

PENDEKATAN PROSES HIRARKI ANALITIK UNTUK PENILAIAN KESESUAIAN IKLIM PERKEBUNAN KELAPA SAWIT

Hasril Hasan Siregar

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan (i) menggunakan pendekatan proses hirarki analitik (Analytic Hierarchy Process, AHP) untuk pembobotan elemen-elemen model penilaian kesesuaian iklim (Model NSI) pada sistem perkebunan kelapa sawit, dan (ii) mengembangkan Model NSI untuk perkebunan kelapa sawit.

Penelitian dilakukan dalam tiga tahap, meliputi (i) eksplorasi keragaan elemen-elemen model, (ii) pengembangan Model NSI, serta (iii) validasi model. Pengembangan model menggunakan pendekatan AHP, analisis indeks, verifikasi model dan proses matching.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa : (i) Elemen-elemen model yang digunakan untuk pengembangan Model NSI meliputi parameter iklim dan produktivitas kelapa sawit. Parameter iklim tersebut terdiri dari curah hujan, bulan kering, penyinaran matahari dan suhu udara tahunan. (ii) Pembobotan elemen-elemen Model NSI telah dilakukan dengan pendekatan menyeluruh menggunakan AHP, meliputi struktur hirarki dan perhitungan bobot relatif. (iii) Model NSI dirancang berdasarkan indeks kesesuaian iklim (ISI) dan didapatkan kisaran 0% - 100%. ISI (0-22%) merupakan kisaran bagi kelompok yang tidak sesuai iklim untuk perkebunan kelapa sawit, sedangkan ISI (23%-100%) merupakan kisaran bagi tiga kelompok kelas sesuai iklim. (iv) Model NSI mampu menampilkan gradasi dan ketepatan penilaian kesesuaian iklim secara lebih baik dari sistem sebelumnya.

Kata kunci : *Model penilaian, kesesuaian iklim, proses hirarki analitik, analisis indeks, kelapa sawit*

ABSTRACT

The objectives of this research were to find hierarchy structure and weighting the elements of assessment model of climate suitability, and to develop assessment model of climate suitability for oil palm plantation.

This research conducted on three stages, i.e. (i) exploration of performance of model elements, (ii) the development of assessment models, and (iii) validation of model. The assessment model developed based on Analytic Hierarchy Process (AHP), index analysis, verification, and matching process.

The results of this research were: (i) Elements of model was climate parameters and oil palm yield. Climate parameters consist of annual rainfall, dry month, and sunshine as well as air temperature. (ii) Weighting of elements conducted with holistic approach using AHP, consist of hierarchy structure and relative weights. (iii) The

development of model gives climate suitability index (CSI) with range 0-100%, CSI (0-22%) is range of not suitable class and CSI (23%-100%) is range of three groups of suitable class (iv) Model showed precision and gradation better than previous assessment system for oil palm plantation.

Key words: *Assessment model, climate suitability, analytic hierarchy process, index analysis, oil palm*

PENDAHULUAN

Dalam penilaian kesesuaian lahan untuk kelapa sawit, dua faktor lahan yang mutlak diperhitungkan adalah tanah dan iklim. Faktor tanah sudah banyak dipahami dalam menentukan kesesuaian lahan kelapa sawit, namun iklim belum dipertimbangkan secara utuh. Dengan adanya isu perubahan iklim (*climate change*), masalah penyimpangan iklim (*climate anomaly*) dan semakin meluasnya areal kelapa sawit pada berbagai tipe iklim di Indonesia, maka perhatian terhadap faktor iklim seperti kesesuaian iklim perlu lebih ditingkatkan.

Analisis penilaian kesesuaian iklim untuk perkebunan kelapa sawit yang digunakan sampai saat ini masih perlu dipertanyakan ketepatan penyelesaiannya. Hal tersebut dikarenakan unsur-unsur iklim yang digunakan belum dipertimbangkan secara menyeluruh dan setiap unsur dianggap mempunyai bobot yang sama dalam menjelaskan kesesuaian maupun produktivitas kelapa sawit, selain itu suhu udara belum disadari sebagai parameter penting untuk diantisipasi dalam perubahan iklim. Adiwiganda *et al.* (2) dan Siregar *et al.* (11) dalam penilaian kesesuaian agroklimat untuk kelapa sawit menggunakan empat komponen dengan

bobot sama untuk setiap unsur iklim. Para peneliti lain menggunakan penilaian kesesuaian iklim sebagai bagian dari kesesuaian lahan serta lebih terfokus pada aspek tanah (1,6,8,14).

