gambar 5. 33. Perbandingan *yield* asam humat pada setiap sampel batubara *Stockpile* 95
Gambar 5. 34. Hasil analisis FTIR sampel asam humat *Seam* Q4 96
Gambar 5. 35. Hasil analisis FTIR sampel asam humat *Seam* LP 97
Gambar 5. 36. Hasil analisis FTIR sampel asam humat *Seam* P1 99
Gambar 5. 37. Hasil analisis FTIR sampel asam humat *Seam* P2 100
Gambar 5. 38. Hasil analisis FTIR sampel asam humat *Stockpile* 101
Gambar 6. 1. *Eigenvalue* PC1 dan PC2 pada setiap karakteristik petrografi 109
Gambar 6. 2. Hasil pengeplotan analisis PCA dari setiap variabel karakteristik petrografi 110
Gambar 6. 3. *Eigenvalue* PC1 dan PC2 untuk menentukan hubungan antara *yield* asam humat dengan kandungan maseral *preserved*, *degraded*, *oxidized*, *vitrinite*, dan *inertinite* 112
Gambar 6. 4. Hasil pengeplotan PCA hubungan antara *yield* asam humat dengan kandungan maseral *preserved*, *degraded*, *oxidized*, *vitrinite*, dan *inertinite*. 112
Gambar 6. 5. (A) Grafik regresi linear hubungan antara kandungan maseral *preserved* dengan *yield* asam humat (B) Grafik regresi linear hubungan antara kandungan maseral *degraded* dengan *yield* asam humat (C) Grafik regresi linear hubungan antara kandungan maseral *oxidized* dengan *yield* asam humat (D) Grafik regresi linear hubungan antara kandungan maseral *vitrinite* dengan *yield* asam humat (E) Grafik regresi linear hubungan antara kandungan maseral inertinite dengan *yield* asam humat. 113
Gambar 6. 6. Eigenvalue hasil analisis PCA dari tiap variabel karakteristik kimia sampel batubara 117
Gambar 6. 7. Hasil *plotting* analisis PCA dari tiap variabel karakteristik kimia sampel batubara 117
Gambar 6. 8. (A) Grafik regresi linear hubungan antara kandungan *ash* dengan *yield* asam humat (B) Grafik regresi linear hubungan antara

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Kandungan Asam Humat pada Sampel Batubara di Daerah Peranap, Kabupaten Idragiri Hulu, Provinsi Riau
DANDY FAHREZA, Prof. Dr. Ir. Ferian Anggara, S.T., M.Eng., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2024 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

kandungan *moisture* dengan *yield* asam humat (C) Grafik regresi linear hubungan antara kandungan *volatile matter* dengan *yield* asam humat (D) Grafik regresi linear hubungan antara kandungan *fixed carbon* dengan *yield* asam humat 119

Gambar 6. 9. (A) Grafik regresi linear hubungan antara kandungan karbon dengan *yield* asam humat (B) Grafik regresi linear hubungan antara kandungan hidrogen dengan *yield* asam humat (C) Grafik regresi linear hubungan antara kandungan nitrogen dengan *yield* asam humat (D) Grafik regresi linear hubungan antara kandungan oksigen dengan *yield* asam humat (E) Grafik regresi linear hubungan antara kandungan sulfur dengan *yield* asam humat. 120