Penilaian kesesuaian iklim dalam penelitian ini dikembangkan berdasarkan preferensi kualitatif dan data kuantitatif dengan pembobotan proposional menggunakan pendekatan proses hirarki analitik (*Analytic Hierarchy Process*, AHP). Tujuan penelitian ini meliputi: (i) menggunakan pendekatan AHP menyusun struktur hirarki dan pembobotan elemen-elemen model penilaian kesesuaian iklim pada sistem perkebunan, dan (ii) mengembangkan model penilaian kesesuaian iklim perkebunan kelapa sawit.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data kebun-kebun kelapa sawit yang representatif pada sentra-sentra perkebunan di Sumatera (Tabel 1). Data dari objek penelitian meliputi produktivitas kelapa sawit berupa tandan buah segar (ton TBS/ha/tahun) periode 1977-2002, data klimatologis (1973-2002) curah hujan, bulan kering (< 60 mm), penyinaran matahari, dan suhu udara.

Tabel 1. Diskripsi lokasi kebun yang digunakan sebagai objek penelitian

No.	Kebun	Propinsi	Bujur	Lintang	Elevasi (m dpl)	Produktivitas aktual kelapa sawit (ton TBS/ha/tahun)
1	A	Aceh	97°56' T	04°29' U	25	18,0
2	B	Aceh	97°58' T	04°28' U	20	20,2
3	C	Sumut	98°47' T	03°26' U	60	20,2
4	D	Sumut	98°16' T	03°48' U	31	18,4
5	E	Sumut	99°56' T	02°03' U	37	21,9
6	F	Sumut	99°40' T	02°57' U	12	21,5
7	G	Sumut	99°33' T	02°55' U	33	22,6
8	H	Sumut	99°20' T	03°08' U	49	23,9
9	I	Sumut	98°57' T	03°32' U	12	20,8
10	J	Sumut	99°08' T	02°59' U	168	24,6
11	K	Sumut	99°46' T	02°14' U	62	23,0
12	L	Sumut	99°19' T	03°07' U	60	24,3
13	M	Sumut	99°05' T	02°55' U	369	22,0
14	N	Sumut	99°24' T	03°05' U	90	22,3
15	O	Sumut	99°22' T	03°08' U	50	20,3
16	P	Sumut	99°13' T	02°50' U	278	19,1
17	Q	Sumut	100°15' T	01°58' U	43	18,4
18	R	Riau	101°04' T	01°41' U	17	22,8
19	S	Riau	100°18' T	00°52' U	100	20,6
20	T	Sumbar	99°45' T	00°14' U	55	21,8
21	U	Sumsel	104°34' T	02°54' S	60	18,2
22	V	Lampung	105°08' T	05°04' S	35	16,2
23	W	Lampung	105°24' T	05°20' S	100	17,8
24	X	Lampung	105°36' T	05°44' S	100	18,4
25	Y	Lampung	104°32' T	05°28' S	69	19,0
26	Z	Lampung	105°11' T	05°19' S	100	17,4

¹ Rata-rata periode 1977- 2002

Penelitian dilakukan dalam tiga tahap, meliputi (i) Eksplorasi dan perumusan keragaan elemen-elemen model, (ii) Rancang bangun model, serta (iii) validasi model. Eksplorasi dan

perumusan menggunakan analisis diagram pencar, regresi dan korelasi. Rancang bangun model menggunakan Proses Hirarki Analitik (AHP), analisis indeks, verifikasi model dan proses

matching. AHP digunakan untuk pembobotan terhadap elemen-elemen model (3,9,13).

Penghitungan agregat bobot relatif untuk kombinasi elemen-elemen sub-kriteria dalam AHP digunakan untuk mendapatkan himpunan indeks kesesuaian iklim (ISI). ISI dari setiap kombinasi elemen-elemen model penilaian kesesuaian iklim (Model NSI) dianalisis dengan persamaan konseptual, modifikasi dari Sys (12), Poeloengan (8) dan merujuk pada pendekatan bobot yang menyeluruh (*global weight*) pada AHP (9), sebagai berikut.:

$$ISI_{KE_{j(i)}} = \frac{((\prod w(n)_i \cdot w(n+1)_j))}{\text{Max}(\prod w(n)_i \cdot w(n+1)_j))} \times 100\%$$

$KE_{j(i)}$: Kombinasi elemen-elemen sub-kriteria j pada level n+1 yang berhubungan langsung dengan kriteria i pada level n.

$w(n)_i$: bobot relatif dari elemen kriteria ke-I pada level n.

$w(n+1)_j$: bobot relatif dari elemen sub-kriteria ke-j pada level n+1.

Π : operasi perkalian (*product*)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kebun-kebun kelapa sawit yang menjadi objek penelitian tersebar di Pulau Sumatera dalam tiga tipe iklim menurut Schmidt dan Ferguson, yaitu A, B, dan C; atau dalam dua tipe iklim Koppen, yaitu Afa dan Ama (Tabel 3). Kebun-kebun tersebut mempunyai karakteristik produktivitas aktual tandan buah segar (TBS) kelapa sawit dengan kisaran 16,2-24,6 ton TBS/ha/tahun.

Hasil eksplorasi dan perumusan elemen-elemen Model NSI yang dirangkum pada Tabel 2 merupakan salah satu dasar dan pertimbangan utama bagi input AHP (berupa matriks komparasi berpasangan) untuk pembobotan. Tingkat kepentingan elemen-elemen Model NSI dari yang paling penting berturut-turut adalah parameter iklim bulan kering, curah hujan, penyinaran matahari, dan suhu udara.

Tabel 2. Hasil analisis regresi dan korelasi antara setiap unsur iklim (X) dengan produktivitasTBS kelapa sawit (Y)

Unsur iklim	Persamaan regresi	Koefisien Determinasi (%)	Koefisien Korelasi	df
Curah hujan	$Y = 0,0027 X + 14,75$	21,56	0,464**	30
Bulan kering	$Y = -2,1212 X + 23,81$	43,85	-0,662***	30
Penyinaran matahari	$Y = 2,1142 X + 10,51$	15,77	0,397*	30
Suhu udara	$Y = 0,6805 X + 2,38$	1,92	0,139 ^m	30

(***, **, * : masing-masing nyata pada $p = 0,001$, $p = 0,01$, $p = 0,05$, dan ^m : tidak nyata)

Tabel 3. Perbandingan penilaian klasifikasi iklim terhadap objek penelitian menggunakan Model NSI, KA PPKS, sistem klasifikasi Schmidt & Ferguson (S & F), Oldeman dan Köppen

No	Nama Kebun	Klasifikasi kesesuaian iklim						
		Model NSI		KA PPKS	S & F		Oldema n (Tipe)	Köppen (Tipe)
		ISI (%)	Kelas	Kelas	Q (%)	Tipe		
1	A	35	SI-3	SA-2	26,3	B	D2	Afa
2	B	53	SI-3	SA-2	21,2	B	D2	Afa
3	C	45	SI-3	SA-2	31,8	B	D2	Afa
4	D	45	SI-3	SA-3	24,9	B	C2	Afa
5	E	63	SI-2	SA-1	14,4	B	E1	Afa
6	F	42	SI-3	SA-2	23,6	B	E2	Afa
7	G	63	SI-2	SA-1	14,5	A	D1	Afa
8	H	63	SI-2	SA-1	20,4	B	E2	Afa
9	I	40	SI-3	SA-2	29,7	B	E3	Afa
10	J	84	SI-1	SA-1	8,8	A	C1	Afa
11	K	90	SI-1	SA-1	4,5	A	B1	Afa
12	L	63	SI-2	SA-1	14,5	B	D2	Afa
13	M	63	SI-2	SA-2	5,3	A	B1	Afa
14	N	63	SI-2	SA-1	20,6	B	D2	Afa
15	O	42	SI-3	SA-2	26,5	B	E2	Afa
16	P	71	SI-2	SA-2	4,0	A	B1	Afa
17	Q	84	SI-1	SA-1	9,4	A	E1	Afa
18	R	45	SI-3	SA-2	13,9	A	C2	Afa
19	S	71	SI-2	SA-2	10,6	A	B1	Afa
20	T	64	SI-2	SA-2	5,0	A	A1	Afa
21	U	53	SI-3	SA-2	15,3	B	C2	Afa
22	V	35	SI-3	SA-2	36,7	C	D3	Ama
23	W	35	SI-3	SA-2	31,9	B	D3	Ama
24	X	35	SI-3	SA-2	32,2	B	D3	Ama
25	Y	35	SI-3	SA-2	21,8	B	C3	Ama
26	Z	35	SI-3	SA-2	34,9	C	D3	Ama
Hubungan fungsional dengan produktivitas kelapa sawit (P)		$P = 0,16 \text{ ISI} + 11,39$ ($R^2 = 0,7056$)			$P = -0,01Q^2 + 0,15Q + 20,93$ ($R^2 = 0,3812$)			

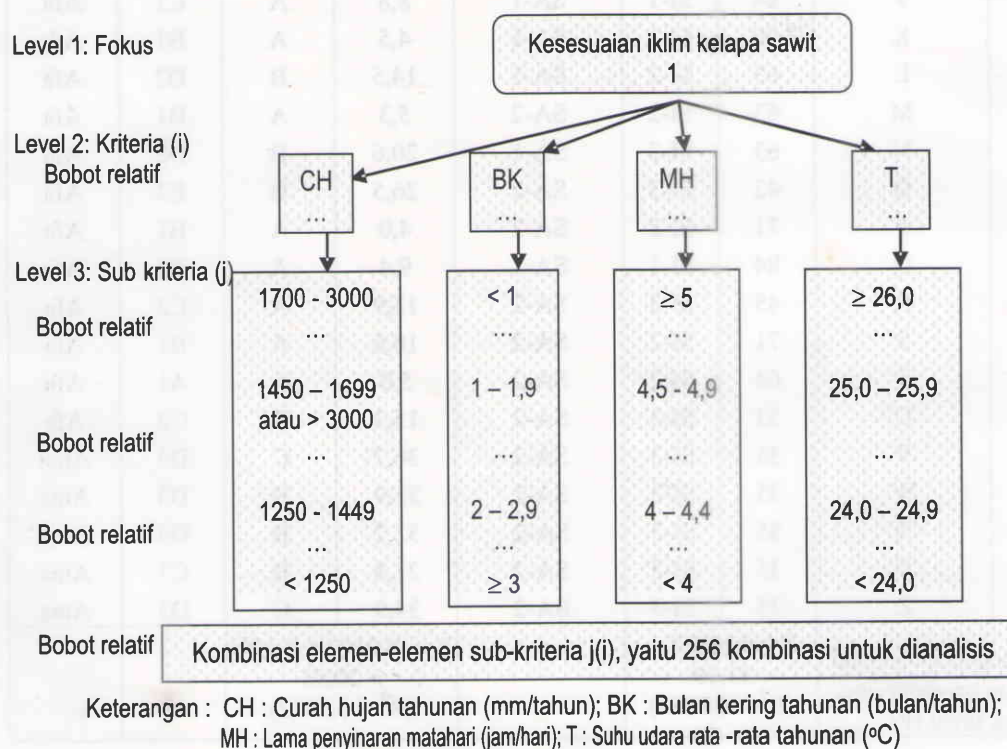
Tabel 3. Perbandingan penilaian klasifikasi iklim terhadap objek penelitian menggunakan Model NSI, KA PPKS, sistem klasifikasi Schmidh & Ferguson (S & F), Oldeman dan Köppen (Lanjutan)

Ketepatan klasifikasi utk produktivitas aktual	74%	55%			
Gradasi kesesuaian iklim terhadap objek penelitian	35-90%	SA1 dan SA2	4%-36,7%	A1,B1, C1, C2, D1,D2, D3,E1, E2, E3	Afa dan Ama

Struktur hirarki

Struktur hirarki untuk Model NSI merupakan abstraksi struktur dari suatu sistem kesesuaian iklim kelapa sawit

(Gambar 1). Fokus dari struktur hirarki Model NSI adalah kesesuaian iklim kelapa sawit. Kriteria dalam model ini merupakan unsur-unsur iklim yang dapat



Gambar 1. Struktur hirarki untuk model penilaian kesesuaian iklim

mengekspresikan fokus secara maksimal, meliputi parameter-parameter curah hujan, bulan kering, penyinaran matahari dan suhu udara. Subkriteria merupakan tingkat pengaruh atau intensitas pembatas terhadap masing-masing kriteria.

Komparasi berpasangan dari elemen-elemen Model NSI dilakukan pada setiap level dalam struktur hirarki, yaitu kriteria-kriteria (level 2) terhadap fokus (level 1) dan subkriteria-subkriteria (level 3) terhadap kriteria (level 2). Penilaian dilakukan dengan skala komparasi berpasangan (9), sehingga menjadi matriks komparasi dan perhitungan bobot relatif menggunakan prosedur AHP.

Bobot Relatif Elemen-elemen Model NSI

Rangkuman dari AHP untuk pembobotan elemen-elemen Model NSI diperlihatkan pada Tabel 4. Dari tabel tersebut ditunjukkan bahwa semua proses mempunyai rasio konsistensi (*consistency ratio*, CR) kurang dari 10%. Hal ini berarti bahwa setiap proses hirarki analitik yang dilakukan telah berlangsung secara konsisten atau telah memenuhi prinsip konsistensi logis (9).

Indeks Kesesuaian Iklim

Indeks kesesuaian iklim (ISI) dianalisis dengan persamaan konseptual ISI, struktur hirarki dan bobot relatif elemen-elemen Model NSI. ISI dari setiap kombinasi elemen-elemen model, yaitu

$$ISI_{CH, BK, MH, T_j} = \left(\frac{\prod w_{2i} \cdot w_{3j}}{\max(\prod w_{2i} \cdot w_{3j})} \right) \cdot 100\%$$

kombinasi sub-kriteria $j(i)$ dianalisis menggunakan persamaan berikut:

- w_{2i} : bobot relatif dari elemen kriteria ke- i pada level 2
 w_{3j} : bobot relatif dari elemen sub-kriteria ke- j pada level 3 yang berhubungan langsung dengan kriteria ke- i pada level 2
 Π : operasi perkalian (*product*)

Berdasarkan analisis indeks didapatkan himpunan kombinasi dan hasil perhitungan bilangan ISI untuk Model NSI. Dari kombinasi dan perhitungan terdapat 256 kombinasi dengan bilangan ISI berkisar 0% hingga 100%. Batas kelas sesuai dengan tidak sesuai iklim bagi perkebunan kelapa sawit diketahui dari batas produktivitas yang tidak ekonomis lagi (12 ton TBS/ha/tahun), yaitu pada bilangan ISI = 23%. Oleh karena itu kelas sesuai iklim untuk perkebunan kelapa sawit terdapat dalam kisaran ISI 23% hingga 100% (Tabel 5). Verifikasi lebih lanjut dilakukan dari hubungan ISI dengan produktivitas (Gambar 2), kemudian disusun model kesesuaian iklim berupa klasifikasi kesesuaian iklim berdasarkan ISI dan potensi produktivitas kelapa sawit.

Perbandingan dan validasi Model NSI

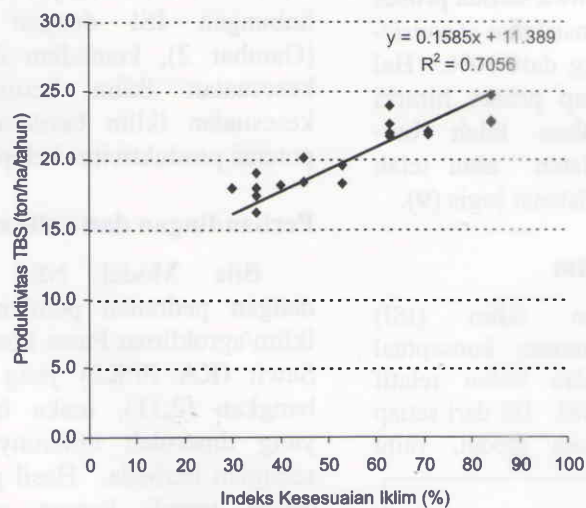
Bila Model NSI dibandingkan dengan pedoman penilaian kesesuaian iklim/agroklimat Pusat Penelitian Kelapa Sawit (KA PPKS) yang telah dikembangkan (2,11), maka hasil penilaian yang diperoleh umumnya setara dan sebagian berbeda. Hasil penilaian yang setara terjadi karena ada kesamaan prinsip Model NSI dan KA PPKS.

Tabel 4. Bobot relatif kriteria dan subkriteria untuk Model NSI

Kriteria Bobot relatif	Elemen-elemen model				CR (%)
	CH 0,3054	BK 0,4896	MH 0,1264	T 0,0786	1,80
Subkriteria CH Bobot relatif	1700-3000 0,3904	1450 – 1699; > 3000 0,3500	1250 – 1449 0,1976	< 1250 0,0619	4,43
Subkriteria BK Bobot relatif	< 1,0 0,4572	1 – 1,9 0,2878	2 – 2,9 0,1932	≥ 3 0,0618	5,39
Subkriteria MH Bobot relatif	≥ 5,0 0,3624	4,5 – 4,9 0,3036	4,0 – 4,4 0,2581	< 4,0 0,0759	2,24
Subkriteria T Bobot relatif	≥ 26,0 0,3666	25,0 – 25,9 0,3089	24,0 – 24,9 0,2426	< 24,0 0,0820	1,70

Tabel 5. Klasifikasi kesesuaian iklim berdasar ISI dan potensi produktivitas kelapa sawit

Kelas kesesuaian iklim	ISI (%)	Potensi produktivitas TBS (ton/ha/tahun)
Sangat sesuai (SI-1)	80 – 100	≥ 24,0
Sesuai (SI-2)	55 – 79	20,1 - 23,9
Kurang sesuai (SI-3)	23 – 54	12,0 - 20,0
Tidak sesuai (TSI)	< 23	< 12,0



Gambar 2. Hubungan ISI dengan produktivitas kelapa sawit

Prinsip yang sama tersebut yaitu batas yang mana produktivitas rata-rata sudah tidak menguntungkan lagi secara ekonomis. Hasil penilaian yang berbeda terjadi karena Model NSI memiliki prinsip pembobotan yang berbeda namun proposional bagi setiap unsur iklim, sedangkan KA PPKS berprinsip bobot yang sama.

Secara lebih luas dengan menggunakan data yang sama dari objek penelitian, perbandingan antara Model NSI dengan beberapa sistem klasifikasi iklim terdahulu diperlihatkan pada Tabel 3. Hubungan fungsional antara indikator sistem klasifikasi dengan produktivitas TBS kelapa sawit (persamaan terbaik) ditunjukkan oleh Model NSI ($R^2 = 70,56\%$) dan sistem Schmidth & Ferguson ($R^2 = 38,12\%$). Ketepatan sistem untuk mengklasifikasikan produktivitas aktual terhadap data objek penelitian dapat ditunjukkan oleh Model NSI (74%) dan sistem KA PPKS (55%).

Pada Tabel 3 juga ditunjukkan bahwa Model NSI mampu menampilkan gradasi penilaian kesesuaian iklim terhadap data dari objek penelitian yang lebih baik dari sistem penilaian sebelumnya. Model NSI mampu menampilkan gradasi penilaian dari 35 - 90%; sedangkan KA PPKS menampilkan kelas SA1 dan SA2; sistem Schmidth & Ferguson dengan indikator *quotient* (Q) menampilkan gradasi dari 4 - 36,7%; sistem Oldeman menampilkan tipe A1, B1, C1, C2, D1, D2, D3, E1, E2 dan E3; serta sistem Köppen menampilkan tipe Afa dan Ama. Bila sistem klasifikasi akan diterapkan dan diintegrasikan lebih lanjut (seperti dengan sistem informasi geografis), maka Model NSI dengan

gradasi penilaian yang lebih baik tentu akan memberi hasil yang lebih baik pula.

Validasi Model NSI dari hasil statistik uji t berpasangan menunjukkan bahwa produktivitas model tidak berbeda terhadap produktivitas aktual ($t_{hitung} = 0,43$ ns), berarti Model NSI adalah valid.

KESIMPULAN

Struktur hirarki dan pembobotan elemen-elemen model penilaian kesesuaian iklim untuk perkebunan kelapa sawit dapat disusun dengan pendekatan menyeluruh dan utuh menggunakan proses hirarki analitik.

Penilaian kesesuaian iklim dengan Model NSI dapat digunakan untuk mengklasifikasikan kesesuaian iklim yang berhubungan dengan produktivitas kelapa sawit menjadi kelas sangat sesuai (SI-1), Sesuai (SI-2), Kurang Sesuai (SI-3), dan tidak sesuai (TSI).

Model NSI menunjukkan ketepatan dan gradasi penilaian kesesuaian iklim untuk perkebunan kelapa sawit secara lebih baik dari sistem sebelumnya. Ketepatan Model NSI untuk mengklasifikasikan produktivitas aktual dari objek penelitian adalah sebesar 74%, serta gradasi kesesuaian iklim yang lebih baik dalam kisaran 35% - 90%.

DAFTAR PUSTAKA

1. ADIWIGANDA, R., P. PURBA, F. CHAN, Z. POELOENGAN dan T. HUTOMO. 1995. Pedoman penilaian kesesuaian lahan kelapa sawit. PPKS IN-9523, 16p.

2. ADIWIGANDA, R., H. H. SIREGAR and E. S. SUTARTA. 1999. Agroclimatic zones for oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) plantation in Indonesia. In Proceedings 1999 PORIM International Palm Oil Congress. PORIM, Kuala Lumpur. pp. 387-401.
3. BANAI-KASHANI, R. 1989. A new method for site suitability analysis: The analytic hierarchy process. Environmental Management 13: 685-693.
4. EXPERT CHOICE, INC. 2001. Expert Choice 2000 The Decision Making Process. <http://www.expertchoice.com/software.htm>.
5. OLDEMAN, L. R., I. LAS, and S. N. DARWIS. 1975. An Agroclimatic map of Sumatra. Contributions from the Central Research Institute for Agriculture Bogor, No. 52.
6. PANGUDIATNO, G., K. PAMIN dan A. PANJAITAN. 1985. Potensi produksi kelapa sawit pada beberapa kelas kesesuaian lahan. Bul. Perkebunan 16(4): 159-168.
7. PAWITAN, H. 1990. Climate data compilation: A spatial presentation. Technical Report No. 23. Soil Data Base Management, Land Resources Evaluation and Planning Project. Center for Soil and Agroclimatic Research, Bogor. 73p.
8. POELOENGAN, Z. 1988. Karakteristik lahan sebagai alat penilai kesesuaian lahan untuk kelapa sawit, suatu pendekatan numerik. Bul. Perkebunan 19(2): 59-64.
9. SAATY, T. L. 1980. The Analytic Hierarchy Process, Mc Graw-Hill Book Co., NY. 287p.
10. SCHMIDT, F. H. and F. H. A. FERGUSON. 1951. Rainfall types based on wet and dry period ratios for Indonesia with western New Guinea. Verhandelingen No. 42. Kementerian Perhubungan, Jawatan Meteorologi dan Geofisik, Jakarta. 77p.
11. SIREGAR, H. H., R. ADIWIGANDA dan Z. POELOENGAN. 1997. Pedoman pewilayahan agroklamat komoditas kelapa sawit. Warta PPKS, Vol. 5(3):109-113.
12. SYS, C. 1985. Land Evaluation. State University of Ghent, Belgium. 334p.
13. XIANG, W. and D. L. WHITLEY. 1994. Weighting land suitability factors by the PLUS Method. Environment and Planning B: Planning and Design 21: 273-304.
14. ZAKARIA, Z. Z. and J. SUKAIMI. 1994. Oil palm developments in the eastern regions of Sabah: Climatic and soils suitability. PORIM Occasional Paper no.31. 12p.